



Instituto Geográfico
Nacional 1870 · 2020



Instituto Geográfico Nacional Memoria de Actividades





MEMORIA DE ACTIVIDADES

Instituto
Geográfico
Nacional 2020

Título:

Instituto Geográfico Nacional - Memoria de Actividades 2020

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

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

Pública:

© De esta Edición O. A. Centro Nacional de Información Geográfica, 2021.

Autor:

© Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, 2021.

Diseño y maquetación:

Servicio de Edición y Trazado (IGN)

(Subdirección General de Cartografía y Observación del Territorio - Instituto Geográfico Nacional).

NIPO digital: 798-20-072-7

DOI: <https://doi.org/10.7419/162.14.2021>

Los derechos de la edición son del O. A. Centro Nacional de Información Geográfica como editorial. Este Organismo agradece que la difusión electrónica masiva de la edición digital se realice a través de un enlace al apartado correspondiente de la página web oficial.



CNIG: Calle General Ibañez de Ibero, 3
28003 - Madrid (España)
www.ign.es / www.cnig.es
consulta@cnig.es



Índice

PRESENTACIÓN	5
1. EL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	9
Introducción	9
Naturaleza jurídica, organigrama y competencias	11
Principal normativa aplicable	20
Recursos humanos, financieros y materiales	22
2. PLAN ESTRATÉGICO	35
El Plan Estratégico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	35
Programas de actuación del IGN-CNIG en el Plan Estratégico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	36
• Plan de I+D+I en ciencias de la Tierra y el espacio y de vigilancia y alerta sísmica y volcánica	38
• Producción, actualización y mejora de la información geográfica y la cartografía oficial	80
• 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	88
• 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	93
3. RELACIONES INSTITUCIONALES	101
Actividades formativas	101
Actividad internacional	103
Congresos, conferencias y reuniones, nacionales e internacionales	115
Convenios	119
Artículos y publicaciones científicas, e informes técnicos	122





4. DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN	137
Geoportales <i>web</i>	137
Canales de difusión	155
Servicio de información y atención al público	158
Producción editorial	162
Trabajos realizados como consecuencia de la pandemia COVID-19	165
Biblioteca, cartoteca y archivo topográfico	168
5. 150 ANIVERSARIO DE EL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	173
Programa de actos, eventos y actividades desarrollados	173





Presentación

2020 ha sido un año muy especial para nuestro mundo. Nos trajo una grave crisis de una dimensión sin precedentes, la pandemia de la COVID-19 que, a fecha de la redacción de estas palabras, aún persiste, y nos obliga a seguir luchando para vencerla definitivamente.

Por ello, en la presentación de esta memoria de actividades, en primer lugar, deseo expresar, en nombre del IGN y el CNIG, nuestro recuerdo y solidaridad con las víctimas y las personas que han sufrido y sufren sus consecuencias de forma más directa, así como el agradecimiento a tantos profesionales que aun luchan para librarnos de tan desafortunada crisis.

Pero, además, 2020 es el año en el que el IGN ha coronado 150 años de historia. Y tan importante efeméride, con el esfuerzo de todos sus trabajadores y a pesar de las circunstancias sobrevenidas a las que me he referido antes, ha sido intensamente puesta en valor con el desarrollo de un ambicioso programa de actividades, actos y eventos.

Así, en el primer trimestre del año, se comenzó a desarrollar un «Ciclo de Conferencias 150 Aniversario», transmitidas a través de la *web* y redes sociales, sobre todos los ámbitos de actividad del IGN, dictadas por profesionales del IGN y del CNIG y también por representantes de instituciones que hoy ejercen competencias que el IGN también asumió a lo largo de su historia, como la metrología, la meteorología, el catastro y la estadística.

Los días 14 de mayo y septiembre de 2020, respectivamente, Correos emitió sendos sellos conmemorativos, así como otros productos filatélicos alusivos al aniversario. Por su parte la ONCE dedicó su afamado cupón del día 8 de septiembre al IGN, y Lotería Nacional hizo lo propio con su sorteo del día 19 de ese mismo mes.

El evento más importante del programa de actos tuvo lugar el 14 de septiembre, en el que Su Majestad el Rey Felipe VI inauguró la exposición conmemorativa del aniversario, el mismo día en el que, 150 años atrás, se publicó el decreto de creación del IGN.

La exposición reúne una colección de documentos, mapas, instrumentos, fotografías, uniformes y otros objetos de gran interés en la recreación de su siglo y medio existencia. Entre las piezas destacadas figuran la piedra litográfica a partir de la cual se imprimió en 1875 la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional; la regla metálica de 4 metros con la que se midieron las bases fundamentales de la red geodésica a finales del siglo XIX o instrumentación topográfica antigua empleada por las brigadas de topógrafos que recorrieron





España a pie para el levantamiento del Mapa Topográfico Nacional. También incluye las referencias a los distintos cuerpos profesionales que han pertenecido al Instituto, y los curiosos y desconocidos proyectos arquitectónicos que finalmente cristalizaron en 1929 en el actual edificio de su sede central. Su recorrido culmina con muestras de la aplicación de las ciencias de la Tierra y del Espacio a nuevos entornos, como el aeroespacial, así como en el uso de tecnologías e instrumentos de trabajo de última generación.

El programa también ha incluido la exhibición de diversas exposiciones itinerantes en varias ciudades, el desarrollo de diversos recursos audiovisuales e interactivos relativos al aniversario, así como un Catálogo Artístico, y se han publicado artículos y relativos al aniversario en numerosos medios de comunicación y revistas especializadas, entre las que destaca la Revista MITMA que dedicó su número especial de verano íntegramente al Instituto Geográfico Nacional.

Todo lo relativo al aniversario puede verse en la sección *web* del portal corporativo del IGN: <https://www.ign.es/web/ign/portal/150-aniversario>

En 2020 se han conseguido numerosos e importantes logros, aun cuando las circunstancias han sido, lógicamente, mucho más difíciles. De hecho, muchos de ellos lo han sido precisamente en el contexto del apoyo a las administraciones y a los ciudadanos para la gestión de la crisis originada por la pandemia. El personal del IGN y el CNIG afrontó el reto de cumplir al máximo con sus obligaciones al tiempo que potenciar y ofrecer sus recursos para ayudar a combatir los efectos de la crisis:

- Apoyo cartográfico: se realizaron diversos mapas de apoyo a la gestión de la pandemia, fundamentalmente relacionados con el transporte y la movilidad.
- Recursos en línea: se potenció el acceso en la *web* a un conjunto de recursos para toda la familia contribuyendo a fomentar el conocimiento geográfico y el apoyo lectivo a distancia.
- Creación de una sección específica en el Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), con la recopilación de recursos abiertos e interoperables sobre el coronavirus SARS-CoV-2.
- Monitorización del nivel de ruido sísmico para el seguimiento de la vuelta progresiva a la normalidad durante las distintas fases del confinamiento a causa de la epidemia del COVID-19.
- Visualizador 1 km para facilitar la planificación de las salidas durante el confinamiento por la COVID-19.
- Adaptación de la app Camino de Santiago con recomendaciones para la prevención de la COVID-19.

Por otra parte, 2020 ha sido, de nuevo, un año de consecución de hitos muy importantes, entre los que citaré, solo a título de ejemplo por su singularidad, los siguientes:

Se ha implantado una estación de la Red Geodésica Nacional de Estaciones de Referencia GNSS (ERGNSS) en la Isla Livingston, en la Antártida, que permitirá mejorar el sistema geodésico de referencia global y proporcionará soporte a la navegación y posicionamiento terrestre.

El IGN ha asumido la vigilancia volcánica de la isla Decepción, en la Antártida, a través de un Protocolo de Actuación con el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN), y asistirá al Comité Polar Español en las comunicaciones de apertura o cierre de la isla durante las campañas presenciales científicas.

Se ha asumido la presidencia de la Comisión Nacional de Astronomía (rotatoria con CSIC cada dos años) que impulsa y coordina los programas astronómicos nacionales y es el representante de España en la Unión Astronómica Internacional.





El Consejo de Ministros aprobó la nueva regulación de la Comisión Española de Geodesia y Geofísica, que presidirá el IGN, para reforzar su operatividad y potenciar la coordinación y colaboración en nuestro país en los ámbitos de la Geodesia y la Geofísica. La comisión fue constituida el día 18 de noviembre.

Se inició el proyecto de construcción y puesta en marcha de la Estación *Satellite Laser Ranging* del Observatorio de Yebes, dentro del proyecto YDALGO (Infraestructuras de desarrollo de laboratorio para geodesia espacial), cofinanciada con fondos FEDER.

Deseo este año, muy especialmente, ante todo lo que ha acontecido, expresar mi más sentido reconocimiento y agradecimiento al personal del IGN, CNIG y sus Servicios Regionales por su especial dedicación y esfuerzo ante las dificultades sobrevenidas y, por haber sido testigos y partícipes en primera línea del 150 aniversario de nuestra institución.

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».

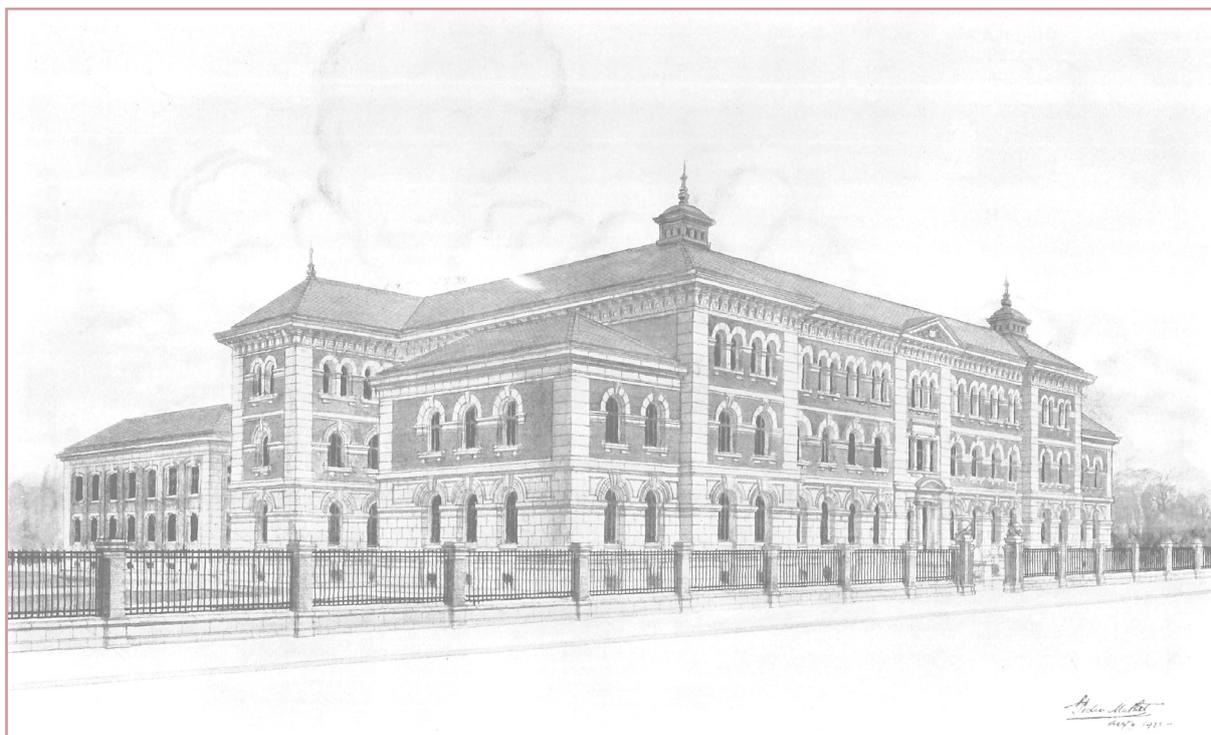
La creación del Instituto Geográfico es un acontecimiento de gran importancia para la configuración de un Estado moderno: supuso el triunfo de una cartografía articulada conforme a una concepción técnica y civil, que trascendía de la tradicional aplicación de los conocimientos geográficos sólo a la seguridad 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 consecuencia, el Instituto deja de ser un órgano integrado en una



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)

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 17 del Real Decreto 645/2020, de 7 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 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.

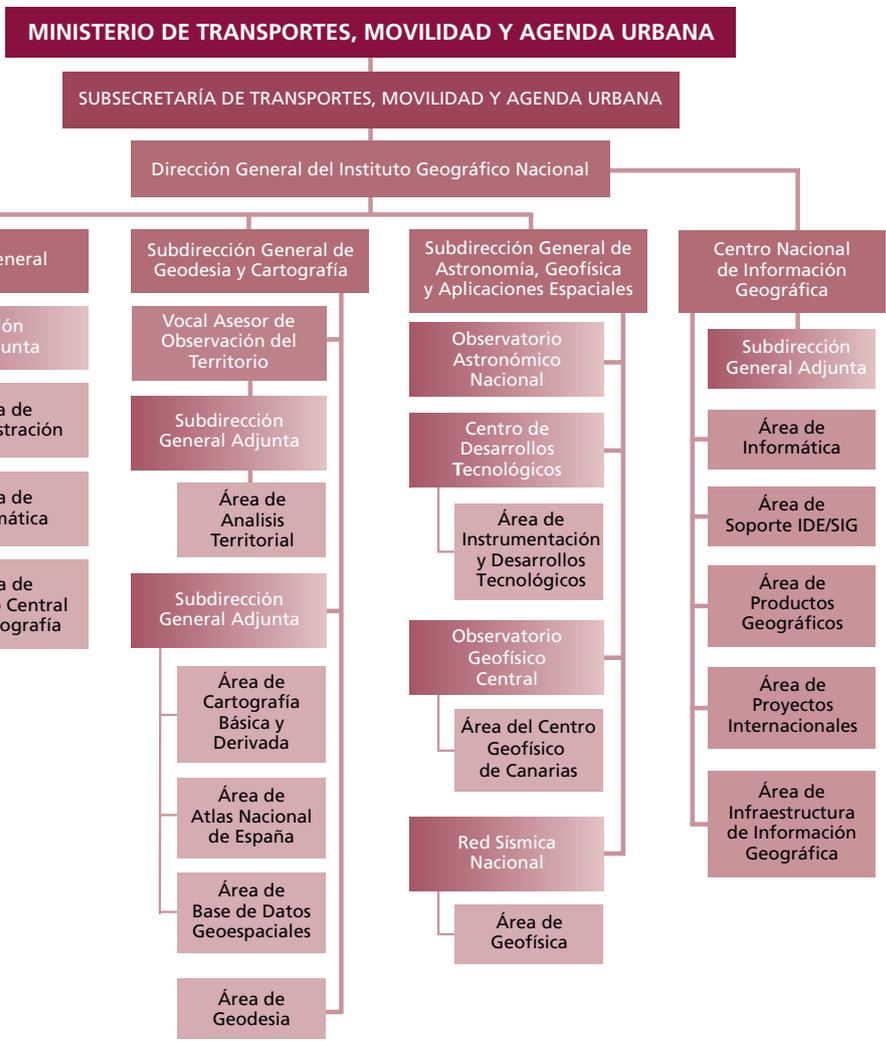
Organigrama

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 del departamento.
- 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 presidencia 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 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 645/2020, de 7 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, pueden agruparse en distintos bloques de materias:



Panorámica del Observatorio de Yebes

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.

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 Sismología, Volcanología, Geomagnetismo y Gravimetría 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





IGN
2020

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).

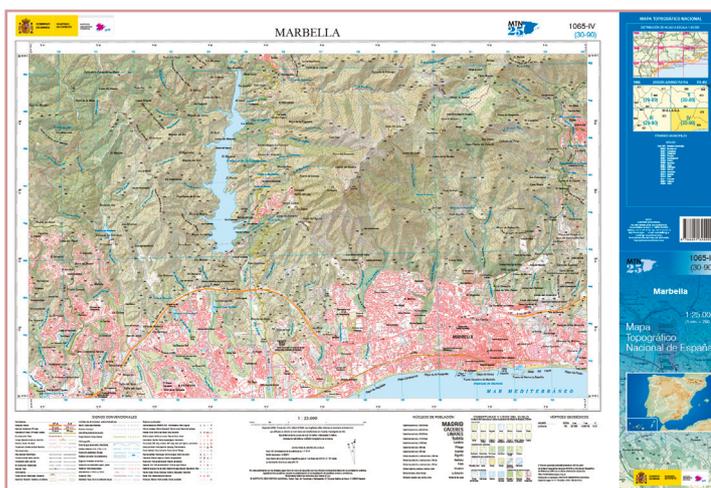
Se trata, por lo tanto, de una necesidad básica que se satisface configurando una infraestructura de conocimiento y gestión del territorio, cuya disponibilidad garantizan los servicios públicos promoviendo



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.



Ortofoto de Donostia/San Sebastián, generada a partir del vuelo fotogramétrico PNOA de 2020 con imágenes de 22 cm de resolución





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.

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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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 represente. 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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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.





IGN
2020

- 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 (Real Decreto 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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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,

SISTEMA
CARTOGRAFICO
N A C I O N A L



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.

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.



Comisión Española de Geodesia y Geofísica

- Real Decreto 401/2020, de 25 de febrero, 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

22

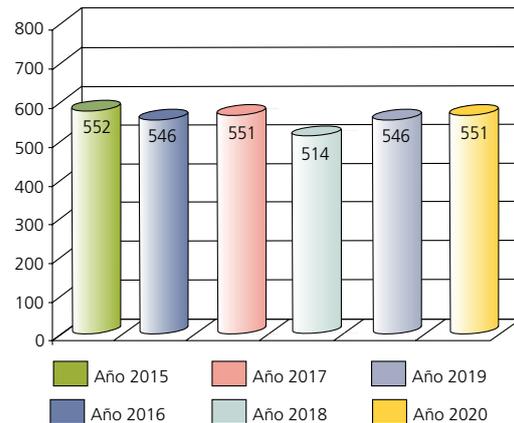
Las personas

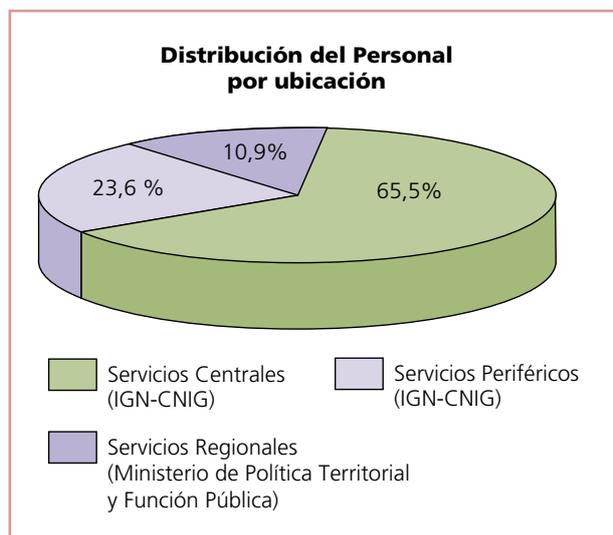
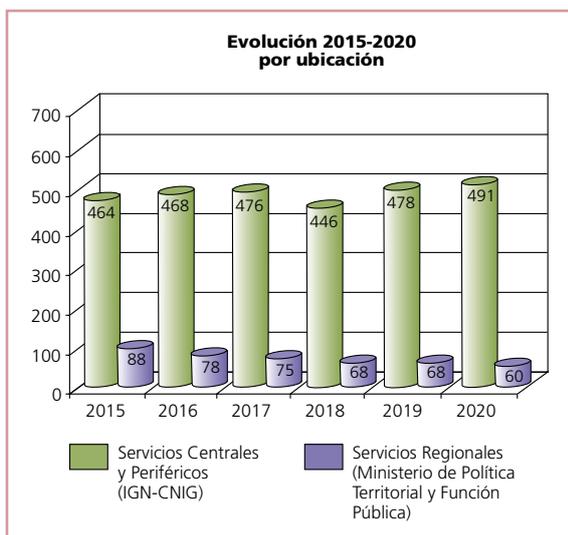
El personal del IGN-CNIG está constituido por tres grandes grupos: las personas destinadas en los Servicios Centrales, las destinadas en sus Servicios Periféricos (Observatorios Astronómicos y Geofísicos, dependientes de los Servicios Centrales) y las que ejercen su labor en los Servicios Regionales, 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 491 las personas que trabajan en los Servicios Centrales y Periféricos del IGN-CNIG y 60 las que trabajan en los Servicios Regionales de las Delegaciones del Gobierno, alcanzando la plantilla del IGN un total de 551 personas.

La plantilla del IGN-CNIG muestra una tendencia estable en los últimos años, con excepción del año 2018 en que se produjo un descenso apreciable de los efectivos, si bien entre el personal de los Servicios Regionales la tendencia a la baja es una constante, puesto que su número ha descendido ininterrumpidamente, pasando de 88 a 60 personas en el periodo 2015-2020.

**Personal total: Evolución 2015-2020
(incluido personal del Ministerio de Política Territorial y Función Pública)**



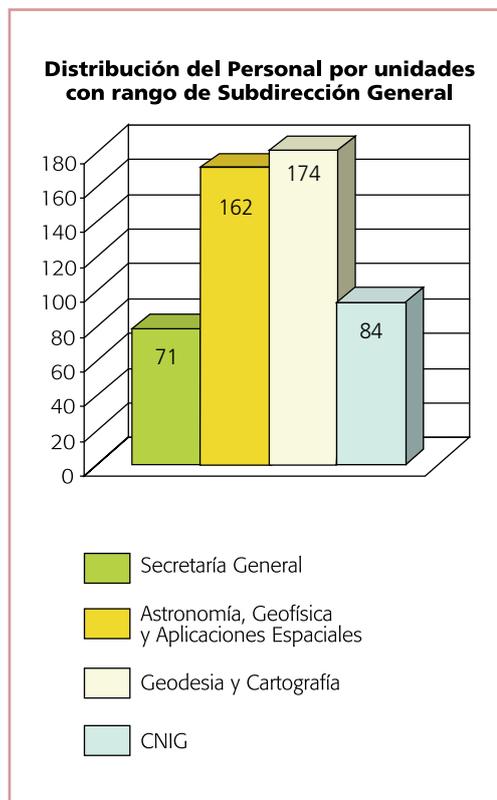


En cuanto a su ubicación, se aprecia una concentración del personal en los Servicios Centrales, en los que están destinados el 65,5 % de los trabajadores, frente al 23,6 % en los Servicios Periféricos y el 10,9 % en los Servicios Regionales.

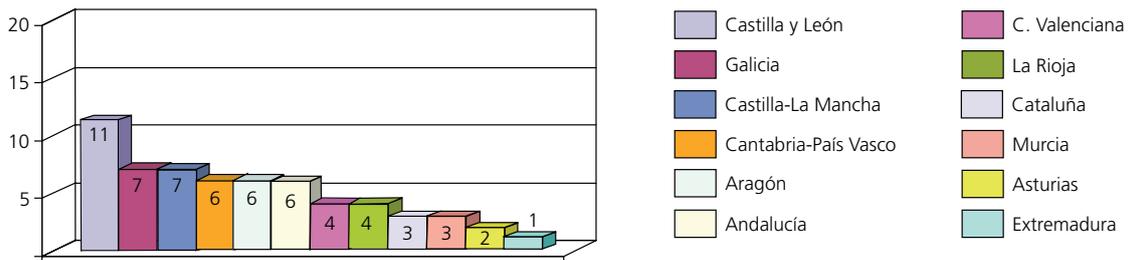
En lo que se refiere a la distribución del personal en las unidades con rango de Subdirección General, el grupo más numeroso se encuentra destinado en la Subdirección General de Geodesia y Cartografía, compuesta por 174 personas; seguido de la Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales, en la que trabajan 162 personas; a continuación el CNIG que cuenta con 84 personas y por último, la Secretaría General, con 71 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, 116 personas están destacadas en los Servicios Periféricos bajo la dependencia de la Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales; y 14 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 11 personas destinadas en Castilla y León o las 7 destinadas en Galicia y en Castilla-La Mancha a única persona adscrita en Extremadura.



**Ubicación Personal en Servicios Regionales
(Ministerio de Política Territorial
y Función Pública)**



Distribución según régimen jurídico

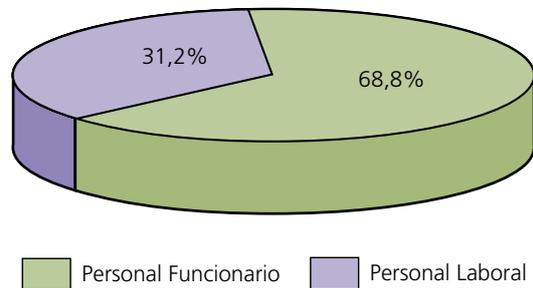
La plantilla del IGN-CNIG se compone de funcionarios de carrera y de personal laboral.

En concreto, para el IGN-CNIG trabajan 379 funcionarios y 172 personas en régimen de contratación laboral. Por lo tanto, los funcionarios conforman el 68,8 % de la plantilla frente al 31,2 % de personas incorporadas en régimen laboral.

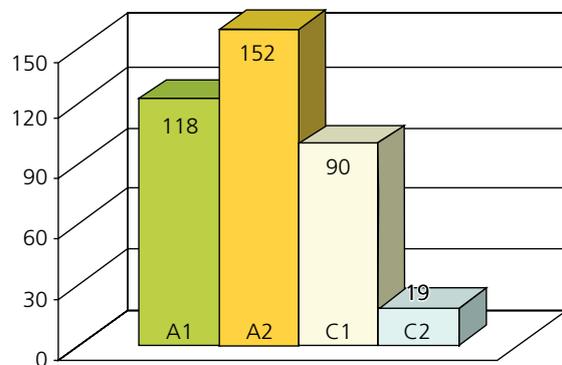
Atendiendo a los funcionarios de carrera, el mayor número de ellos pertenece al subgrupo A2, que cuenta con 152 personas; seguido del subgrupo A1, al que pertenecen 118 trabajadores; y posteriormente del subgrupo C1, del que forman parte 90 personas. Finalmente, 19 personas son del subgrupo C2.

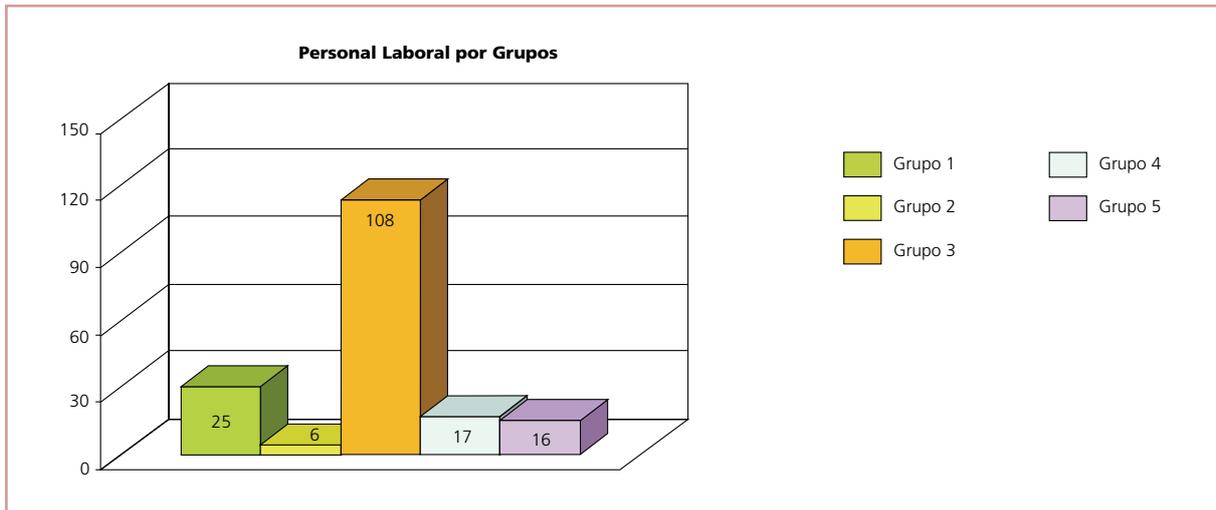
La distribución de los funcionarios por subgrupos está muy relacionada con el peso de los cuatro cuerpos propios del IGN en la plantilla. En lo que se refiere al subgrupo A1, destacan los Ingenieros Geógrafos, cuerpo al que pertenecen 75 personas y el cuerpo de Astrónomos constituido en la actualidad por 37 personas. Lo mismo sucede con el subgrupo A2, en el que destacan los Ingenieros Técnicos en Topografía, que son un total de 129 personas; y el subgrupo C1, con mayor presencia de los Técnicos Especialistas en Reproducción Cartográfica con 53 personas.

Personal según su régimen jurídico



Personal Funcionario por Subgrupos





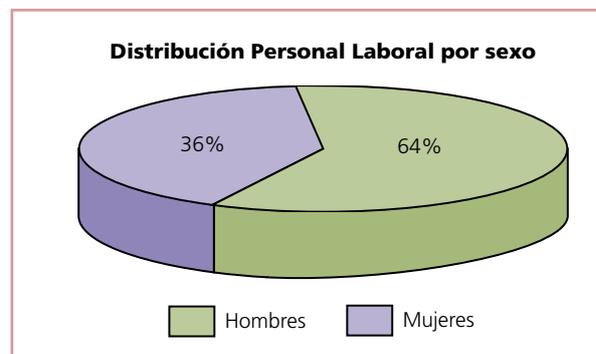
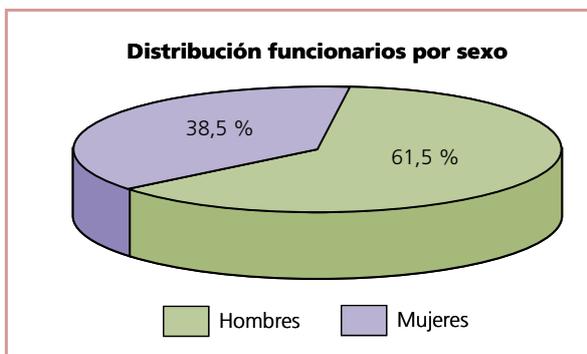
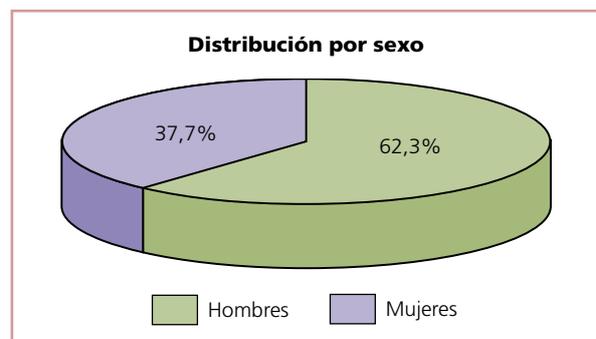
En lo que se refiere al personal laboral y su distribución por grupos, el más numeroso es el 3, con 108 personas. Posteriormente los grupos 1 con 25 personas; el 4 con 17 y con menor representación cuenta el grupo 5 con 16 personas; y el grupo 2, con 6 personas.

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 343 hombres y 208 mujeres.

Entre los funcionarios de carrera, el porcentaje de hombres asciende hasta el 61,5 %, con 233; y el de mujeres alcanza el 38,5 %, con 146.

En el caso de las personas en régimen de contratación laboral la proporción de mujeres y hom-





bres es ligeramente distinta a la de los funcionarios con una distribución del 36 % de mujeres con 62 personas, y del 64 % de hombres, con 110 personas.

Programa de becas

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) desarrolla 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 pertenecen.

Las becas incluidas en el área de Radioastronomía y técnicas geoespaciales tienen como objetivo la realización de observaciones y estudios astronómicos y geoespaciales 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, 14 becarios procedentes de las convocatorias para la formación de titulados superiores de los años 2017 y 2019 amplían y aplican sus conocimientos en el IGN.

Cabe destacar que de las las personas del programa de becas son mayoría las mujeres, 8, el 57 %; frente a 6 hombres que conforman un porcentaje del 43 %.

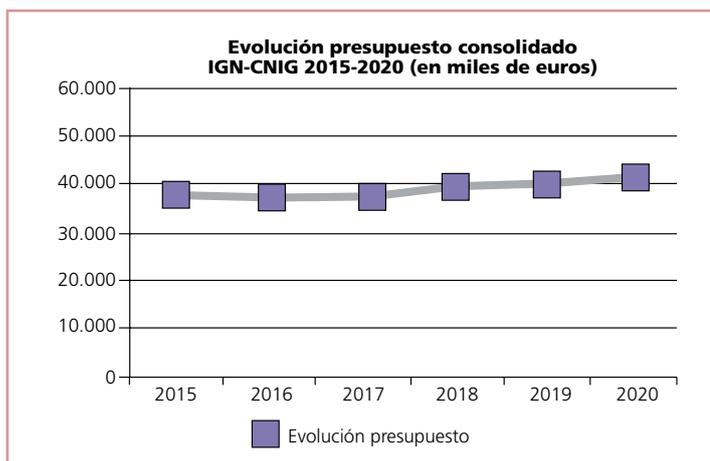
Si se añaden estas 14 personas al cómputo global de trabajadores del IGN, la plantilla asciende a 565 personas.



Los medios financieros

El presupuesto del IGN-CNIG en el año 2020 ha ascendido a 41.691,09 miles de euros, correspondiendo al Instituto Geográfico Nacional 28.954,55 miles de euros, un 71,83 % y al Centro Nacional de Información Geográfica 11.745,62 miles de euros, con un porcentaje del 28,17 %.

Atendiendo a la distribución interna de este presupuesto, la partida de mayor peso en 2020 es la destinada a los recursos humanos, que con 17.706,40 miles de euros, comprende el 42,47 % del presupuesto.



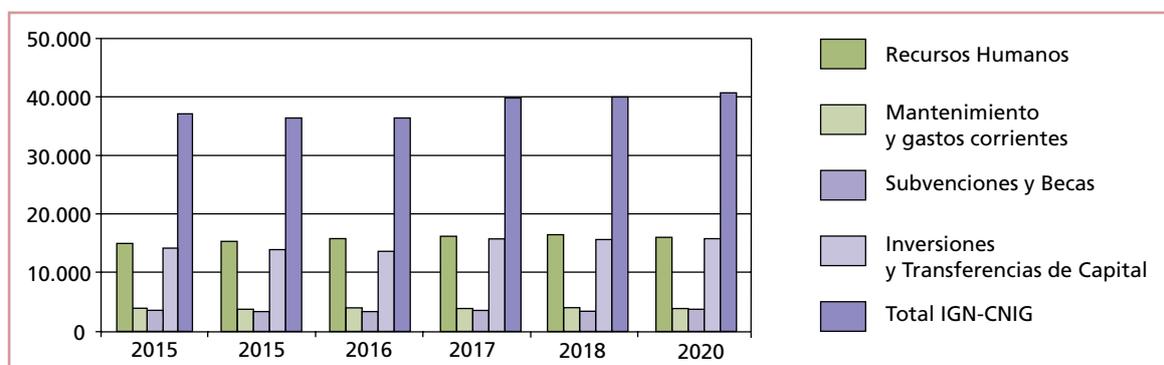
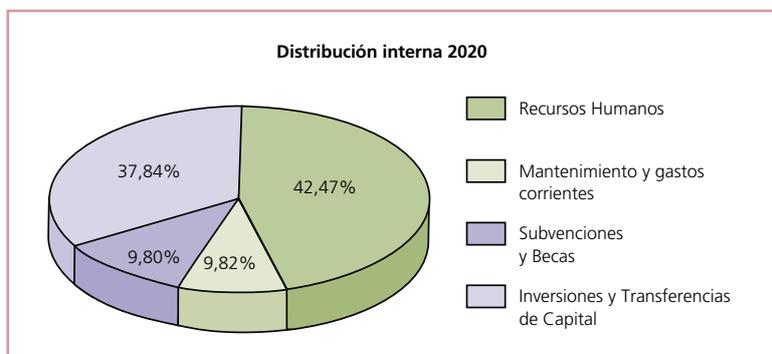
La segunda partida presupuestaria más significativa es la destinada a las inversiones y transferencias de capital que supone un porcentaje del 37,84 % y una cuantía de 15.776,94 miles de euros. Esta partida se destina a la contratación de servicios externos para la producción que no desarrolla el IGN 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 4.093,44 miles de euros supone el 9,82 % del presupuesto.

Finalmente, los gastos destinados a subvenciones y becas suponen el 9,80 % del presupuesto con 4.087,03 miles de euros.

CRÉDITOS DEFINITIVOS	2015 (MILES DE EUROS)	2016 (MILES DE EUROS)	2017 (MILES DE EUROS)	2018 (MILES DE EUROS)	2019 (MILES DE EUROS)	2020 (MILES DE EUROS)	DISTRIB. INTERNA 2020 (%)
Recursos Humanos	15.660,44	15.646,86	16.293,45	16.471,60	17.227,27	17.706,40	42,47
Mantenimiento, Gastos Corrientes y financieros	4.377,32	4.104,64	4.369,85	4.200,90	4.292,682	4.093,44	9,82
Subvenciones y Becas	3.129,93	3.092,09	3.107,16	3.220,85	3.213,03	4.087,03	9,80
Inversiones y Transferencias de Capital	14.765,51	14.381,17	13.586,96	15.282,67	15.232,95	15.776,94	37,84
Pasivos financieros	25,59	27,28	27,28	27,28	27,20	27,28	0,07
TOTAL IGN/CNIG	37.958,79	37.252,04	37.384,70	39.203,30	39.993,13	41.691,09	100





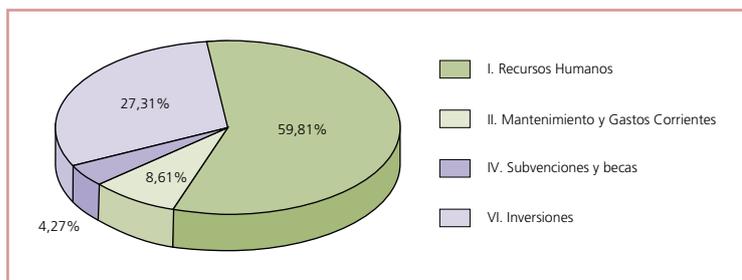
En el gráfico anterior se puede apreciar cómo desde 2015 las partidas presupuestarias que más relevancia cobran son aquellas relacionadas con las Inversiones y los Recursos Humanos, suponiendo la suma de ellas para 2020 más del 80 % de los créditos definitivos. Tratando a su vez de contener al máximo posible aquellos relacionados con los gastos corrientes y de mantenimiento.

EJECUCION PRESUPUESTARIA IGN-CNIG 2020 (EN MILES DE EUROS)			
CAPÍTULOS DEL PRESUPUESTO	CRÉDITO DEFINITIVO	CRÉDITO EJECUTADO	%
I. Recursos Humanos	17.706,40	17.290,2	97,65
II. Mantenimiento y Gastos Corrientes	4.084,36	3.724,28	91,18
III. Gastos financieros	9,08	6,68	73,57
IV. Subvenciones, Becas y Transferencias Corrientes	4.087,03	3.937,78	96,35
VI. Inversiones	13.256,94	10.549,29	79,58
VII. Transferencias de Capital	2.520,00	2.520,00	100
IX. Pasivos financieros	27,28	27,15	99,52
TOTAL IGN-CNIG	41.691,09	38.055,38	91,28

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 24.400,52 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 4.554,03 miles de euros.



PROGRAMA 495A EN 2020 (EN MILES DE EUROS)		%
I. Recursos Humanos	14.594,77	59,81
II. Mantenimiento y Gastos Corrientes	2.100,80	8,61
IV. Subvenciones y becas	1.041,00	4,27
VI. Inversiones	6.663,95	27,31
TOTAL DIRECCIÓN GENERAL IGN	24.400,52	100

PROGRAMA 000X EN 2020 (EN MILES DE EUROS)		%
IV. Transferencias Corrientes al CNIG	2.034,03	44,66
VII. Transferencias de Capital al CNIG	2.520,00	55,34
TOTAL TRANSFERENCIAS INTERNAS (PRESUPUESTO DEL IGN)	4.554,03	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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 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 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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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 2020 (EN MILES DE EUROS)		%
I. Recursos Humanos	3.111,63	26,49
II. Mantenimiento y Gastos Corrientes	1.992,64	16,96
III. Gastos financieros	9,08	0,08
IV. Transferencias corrientes	12,00	0,10
VI. Inversiones	6.592,99	56,13
IX. Pasivos financieros	27,28	0,23
TOTAL	11.745,62	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 anecoica 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





IGN
2020

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 Zemble, Argelia, Nevada Test Site y Rajasthan.

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



El edificio Villanueva del Real Observatorio de Madrid, catalogado como Bien de Interés Cultural con categoría de Monumento, icono de la Ilustración en España



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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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 de la Plana, Donostia-San Sebastián, Granada, Jaén, Logroño, Málaga, Murcia, Ourense, Oviedo, Palencia, Pontevedra, Salamanca, Santa Cruz de Tenerife, 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.

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:

- 55 estaciones sísmicas.
- 7 acelerómetros.
- 2 arrays sísmicos.
- 5 inclinómetros.
- 36 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 península comprenden una estación sísmica en Campo de Calatrava y otra adicional en La Garrotxa.

— Red Sísmica Nacional

- 123 Estaciones sísmicas de velocidad
- 127 Estaciones sísmicas de aceleración
- 42 Red SILEX (acelerómetros MEMS)
- 8 Mareógrafos
- Array telesísmico de Sonseca





Plan estratégico

EL PLAN ESTRATÉGICO DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Los programas de actuación definidos en el Plan Estratégico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 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 nº 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 CC. AA., EE. LL. 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 CC. AA., EE. LL. 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 CC. AA., EE. LL. 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
2020

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.

38

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 el área de Astronomía. El mapa se renueva cada cuatro años tras una evaluación externa.

Como parte de la pertenencia a la ICTS el CDTI publicó en 2020 el «Catálogo de capacidades industriales en Grandes Instalaciones Científicas» que se puede consultar en la siguiente dirección:

https://www.cdti.es/recursos/publicaciones/archivos/14067_4949202015826.pdf

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 40m en:

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

Financiación FEDER para el Observatorio de Yebes: proyecto YDALGO e YNAAT

YDALGO

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 2020. La segunda reunión del comité de seguimiento tuvo lugar en enero de 2020. 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

Durante el año 2020 continuaron las obras de construcción de dicho edificio. La fecha de finalización de las obras estaba inicialmente prevista para finales de 2020, pero la pandemia COVID-19 supuso una parada de 3 meses y posteriormente la solicitud de un proyecto modificado las detuvo por segunda vez. Este proyecto modificado resuelve algunas deficiencias encontradas en el proyecto original y además actualiza la distribución interna y el sistema de climatización del edificio para adaptarlo a criterios de eficiencia energética. Así mismo se ha contratado la elaboración del proyecto de urbanización de dicho edificio.

Por otra parte, se ha entregado una estación laser de prototipado de circuitos de microondas dentro del equipamiento de laboratorio y se ha actualizado software de diseño y simulación de microondas.

Subactuación 2. Instalación y puesta en marcha del SLR

En septiembre de 2020 se adjudicó un expediente plurianual de construcción, instalación y puesta en funcionamiento de la estación SLR. Así mismo en junio de 2020 se contrató la elaboración del proyecto constructivo del edificio que albergará la estación SLR.



1776 horas de tiempo de observación se han empleado para realizar observaciones interferométricas de muy larga línea de base (VLBI). El radiotelescopio de 40m es un elemento muy importante de varias redes de interferometría: i) The Global mm-VLBI Array (GMVA) constituida para realizar observaciones VLBI con objetivos astrofísicos a una longitud de onda de 3mm. Las sesiones se han realizado en dos bloques de cinco días, durante los meses de abril y octubre, con un total de 178 horas observadas. En esta red el radiotelescopio de 40m 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. (ii) The European VLBI Network (EVN) que trabaja preferentemente con varias antenas europeas y asiáticas y opera a longitudes de onda mayores de 1 cm. Las observaciones se han dividido 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 (202.5 horas), S/X (77.5 horas) y K (203.5 horas). Además, el telescopio de Yebes ha participado en observaciones extraordinarias de la EVN, como las sesiones de eVLBI (112 horas), las observaciones de eventos especiales, las llamadas *Target of Opportunity* (3 horas). (iii) The International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (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 26 sesiones de observación de 24 horas cada una a lo largo de 2020 (816 horas). (iv) Colaboraciones con otras redes de interferometría: proyectos aceptados por el Comité de Programas del Observatorio de Yebes para realizar observaciones conjuntas con la Korean VLBI Network (KVN; 38 horas) y otras redes de interferometría como la colaboración con el proyecto Ru-A, dedicando 96 horas de observación en 2020.

Aún con las medidas de seguridad impuestas por la crisis sanitaria provocada por la COVID-19, durante todo el año se han mantenido los compromisos internacionales que se mantienen habitualmente, participando en la práctica totalidad de observaciones de las redes EVN, IVS, GMVA, además de observaciones en acuerdos puntuales. El número total de observaciones, unas 140, desglosado por red aparece recogido en la tabla siguiente.

Además de las observaciones recogidas en la tabla anterior, se han realizado otras colaboraciones de carácter puntual. En noviembre se participó una vez más en la serie de experimentos sobre transferencia de escala de tiempo que realiza la INAF para aplicaciones VLBI. Este trabajo dio lugar a una publicación en la prestigiosa revista científica Nature. Otra colaboración destacable de 2020 ha sido la validación del modo *phased-array* del interferómetro NOEMA de IRAM situado en los Alpes franceses. En este modo de operación, el interferómetro de IRAM puede funcionar como un elemento más de una red VLBI, lo cual lo habilita para participar en las próximas observaciones de interferómetros globales en milimétricas, como el EHT o la GMVA.

Red de observación	Número de observaciones
EVN	75 (4 eEVN)
IVS	37
GMVA	10
RUA	3
KVN	4

Tabla 1: Desglose por redes de observaciones VLBI realizadas por el RT40m

También se han realizado dos observaciones de tipo *Local Tie* entre los radiotelescopios de 40 y 13 m, que suponen los primeros pasos para la determinación periódica de este vector de manera local.





En operaciones de antena única el radiotelescopio de 40m ha empleado más de 3.200 horas de tiempo de observación. La principal contribución, ha venido dada por los proyectos aceptados por el Comité de programas de Yebes (semestres 2020A y 2020B, 2.988 horas) y por aquellos proyectos específicos cuyo tiempo ha sido asignado por el director de Yebes (proyectos de tiempo discrecional del director DDT, 210 horas). Por primera vez se han ofertado observaciones en modo *on-the-fly* y observaciones a 3mm. También en modo antena única, se han continuado observando proyectos ideados para la verificación de los receptores de NANOCOSMOS instalados en 2019 (40 horas) además de las observaciones realizadas para las prácticas de las nuevas incorporaciones al cuerpo de astrónomos (72 horas). Muchos resultados de estas observaciones se han publicado en las revistas de astrofísica más prestigiosas como *Astronomy & Astrophysics (A&A)* y *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS)* (ver más adelante).

Finalmente, 1.500 horas del tiempo de telescopio se han usado en labores de mantenimiento y en la optimización del sistema de observación. Cabe destacar que este año 2020 se ha implementado un nuevo software de lectura de los ficheros tipo FITS, se ha reparado el sistema de enrollamiento de cables y se han hecho medidas para el cálculo del punto invariante. Desde el punto de vista de la caracterización del sistema, durante este periodo, se ha conseguido también mejorar la temperatura del receptor en la parte de alta frecuencia del receptor de banda Q con la instalación de ecualizadores y se ha conseguido mejorar en un 15% la eficiencia de apertura y la eficiencia delantera de la antena en las bandas Q y W. Todas estas acciones redundan en una optimización de las operaciones del telescopio y en una mejora de la calidad de los datos astronómicos.

2. Propuestas de observación

Se emplearon casi 3.100 horas para la consecución de las observaciones de las propuestas aceptadas por el Comité de Programas de Yebes para el año 2020, 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 40m complementan aquellas de otros telescopios de antena única de alta sensibilidad, como el 30m 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 2020 se realizaron dos convocatorias de propuestas para la explotación científica del radiotelescopio, extendidas a la comunidad internacional.

Las propuestas resultantes de esta convocatoria para cada semestre 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 28 proyectos que suman un total de 2.978 horas de tiempo de telescopio. Adicionalmente, durante 2020 ha continuado funcionando el programa de Tiempo Discrecional del Director (TDD). Este programa consiste en una pequeña fracción del tiempo de telescopio reservado para propuestas urgentes, innovadoras o que potencialmente puedan suponer un cambio de paradigma en su campo de investigación, a discreción del director del Observatorio. Se aprobaron y llevaron a cabo 6 de estas propuestas (frente a las 2 aprobadas el año anterior), que en total suman otras 116 horas de tiempo de telescopio. En todos los casos se alcanzaron los requisitos solicitados por los observadores, tanto en número de fuentes observadas como de sensibilidad alcanzada.

A lo largo de 2020 se ofrecieron por primera vez tanto el nuevo receptor de banda W, cuyo ancho de banda instantáneo cubre 18 GHz (lo que maximiza la eficiencia de observaciones de cartografiado espectral en esta banda), como el modo de observación *on-the-fly* en bandas Q y W, con el que es posible realizar

cartografía de fuentes astronómicas extensas con un ancho de banda de 2.5 GHz, que en el futuro se proyecta ampliar a los 18 GHz que abarca cada una de estas bandas.

A pesar de las restricciones impuestas por la pandemia COVID-19, las observaciones de las propuestas aceptadas pudieron llevarse a cabo sin mayores contratiempos durante los meses de confinamiento mediante la operación de la antena en modo remoto, y los datos pudieron ser prontamente calibrados y enviados a los investigadores principales de cada propuesta.

Los temas de los proyectos observados han abarcado diferentes áreas de la astrofísica, desde el estudio de nubes moleculares y regiones de formación estelar (con títulos como por ejemplo *Probing the flow of dense molecular gas along star-forming filaments*, *A sensitive molecular line survey towards B10 and B213*, *Confirming the detection of ethanol toward the L1544 pre-stellar core*, *The nitrogen reservoir in protoplanetary disks: exploratory search in Taurus sources*), al estudio de estrellas evolucionadas (*Fast SiO maser lines variability in evolved stars*, *NANOCOSMOS evolved stars survey: Gas-phase precursors of dust*, *The very tight periastron of the symbiotic star R Aqr*, *Discrete SiO Survey in Symbiotic Stars*) y restos de supernovas (*Supernova Remnants and Molecular Clouds: history of a shocking interaction*, *Tracing shocks in the supernova remnant W51C*), pasando por estudios extragalácticos y cosmológicos (*The gas properties in the Young Universe: Molecular line absorption in the blazar B0218+357*, *Probing galaxy evolution in the Early Universe with the Cloverleaf Quasar ($z = 2.6$)*), así como relativos a la astrobiología (*Exploring the chemistry of the primordial RNA-world in the ISM*) o al estudio de agujeros negros supermasivos (*Tracking down binary SMBH orbits using KIQ simultaneous VLBI*). La amplitud de temas y la creciente abundancia de propuestas continúan demostrando el interés de la comunidad científica en el radiotelescopio de 40 metros.

A continuación, se ofrece una tabla detallada con la información relativa a las propuestas aceptadas durante el año 2020, en la modalidad de antena única y VLBI no perteneciente a EVN o GMVA, en las convocatorias semestrales (20A y 20B), y en modalidad de Tiempo Discrecional de Director (20D).

PROPOSAL ID	YEAR	SESSION	PI	TITLE
20A002	2020	20A	Joao Yun	Probing the flow of dense molecular gas along star-forming filaments
20A003	2020	20A	Miguel Gómez Garrido	Monitoring of SiO and water masers in evolved stars
20A004	2020	20A	Miguel Gómez Garrido	Fast SiO maser lines variability in evolved stars
20A006	2020	20A	Belén Tercero	A sensitive molecular line survey towards B10 and B213.
20A008	2020	20A	Izaskun Jimenez Serra	Exploring the chemistry of the primordial RNA-world in the ISM
20A009	2020	20A	I. Gallardo Cava	The molecular content of post-AGB disks



PROPOSAL ID	YEAR	SESSION	PI	TITLE
20A010	2020	20A	Rebeca Aladro	Tracing shocks in the supernova rem-nant W51C
20A011	2020	20A	Joao Yun	CS emission from dense cores hosting new young stellar clusters in the outer Galaxy
20A012	2020	20A	Lehtinen	Occultation of a radio source by the asteroid Svea, on April 26th 2020
20A013	2020	20A	Sara Cuadrado Prado	The gas properties in the Young Universe: Molecular line absorption in the blazar B0218+357
20A014	2020	20A	Nuria Marcelino	Yebes line surveys of the dense cores B1-b and TMC-1
20A015	2020	20A	José Cernicharo	Probing galaxy evolution in the Early Universe with the Cloverleaf Quasar ($z = 2.6$)
20A016	2020	20A	Marcelino Agúndez	A sensitive line survey of L483 in the Q band
20A017	2020	20A	Juan Ramon Pardo Carrion	NANOCOSMOS evolved stars survey: Gas-phase precursors of dust
20B002	2020	20B	Miguel Gómez Garrido	Monitoring of SiO and water masers in evolved stars
20B004	2020	20B	J.F. Desmurs	Discrete SiO Survey in Symbiotic Stars
20B006	2020	20B	I. Gallardo Cava	The molecular content of post-AGB disks. Part II
20B007	2020	20B	Dongjin Kim	A wideband spectral line VLBI study on young radio sources.
20B008	2020	20B	J.F. Desmurs	HCN masers in carbon-rich AGB stars
20B009	2020	20B	Giuliana Cosentino	The Shocking Relationship between Supernova Remnants and Molecular Clouds
20B010	2020	20B	Izaskun Jimenez-Serra	Confirming the detection of ethanol toward the L1544 pre-stellar core
20B011	2020	20B	Bong Won Sohn	Tracking down binary SMBH orbits using K/Q simultaneous VLBI



PROPOSAL ID	YEAR	SESSION	PI	TITLE
20B012	2020	20B	Miguel Santander García	The photodissociation region of post-common-envelope planetary nebulae: the northern sample
20B013	2020	20B	Helmut Dannerbauer	Constraining the Cold Molecular Gas Content of a Ultra-bright Dusty Star-burst at $z=1.6$
20B014	2020	20B	Juan Ramon Pardo Carrion	NANOCOSMOS evolved stars survey: Gas-phase precursors of dust (continuation)
20B015	2020	20B	Pablo Rivière	The nitrogen reservoir in protoplanetary disks: exploratory search in Taurus sources
20B016	2020	20B	David Navarro	Evolutionary stages of cold cores: searching for D13CN in TMC1-C
20B019	2020	20B	Marina Rodríguez Baras	Survey of hot corinos with the 40m tel-escape
20D006	2020	20D	Alexey Melnikov	Follow-up on a methanol maser flare in the source G85.410+0.003
20D007	2020	20D	Giuliana Cosentino	Supernova Remnants and Molecular Clouds: history of a shocking interaction
20D008	2020	20D	Miguel Santander García	The very tight periastron of the symbiotic star R Aqr
20D009	2020	20D	David Navarro	Searching for D13CN in TMC1-C
20D011	2020	20D	Miguel Santander García	The photodissociation region of post-common-envelope planetary nebulae
20D016	2020	20D	J.F. Desmurs	Maser emission in the symbiotic X-ray binary Sct X-1

3. Desarrollos informáticos

Se ha continuado con el mantenimiento del script ANTABFS, que genera las tablas de calibración de amplitud para los telescopios de la red EVN.

Como proyecto de prácticas para un estudiante del Grado de Informática, se ha desarrollado un sistema de gestión automática de las bases de datos de observaciones VLBI, de manera que éstas puedan mantenerse actualizadas aún sin la intervención del operador. El sistema se encarga de revisar el estado de las observaciones planificadas y monitorizar el estado de las transferencias de datos recogidos a los distintos centros correladores. Con la información recogida actualiza los campos necesarios en la base de datos para que el supervisor pueda conocer en menos tiempo el estado de las operaciones.





4. Desarrollos técnicos

Durante el año 2020, el radiotelescopio de 40m ha sido objeto de actualizaciones y mejoras fundamentalmente en los receptores de Nanocosmos.

Mejoras en los receptores

Ante un fallo intermitente que producía un aumento de la temperatura de sistema en algunas frecuencias, se abrió el criostato del receptor de banda Q para sustituir el OMT (*Transductor de Modos Ortogonales*) y realizar una inspección visual. Durante la operación se apretaron de nuevo todos los componentes en guía interiores. Tras la intervención no se apreció una mejora significativa con el cambio del OMT, pero se atenuó el aumento de temperatura de sistema observado durante las observaciones.

Durante este año también se caracterizó la carga fría del sistema de calibración de los receptores. Para ello se emplearon absorbentes empapados en nitrógeno líquido (LN2) y a temperatura ambiente. Esto ha permitido determinar la temperatura física de la carga fría, leída directamente desde su sensor, es una buena aproximación a su temperatura de ruido equivalente.

Durante este año también se ha desarrollado, construido y medido una lámina polarizadora para el receptor de banda Q que proporciona polarización dual circular sin la necesidad de ningún otro componente en el interior del criostato a temperatura criogénica. Las medidas se llevaron a cabo en el banco óptico obteniéndose unos buenos resultados.

A principio de año se realizaron medidas en los receptores de banda K y banda C del radiotelescopio de 40 m, encontrando una inestabilidad en el segundo debida a osciladores en los amplificadores de bajo ruido causadas por fuertes reflexiones fuera de la banda. Se descubrió que los LNAs no tienen aislador criogénico previo. Se decidió no tomar medidas correctoras sobre el receptor banda C porque será sustituido por el C/X.

Una estudiante en prácticas, supervisada por ingenieros del observatorio, actualizó los sistemas de control de los receptores C y X mediante Raspberry Pi de modo satisfactorio. Finalmente, en este receptor se instalaron unos ecualizadores que permiten eliminar la diferencia de ganancia del receptor a lo largo de su gran ancho de banda en frecuencia.

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.

5. Mantenimiento

Este año se ha continuado con el mantenimiento de los radiotelescopios y las infraestructuras auxiliares del Observatorio.

Mantenimiento preventivo y correctivo de los radiotelescopios.

Como todos los años, realiza el mantenimiento preventivo de los radiotelescopios, que básicamente ha consistido en la lubricación de coronas, rodamientos y otras partes móviles de los radiotelescopios.

También ha sido necesario reemplazar algunos módulos del sistema de control de ambos radiotelescopios tras detectarse y analizarse fallos o comportamientos erráticos de algunos subsistemas.

Cabe destacar una avería mecánica surgida en el enrollador acimutal de cables del radiotelescopio de 40 m. Dicho enrollador sufrió una rotura en su estructura metálica flexible. El personal del Observatorio lo reparó mediante soldadura con electrodos especiales, el uso de repuestos y el refuerzo de la zona dañada. La operación se realizó en cuatro días y el radiotelescopio pudo seguir funcionando con normalidad.



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 continuado mejorando la capacidad de medida de ruido a temperatura criogénica para mantener el liderazgo Observatorio de Yebes en este campo. En ese sentido se ha trabajado en la caracterización de la





precisión y repetitividad de las medidas realizadas con cargas calentadas construidas con MMICs (*Monolithic Microwave Integrated Circuits*). También se han realizado importantes modificaciones en uno de los criostatos de medida con atenuador enfriado para expandir su cobertura en frecuencia hasta 26.5 GHz de forma fiable y precisa. Dicho sistema permitirá la medida simultánea de hasta tres amplificadores y la obtención de datos tanto de ruido como de ganancia y reflexión. Esto va a permitir caracterizar de forma adecuada las futuras generaciones de amplificadores de banda ultra-ancha que se están gestando para la actualización de los radiotelescopios y el aumento de su productividad.

Se ha desarrollado un nuevo método para la calibración precisa de fuentes de ruido de estado sólido (diodos de ruido) utilizando un Analizador Vectorial de Redes PNA-X. Las calibraciones realizadas han permitido detectar problemas existentes en las calibraciones originales de los fabricantes de las fuentes que no eran conocidas hasta ahora. Las nuevas calibraciones servirán para mejorar la consistencia de las medidas de ruido tanto a temperatura ambiente como criogénica.

Se han elaborado modelos circuitales precisos de algunos de los componentes pasivos que son clave para el desarrollo de componentes de microondas (inductancias, condensadores, resistencias, líneas de transmisión, etc.). Dichos modelos permitirán afinar los diseños realizados con programas de CAD (Computer Aided Design) y así abordar configuraciones que hasta ahora no se podían modelar de forma adecuada. Todo esto ha sido posible gracias a la capacidad de medida de parámetros S con la estación de puntas coplanares del Observatorio de Yebes que fue adquirida gracias a la financiación de proyectos de infraestructura con fondos FEDER de años pasados. Por el momento sólo se dispone de capacidad de medida a temperatura ambiente, aunque sería necesario expandir dicha capacidad a temperaturas criogénicas. Para ello es necesario adquirir una nueva estación de puntas especialmente diseñada para dichas temperaturas.

Se ha recibido e instalado una nueva máquina de fresado con láser UV (ultravioleta) que debe permitir el grabado y corte de circuitos de microondas con gran precisión. Esta máquina debería completar y preferiblemente sustituir por completo la antigua máquina existente con láser IR (infrarrojo) que ya está obsoleta. La puesta en marcha de la máquina está siendo muy problemática debido a las limitaciones impuestas por la pandemia y a la dificultad de comunicación con el fabricante (de nacionalidad china), lo que ha hecho que todavía no esté operativa. Esto ha puesto de manifiesto una vez más las dificultades que causan los rígidos criterios que imponen los concursos públicos de adquisición para la valoración de este tipo de material, ya que no permiten tener en cuenta adecuadamente circunstancias que luego son determinantes para que adquisiciones de esta envergadura resulten operativas. Este tipo de problemas se plantean constantemente en la adquisición de elementos de alta tecnología para los que debería existir una mayor flexibilidad para las decisiones y un peso dominante de los criterios técnicos.

En 2020 se ha continuado la actividad de evaluación y desarrollo de dispositivos tipo HEMT de InP (transistores de fosforo de indio) para su aplicación en amplificadores criogénicos. Esta actividad es de extrema importancia para asegurar la disponibilidad de dispositivos adecuados para los desarrollos presentes y futuros y para mantener la competitividad internacional del Observatorio de Yebes. Durante el año se ha trabajado en la especificación, adquisición y caracterización de dispositivos de este tipo con una barrera Schottky reducida en la puerta cuyo objeto es aumentar la transconductancia a bajas corrientes de drenador y así poder disminuir el ruido y la disipación de potencia a temperatura criogénica. El resultado obtenido de este lote está a un nivel próximo al de los buenos transistores con estructura epitaxial estándar, pero aún no se han conseguido mejoras significativas de las características por lo que será necesario insistir en esta prometedora línea con más iteraciones. Es sabido que el éxito en el desarrollo de dispositivos semiconductores exige continuidad y persistencia para conseguir buenos resultados.



Se han fabricado varios amplificadores de 2-14 GHz, así como híbridos de 3 dB para su uso en receptores de VLBI geodésico en configuración balanceada. Esta configuración ha demostrado ser muy ventajosa para reducir el rizado de ganancia y el ruido que se produce por las reflexiones múltiples entre la bocina y el amplificador. Los amplificadores balanceados serán usados en las antenas de RAEGE y también para cumplir con los compromisos de fabricación de receptores de VLBI geodésico para otras instituciones extranjeras.

Asimismo, se han construido nuevos amplificadores criogénicos de baja reflexión de entrada para el desarrollo de un receptor mejorado de banda C para la antena de 40m del Observatorio de Yebes. Estos amplificadores presentan características muy superiores a los de la anterior generación y gracias a su baja reflexión permiten obviar el uso de aisladores a su entrada.

Desarrollos tecnológicos internos en el área de receptores

Nuevo receptor de bandas C- X

Durante este año se ha comenzado el desarrollo de un receptor de bandas C y X (4.5 a 9.0 GHz) que se utilizará fundamentalmente para observaciones de VLBI dentro de la EVN y reemplazará el actual receptor de banda C. Una vez terminado el diseño, se identificaron los componentes necesarios y fueron adquiridos para comenzar su integración a principios de 2021. Además, han desarrollado todos los elementos que se integrarán en el nuevo criostato: la bocina, la transición de vacío y temperatura, el OMT, los híbridos de 90° y los amplificadores de bajo ruido. Además, se comenzó el diseño de filtros superconductores de alta temperatura (HTS) para rechazar las interferencias que puedan afectar al nuevo receptor C/X, particularmente los radares en la banda 9.4 – 9.5GHz. También se tramitó el expediente para el suministro de un enlace de fibra óptica para C/X, necesario para el transporte de la señal hasta la sala de backends.

Nuevo receptor ASTROREC

El receptor ASTROREC, de banda 18 a 32 GHz, es parte del proyecto de investigación solicitado al plan nacional en colaboración con el CSIC. A finales de año se ha comenzado la definición de especificaciones a lo largo de varias reuniones telemáticas y se ha diseñado un OMT de tipo Boifot, para comprobar la viabilidad de su construcción en los talleres del Observatorio. Así mismo se han tramitado expedientes para el suministro de diodo de ruido y aislador asociado y material de vacío y criogenia

Medidas de RFI

Se han realizado avances en la detección automática de interferencias mediante el procesado de los datos en un software de MatLab que permite eliminar el rizado automáticamente y facilita la detección de interferencias mediante un umbral. En un futuro este desarrollo se utilizará como base para etiquetar automáticamente interferencias aplicando inteligencia artificial.

Se han realizado medidas de RFI en las bandas de 5GHz y de 2-13 GHz con el sistema de monitorización RAFITA, para analizar con detalle las interferencias en ambos rangos de frecuencia. Además, se ha preparado un software para el manejo de los analizadores de espectros en remoto, que facilitará estas tareas de medidas en lugares apartados como las islas Canarias.





Se han realizado medidas de RFI con el RT de 13.2m para estimar las variaciones en el espectro, respecto de 2016 y se ha evaluado el nivel de apantallamiento del contenedor del RT de 13.2m. También se ha medido la temperatura de ruido del receptor RFI de 72 - 90 GHz.

Finalmente se ha mejorado el sistema de monitorización WiFi realizado con Raspberry empleando los programas Kismet, Grafana y la base de datos InfluxDB. Este sistema, pendiente de una implementación definitiva, enviará un mensaje automático cuando detecte un punto de acceso Wifi abierto durante más de 2 minutos.

Laboratorio de espectroscopia molecular «Nanocosmos»

Los experimentos de laboratorio en el laboratorio de espectroscopia molecular del proyecto Nanocosmos instalado en la antigua sala de control del radiotelescopio de 14m en colaboración con personal del CSIC se han visto fuertemente limitados por las restricciones debidas a la pandemia. No obstante, se han seguido planificando futuros experimentos y modificaciones de la cámara de vacío existente para permitir explorar la química de algunas especies particularmente inestables en el entorno terrestre, pero de gran importancia para la interpretación de los espectros astronómicos (radicales e iones).

Para conseguir la financiación que permita avanzar en esta actividad se ha presentado una solicitud a la convocatoria de proyectos sinérgicos de I+D en nuevas y emergentes áreas científicas de la Comunidad de Madrid (2020) en colaboración con dos grupos del CSIC. Se trata de un proyecto muy ambicioso desde el punto de vista científico que pretende esclarecer si la química prebiótica en la Tierra fue originada por moléculas complejas formadas en el espacio o si por el contrario se inició por reacciones químicas producidas por la violenta entrada de meteoroides en la atmósfera y su posterior inmersión en los océanos. En el momento de escribir este resumen aún no se conoce la respuesta de la Comunidad de Madrid a esta solicitud

Otros desarrollos tecnológicos

Durante el año 2020 se ha iniciado un correlador DifX básico para explorar su funcionamiento en observaciones VGOS y EU-VGOS. De momento se han correlacionado dos sesiones de línea de base corta entre los radiotelescopios de 40m y 13,2 m. Así mismo se ha ejecutado el procedimiento *PolConvert* que transforma las señales de una polarización lineal a una circular en algunos de los experimentos de EU-VGOS y se ha enviado de vuelta el resultado al correlador de Bonn. También se ha comenzado con el análisis de sesiones VGOS y con el estudio de la metodología de análisis de las sesiones de EU-VGOS. De momento los resultados son preliminares y no suficientemente satisfactorios.

Desarrollos tecnológicos para el exterior

Se han realizado desarrollos en cuatro frentes principalmente: amplificadores, antenas, receptores y SLR. 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 cuatro áreas mencionadas.

En el área de amplificadores y dentro del proyecto europeo AETHRA de Radionet se ha trabajado en la demostración de la viabilidad de reducir el número de hilos necesarios para la alimentación de corriente



continúa requerida por los amplificadores criogénicos. El número total de hilos por amplificador se ha logrado reducir de 7 a 3 sin una degradación significativa de las prestaciones. Así mismo, se han estudiado las consecuencias de disminuir la potencia disipada sobre el comportamiento de los amplificadores criogénicos. Ambos desarrollos se han llevado a cabo para la banda de 4 a 12 GHz y en el contexto de proponer modificaciones en los amplificadores criogénicos para facilitar el desarrollo de futuros receptores multi-haz milimétricos europeos. En el diseño de un sistema de este tipo los desarrollos realizados son críticos para poder simplificar el diseño de los criostatos y reducir su carga térmica a niveles aceptables.

Se ha progresado en el proyecto subvencionado por ESO (European Southern Observatory) para el desarrollo de un amplificador de banda ultra-ancha y prestaciones mejoradas (ruido, reflexión, disipación) para la siguiente generación de receptores de ALMA. Al igual que otros proyectos éste también acumula notables retrasos causados en parte por las restricciones de la pandemia. El avance se resume en los siguientes puntos:

- Se han desarrollado dos diseños en paralelo para la banda de 4-20 GHz.
- Se ha pasado con éxito el CDR (Critical Design Review).
- Se ha construido, medido y ajustado un prototipo del primer diseño y se han obtenido mejores resultados de los esperados.
- Se ha comenzado la construcción de un prototipo del segundo diseño (más complejo y arriesgado).

También bajo contrato con ESO (European Southern Observatory), se han continuado las contribuciones al interferómetro ALMA en la banda 2+3 con caracterización precisa del ruido de amplificadores criogénicos de banda W; en concreto se han realizado nuevas medidas de los últimos amplificadores MMIC de la Universidad de Manchester y se ha participado en el panel de evaluación para la revisión del proyecto de desarrollo de dichos amplificadores. La actividad en banda 2-3 de ESO ha llevado a la publicación de un artículo científico en la revista *Astronomy and Astrophysics* en el que se describen en detalle las conclusiones.

Otro proyecto con un gran potencial de impacto científico es la colaboración con NASA-JPL (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena CA, USA) para el desarrollo de una nueva generación de receptores de banda ultra-ancha (8-40 GHz) para la red VLBA americana (Very Long Baseline Array). Nuestra contribución consiste en el desarrollo de un nuevo híbrido criogénico de 90° que permitirá la obtención de polarización circular a partir de las polarizaciones lineales, así como la realización de amplificadores balanceados. Durante el año se ha realizado el diseño, la construcción y medida de prototipos y se han entregado dos unidades para su evaluación.

Se ha firmado un contrato con el Purple Mountain Observatory de China para el desarrollo de 9 amplificadores de 0.1-1 GHz basados en las unidades con transistores de SiGe que se les vendió hace dos años. Estos amplificadores serán usados para la frecuencia intermedia de receptores milimétricos. La fabricación de estos componentes se ha retrasado y no ha podido realizarse durante el año a consecuencia de la pandemia.

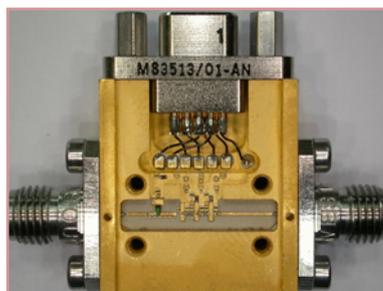
Se ha continuado la colaboración con SRON y NOVA (Holanda) para el desarrollo de una nueva generación receptores milimétricos tipo 2SB para la banda 9 de ALMA. Los nuevos receptores deben también aumentar el ancho de banda de frecuencia intermedia más allá de los 8 GHz de la actual generación.

Se han fabricado seis híbridos criogénicos de 90° en la banda 4-12 GHz por requerimiento del instituto Max Planck (Alemania). Estos dispositivos formarán parte del receptor diseñado para la banda 10 de ALMA que será instalado en el telescopio APEX (Chile).

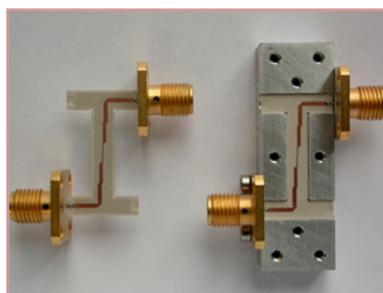


Se ha transferido a la empresa suiza Diramics la información necesaria para que puedan construir prototipos de amplificadores criogénicos tipo ALMA 4-8 GHz con sus transistores. Con ello pretenden evaluar su posible aplicación en computadores cuánticos.

Se 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 ambos casos asesorando en aspectos relacionados con los amplificadores criogénicos de microondas de bajo ruido. Estas actividades se han plasmado en la publicación de artículos científicos en colaboración con otros grupos internacionales involucrados.



Primer prototipo de amplificador de banda ultra-ancha (4-20 GHz) fabricado para el contrato con ESO (European Southern Observatory).



Prototipo de híbrido de 90° para la banda de 4-20 GHz para la demostración de amplificadores balanceados.

En el área de antenas se ha recibido un encargo para el diseño, construcción y medida de un alimentador para el receptor de Holografía de NARIT. Se basa en un alimentador corrugado y conformado en su forma interior. La fase está corregida con una lente en la apertura para maximizar la ganancia del alimentador con el mínimo tamaño posible. La construcción se realizó en talleres exteriores del Observatorio de Yebes, sin embargo, diseño y medidas del prototipo se efectuaron en el Observatorio. También se han diseñado y desarrollado alimentadores QRFH para antenas VGOS. Dentro de este trabajo se han construido y medido dos alimentadores (2ª generación de alimentadores quadridge) cuyo destino eran los receptores de Canarias y el segundo receptor del Noregian Mapping Authority. Este tipo de alimentadores son los que equipan la mayoría de los receptores de banda ancha fabricados por el Observatorio. Durante este año se han fabricado dos prototipos de la 3ª generación de alimentadores quadridge, que mejoran sensiblemente la adaptación de entrada de la antena manteniendo la eficiencia del radiotelescopio. Esta mejora podría hacer prescindible la configuración de amplificador balanceado en los casos en los que se optara por un modelo de criostato más sencillo y fiable, con menos amplificadores de bajo ruido.

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

- VGOS Matera. En abril de 2020 se envió una oferta, a la empresa MT Mechatronics, por la construcción de un receptor VGOS para el futuro radiotelescopio de la estación italiana de Matera. Se está a la espera de saber si dicha empresa ha ganado la licitación por la construcción del radiotelescopio, en cuyo caso, el Observatorio de Yebes deberá suministrar el receptor para el mismo.
- VGOS HartRAO A finales de 2020 se firmó un contrato con el observatorio sudafricano HartRAO para la construcción en Yebes de un receptor VGOS para su radiotelescopio. El 11 de diciembre tuvo lugar la teleconferencia de comienzo del proyecto entre ingenieros de Yebes y de HartRAO.
- VGOS AGGO. En 2020 se envió una oferta al Instituto Geográfico Alemán BKG, previa solicitud por parte de BKG, por la construcción en Yebes de un receptor VGOS para su futuro radiotelescopio en el observatorio AGGO de Argentina.



- VGOS Tailandia. A finales de 2020, el observatorio tailandés NARIT se interesó por colaborar con el Observatorio de Yebes en la construcción de un receptor VGOS para su futuro radiotelescopio en el sur del país. Esta colaboración se concretará en 2021.
- VGOS NMA Durante 2020, comenzó la construcción del segundo receptor VGOS para la Autoridad Cartográfica de Noruega (NMA), según lo establecido en el MoU y su adenda. Se ofreció a NMA la posibilidad de actualizar este receptor con amplificadores balanceados y acopladores de 30dB, para mejorar sus prestaciones. En noviembre, NMA aceptó esta actualización, que será implementada en un plazo inferior a 6 meses.

Holografía VENTSPILS. En 2020, se recibió solicitud de la empresa MT Mechatronics para participar en el proyecto de un receptor de holografía para el radiotelescopio de 32-m del Observatorio Ventspils en Letonia. Se redactó una oferta por los trabajos a realizar en el Observatorio de Yebes, y fue aceptada por la empresa a finales de 2020. Se comenzaron las pruebas para la realización de un filtro paso banda en cavidades a 11.45 GHz mediante la simulación con el software HFSS, para la radiobaliza del satélite a utilizar con este sistema de holografía.

Holografía NARIT. Durante los dos primeros meses de 2020 un ingeniero de NARIT visitó el Observatorio de Yebes para continuar los trabajos de desarrollo e integración del receptor de holografía. Durante esta estancia, truncada por la pandemia, se construyó y midió en los laboratorios el segundo y el tercer conversor de frecuencia, ambos integrados en un único módulo. Además, el Observatorio ha construido y medido la bocina del canal de referencia para este receptor, a partir de las especificaciones establecidas para la misma. La bocina del canal de test fue construida por NARIT, a partir de planos del Observatorio de Yebes, y medida en la cámara anecoica del Observatorio.

En el área de SLR se ha trabajado en el proyecto MARTINLARA. El grupo GeoSIGN, formado por personal del Observatorio de Yebes e implicado en el proyecto MARTINLARA, ha completado un estudio del estado del arte de los retrorreflectores en aplicaciones espaciales, enfocado principalmente a aplicaciones SLR (ver CDT Technical Report 2020-19). También ha revisado y contribuido al Mission Requirement Document (MRD) del proyecto. A partir de estos requisitos, GeoSIGN ha propuesto para la carga útil del nanosatélite tipo Cubesat, un diseño preliminar (CDT Technical Report 2020-18) que contempla tres posibles configuraciones. Dicho documento evalúa, además su impacto en la masa y espacio ocupado en la plataforma, y posibles interferencias con otras cargas útiles, todo ello con el objetivo de facilitar la aprobación de esta carga útil en la fase final del proyecto.

A finales de 2020, se comenzó la elaboración del Modelo de Desarrollo de cada uno de los conceptos para la validación, tanto a nivel de componente como de configuración, en un entorno de laboratorio (TLR 4). Con tal fin, se han adquirido muestras de los retrorreflectores y se ha efectuado el diseño mecánico de sus monturas, las cuales empezarán a fabricarse en breve. En esta línea se ha identificado y visitado un laboratorio, el Laboratorio de Fotometría del CEDEX (MITMA), para llevar a cabo tanto su caracterización experimental como la identificación de muestras adicionales de retrorreflectores planos de máxima eficiencia.

Proyecto de la Red Atlántica de Estaciones Geodinámicas y Espaciales (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 2020.





En 2020 se ha producido un cambio en la dirección de RAEGE en el que José Antonio López Pérez ha sustituido a Pablo de Vicente y Joao Ferreira a Francisco Macedo. La reunión del comité ejecutivo de RAEGE tuvo lugar en mayo de 2020 por videoconferencia, debido a la pandemia COVID-19. Durante el año 2020 se han realizado 14 teleconferencias de seguimiento del proyecto, todas ellas de apoyo a la estación de Santa María.

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

Durante el año 2020 el radiotelescopio ha realizado satisfactoriamente 21 de las 25 observaciones inicialmente planificadas en el sistema de observación geodésica global VGOS de la IVS. Dos observaciones fueron anuladas por el órgano coordinador debido a problemas en los datos de múltiples antenas y otras dos han tenido que ser abortadas por fallos técnicos en el radiotelescopio. Dentro del proyecto europeo EU-VGOS, se han completado las 15 sesiones planificadas.

Adicionalmente a las observaciones de carácter regular, se realizaron 7 experimentos. De ellos, 2 se corresponden a sesiones *mixed-mode* de la IVS donde se integran en una misma sesión radiotelescopios de la red *Legacy* (S/X) y radiotelescopios de tipo VGOS. Esto permite mejorar significativamente el conocimiento a priori de la posición de estos últimos, por lo que tanto el 40m como el 13m participaron en estas observaciones. Una tercera sesión de este mismo programa hubo de ser abortada por una sobrecorriente en uno de los compresores de criogenia. Estas sesiones se realizaron entre los meses de julio y agosto, y aunque aún están en proceso de análisis se han confirmado franjas.

Por último, se realizaron dos sesiones de exploración para la determinación del «*Local-Tie*» entre los radiotelescopios de 13 y 40m (vector que une los puntos de referencia de dos técnicas de geodésia espacial) mediante VLBI. Producto de estas observaciones se pudo realizar una primera estimación de dicho vector.



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

Desarrollos técnicos

El receptor RAEGE Yebes fue desmontado en noviembre para actualizarlo con una nueva bocina QRFH de mejores características, un acoplador de 30dB que reduce la temperatura de Trx en 3 K, unos amplificadores balanceados que permitan eliminar los rizados en la ganancia por desadaptaciones entre la QRFH y los LNAs y un módulo de filtrado que permita realizar observaciones mixtas VGOS y legacy S/X.

Mientras se realizan estas mejoras, el radiotelescopio RAEGE de Yebes tiene instalado el próximo receptor VGOS para la estación de Santa María, lo que permite evaluar su funcionamiento antes de ser enviado a la isla. Durante esta instalación, la RFI destruyó sendos limitadores de potencia en los canales de baja frecuencia del receptor, antes de ser transmitidos por fibra óptica. Esto se solucionó reinstalando sendos filtros paso alto de 3GHz, pero en el futuro se adoptará una solución que permita observaciones mixtas VGOS y legacy S/X.

Además, se han realizado una serie de mejoras técnicas destinadas a aumentar la precisión de los datos ofrecidos por el telescopio. A finales de 2019, se cambió la unidad del sistema Ground Unit del receptor VGOS de Yebes por una nueva versión, que permite medir las variaciones en los cambios del retardo en el cable a través de una medida del voltaje de control del desfasador. Durante 2020 se ha continuado la mejora de este sistema, estudiando sus resultados, para mitigar los efectos que generaban grandes variaciones en el retardo. Como consecuencia se cambió el cable de referencia de 5 MHz por uno con mayor estabilidad (LMR-400), aislado térmicamente dentro de un tubo corrugado, mejorando significativamente el ruido RMS durante la observación VGOS al minimizar la influencia de la temperatura sobre dicho cable.

Por otra parte, se adquirieron componentes para desarrollar un nuevo sistema CDMS en fibra óptica y, aunque los resultados no fueron tan buenos como se esperaba, se desarrolló una nueva tarjeta PCB que constituye la base de la versión 3 de este sistema, que permite un conjunto más compacto que mejora la reflexión de alguno de sus componentes. Esta tarjeta pretende dar solución a los compromisos adquiridos internacionalmente con la venta de este sistema, así como dotar a todas las nuevas estaciones RAEGE.

RAEGE. Radiotelescopio de 13,2m de Santa María (Azores)

El radiotelescopio de Santa María (Azores) está equipado con un receptor tribanda que se terminó de reparar y caracterizar a comienzos de 2020. En febrero, Joao Ferreira, nuevo jefe de estación en Santa María, visitó el Observatorio de Yebes para adquirir formación técnica en receptores, backends, servomecanismos, observaciones VLBI y mantenimiento.

En marzo, se reinstaló el receptor tri-banda, tras ser enviado desde el Observatorio de Yebes. Sin embargo, no se pudieron reanudar las observaciones porque se detectó una importante corrosión en las coronas y piñones de los ejes de elevación y acimut, cuya limpieza y engrase no pudo ser completada hasta principios de agosto. Adicionalmente se detectó un problema en la cinta codificadora de acimut, que limitaba el rango de movimiento.

El 21 de agosto se realizó una prueba conjunta con el radiotelescopio de 40m de Yebes, que resultó negativa y que permitió descubrir un problema con uno de los sintetizadores de señal. Tras su reemplazo se colaboró en noviembre con JPL/NASA en unas observaciones de prueba con la sonda Bepi-Colombo que resultaron exitosas.



- Actualización de los módulos LNA Bias para la modificación de los receptores VGOS (uso de amplificadores balanceados).
- Módulos de pre-amplificación y filtrado de los receptores VGOS.
- Construcción de dos módulos más de control de vacío y criogenia (CVCU) para los receptores VGOS.

Diseño de filtro superconductor notch a 9.41GHz para rechazar la señal del radar de estaciones SLR que cuenten con radiotelescopios y receptores tipo VGOS.

Dentro del área de antenas se han fabricado dos prototipos de la 3ª generación de alimentadores quadridge, que mejoran sensiblemente la adaptación de entrada de la antena manteniendo la eficiencia del radiotelescopio. Esta mejora podría hacer prescindible la configuración de amplificador balanceado en los casos en los que se optara por un modelo de criostato más sencillo y fiable, con menos amplificadores de bajo ruido. Una vez comprobado el diseño eléctrico, se solventaron pequeños problemas mecánicos de fabricación. La realización mecánica del alimentador es compleja ya que las dimensiones, en el tramo de alimentación de esta antena donde el conector coaxial se une al ridge, son ligeramente inferiores a las de su predecesora. Esto supone un reto para el mecanizado y ensamblaje del nuevo modelo, que ha sido verificado con las medidas realizadas de los prototipos, acordes al diseño.

Investigaciones en Astronomía

El Observatorio Astronómico Nacional durante el confinamiento

El año 2020 fue un año extraño también en el mundo de la Astronomía. Pero ya durante el primer confinamiento (en el mes de marzo), el Observatorio Astronómico Nacional y el Observatorio de Yebes pasaron rápidamente a organizarse en modo virtual, con el personal trabajando en modo de teletrabajo, y la actividad científica y técnica no se detuvo en ningún momento.

Ciertamente algunas campañas de observación hubieron de ser canceladas, y los trabajos más pesados de reducción de datos que necesitan realizarse presencialmente tuvieron que ser aplazados, pero los trabajos de análisis y publicaciones de resultados se redoblaron. También se trabajó en la planificación de nuevas campañas de observación con los instrumentos a los que tiene acceso el personal del OAN (radiotelescopios de Yebes, EVN, IRAM y ALMA). Las videoconferencias de coordinación de proyectos y de puesta en común de resultados se multiplicaron y los seminarios científicos se retomaron (mediante videoconferencias) desde los primeros momentos del confinamiento, incrementando su periodicidad para hacerlos semanales.

Recordemos que los trabajos del OAN están estructurados en tres áreas bien definidas: formación estelar, estrellas evolucionadas y galaxias externas. Se detallan a continuación algunos de los principales proyectos e hitos logrados en cada una de estas áreas durante el año 2020. Las publicaciones a que han dado lugar todos estos hitos se recogen en la lista general en otro lugar de esta Memoria. Estas actividades de investigación están financiadas parcialmente por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Plan Estatal de I+D+i.

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 gas y polvo, los cuales se encuentran en el origen de los sis-



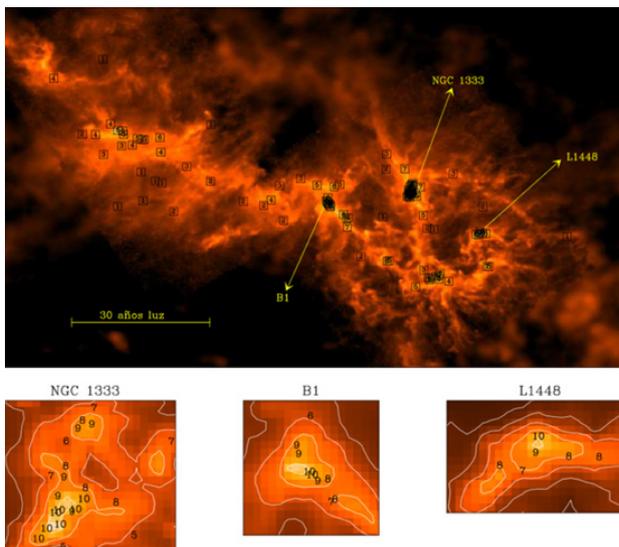
temas planetarios. En el OAN se realizan estudios que abarcan desde la estructura y evolución de las nubes interestelares hasta la formación de estrellas y planetas, pasando por otros aspectos de suma importancia y actualidad, como la astroquímica.

Una nueva técnica para estudiar regiones de formación estelar

Las nubes moleculares recuerdan a las nubes de la atmósfera terrestre en su apariencia irregular, pero su física interna es mucho más compleja debido a la acción combinada de la fuerza de la gravedad, los campos magnéticos, y los movimientos turbulentos del gas. Entender la estructura de las nubes moleculares es un paso necesario para desentrañar el proceso de formación estelar tanto en nuestra galaxia como en galaxias lejanas.

La técnica tradicional para estudiar nubes moleculares consiste en cartografiar la emisión de sus moléculas mediante observaciones a frecuencias radio. Desgraciadamente, la mayoría de los detectores en los radiotelescopios actuales constan de un único píxel, por lo que para cartografiar una nube molecular es necesario realizar lentos barridos espaciales que requieren cientos de horas de observación. Por ello, hasta la fecha solo ha sido posible cartografiar en una variedad de moléculas unas pocas nubes, y no con la suficiente profundidad como para determinar en detalle la totalidad de su estructura interna.

En un trabajo llevado a cabo durante el año 2020, un equipo de astrónomos del OAN, propuso el uso de técnicas de muestreo como alternativa al tradicional cartografiado de nubes moleculares. Este tipo de técnicas, nunca antes usadas en el estudio de nubes moleculares, permite reducir enormemente el tiempo de telescopio concentrando la observación en una muestra de puntos que representa a la totalidad de la nube. Elegir esta muestra de puntos requiere una consideración detallada de las características generales de las nubes moleculares, y en su trabajo, los astrónomos del OAN concluyeron que el llamado muestreo estratificado aleatorio proporciona la solución óptima. Para demostrar esta técnica, los investigadores han observado la nube molecular de Perseo, una de las regiones de formación estelar más cercanas a la Tierra, usando el radiotelescopio de 30 m del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM) en Pico Veleta, Gra-



Panel superior: imagen de la nube molecular de Perseo a longitudes de onda submilimétricas observada por el satélite espacial Herschel. Los números indican las posiciones observadas con el telescopio de IRAM 30m agrupadas en 10 familias según la cantidad de materia a lo largo de la línea de mirada. Paneles inferiores: vista detallada de las tres principales regiones de formación estelar en la nube de Perseo junto con sus posiciones observadas.

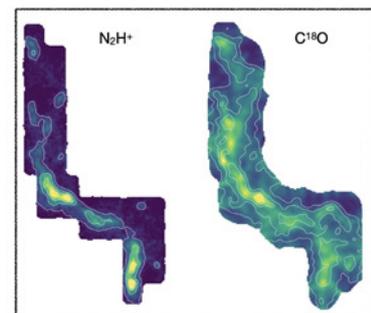
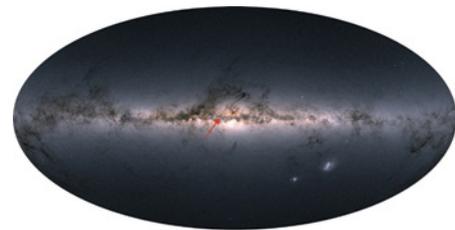
nada, del que el IGN es copartícipe. Gracias a estas observaciones, fue posible caracterizar y modelizar por primera vez la totalidad de la nube de Perseo, desde sus capas más externas hasta las regiones más densas donde se están formando las estrellas.

Diferenciación molecular en escalas interestelares

Hemos visto cómo, para estudiar el medio interestelar, mayoritariamente formado por gas, los astrónomos utilizan la emisión proveniente de las moléculas presentes en él. Sin embargo, las moléculas son muy sensibles a sufrir reacciones químicas y a congelarse sobre los granos de polvo, lo que produce cambios en su emisión. Estos procesos conllevan muchas veces que los resultados sean difíciles de interpretar.

El proceso mencionado por el cual las moléculas se congelan y adhieren a los granos de polvo se conoce técnicamente como depleción. Sucede en regiones de muy alta densidad y bajas temperaturas, y produce que disminuya la abundancia de las moléculas presentes en el gas. Como consecuencia, la emisión de la zona afectada se ve modificada. Sin embargo, no todas las moléculas sufren este efecto de la misma manera o con la misma intensidad, y por ello es de gran importancia entenderlo y saber qué moléculas son sensibles a él, para así entender los límites de las observaciones de las distintas moléculas.

Para entender estos límites y su influencia en las observaciones de regiones muy extensas, los astrónomos del OAN estudiaron este fenómeno en una región extensa de muy alta densidad de nuestra propia galaxia como es la nube oscura infrarroja G11. Para ello, compararon la emisión de las moléculas $C^{18}O$ y N_2H^+ , observadas con el radiotelescopio de 30m de IRAM en Granada. Se observó que las dos moléculas emiten en regiones muy diferenciadas dentro de esta misma nube: N_2H^+ muestra un incremento significativo de su emisión con el aumento de la densidad en la nube, mientras que la intensidad de $C^{18}O$ no sigue esta misma tendencia. Esto indica que la molécula de $C^{18}O$ sufre depleción en las regiones más densas. En el contexto de una nube tan grande como G11, este comportamiento muestra que el proceso de depleción es crítico cuando se necesita estudiar el medio interestelar a través de la emisión molecular, ya sea a pequeñas como a grandes escalas.

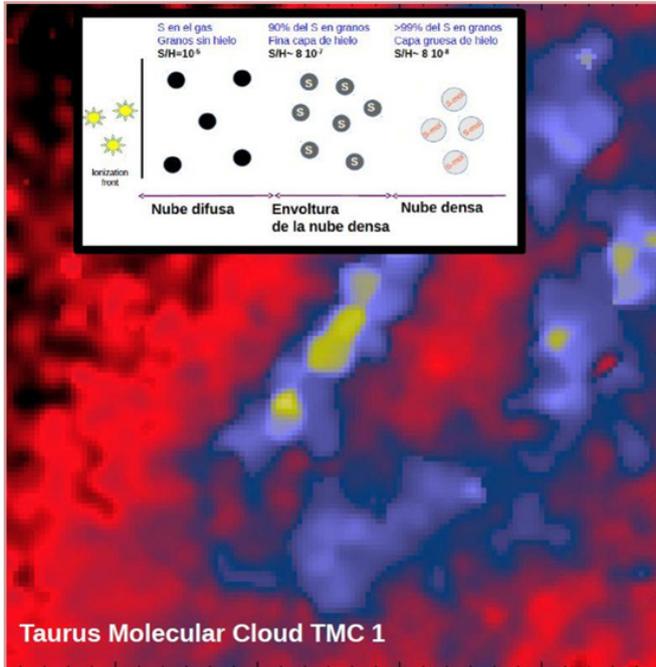


Panel superior: imagen en color de nuestra galaxia, observada en todas las direcciones del cielo por el satélite Gaia (crédito: ESA/Gaia/DPAC); la flecha roja indica la posición de la nube G11 que se estudia en este artículo. Panel inferior: mapas de emisión de las moléculas N_2H^+ y $C^{18}O$ en la nube G11, que muestran claras diferencias.

Proyecto 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





Uno de los objetivos principales del programa GEMS es determinar la abundancia de azufre en el gas y los hielos de las nubes moleculares. En el año 2020, astrónomos del OFN modelaron la emisión de CS, SO y H₂S en la nube molecular TMC 1 para determinar este parámetro. Los modelos químicos incluyeron reacciones en fase gaseosa y en los mantos de hielos de los granos para estimar cuantitativamente la progresiva incorporación del azufre a los mantos de hielos conforme nos adentramos en la nube, desde la parte más difusa en el exterior a los núcleos densos donde se forman las estrellas.

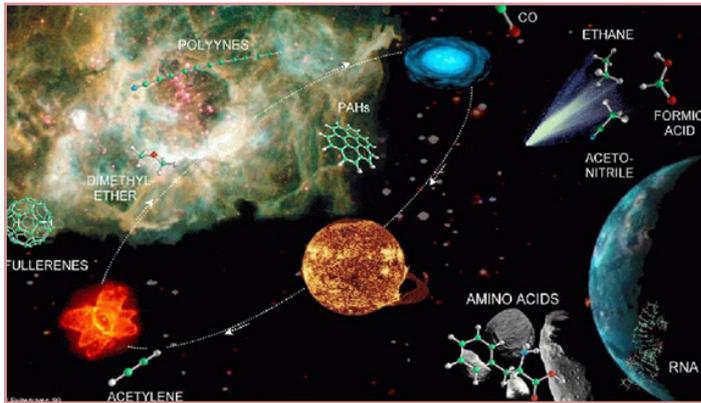
información es de gran importancia para derivar la composición química de los granos sólidos, que serán la semilla de los futuros planetas. Como producto intermedio, este proyecto proporciona un conjunto de datos moleculares sin precedentes en nubes oscuras.

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.

El crisol de la vida con el radiotelescopio gigante SKA

Este proyecto constituye la preparación científica para la realización de observaciones con el *Square Kilometer Array*, SKA, un radiotelescopio gigante que 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 protoplanetas gigantes pueden abrir espacios casi vacíos en el material de los discos, revelando su presencia, así como impulsar ondas espirales a



El ciclo de las moléculas en el espacio: desde las nubes interestelares a estrellas y planetas para regresar al medio interestelar en las últimas fases de la vida estelar

gran escala a través del mismo. Debido a que los tiempos orbitales en el disco interno son cortos, tan solo de 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.

2. Estrellas evolucionadas

Durante 2020, 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.

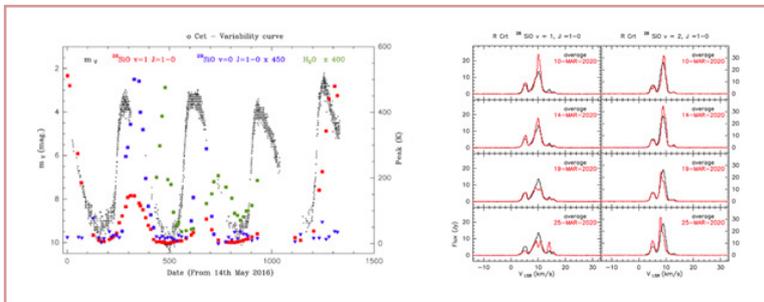
Descubiertas misteriosas variaciones en estrellas viejas

Cuando las estrellas como el Sol han agotado el hidrógeno de su núcleo, se convierten en gigantes rojas. Según sus temperaturas exteriores disminuyen, las estrellas se expanden. Así, el tamaño del Sol, dentro de unos cinco mil millones de años, será tan grande que superará la órbita de la Tierra. Según avanza la fase de gigante roja, la estrella va perdiendo masa de las regiones más externas, y el material que va escapando se enfría para formar regiones de gas y polvo. El óxido de silicio (SiO) es una de las moléculas que más útiles resultan para estudiar estas estrellas ya que se observa gracias a su intensa emisión de tipo máser (lo equivalente en microondas al fenómeno láser).

Las gigantes rojas también sufren inestabilidades, se contraen y se expanden periódicamente, y el brillo de la estrella (incluyendo el de los máseres de SiO) varía con periodos de aproximadamente un año. Los astrónomos del OAN vienen monitorizando desde hace años la variabilidad de los máseres de SiO en más de 20 gigantes rojas utilizando el radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yebes (ver panel izdo. de la figura adjunta).



Astrónomos del OAN están llevando a cabo un trabajo de monitorización en cuyo curso se ha descubierto una variabilidad muy rápida en un tipo de estrellas evolucionadas denominadas «semirregulares». Tales variaciones, de más del 50 % en la intensidad de las líneas de SiO en apenas unos días, resultan sorprendentes y constituyen un nuevo fenómeno, adicional al bien conocido de las variaciones de largo período (panel dcho. de la figura). Las condensaciones de gas causantes de tales variaciones deben de ser fenomenalmente pequeñas, sus tamaños equivalen al de una naranja en la Luna vista desde la Tierra. Las observaciones, que hasta ahora han sido realizadas íntegramente con el radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yebes, se están continuando con otras de VLBI para intentar desvelar todos los detalles y las causas de estas misteriosas variaciones (ver más abajo).



Variaciones observadas en la emisión máser del monóxido de Silicio en la estrella Mira (Omicron Ceti)

Nuevas observaciones de estrellas gigantes rojas mediante VLBI

Como hemos descrito más arriba, astrónomos del OAN descubrieron unas variaciones muy rápidas de la emisión de SiO en varias gigantes rojas, entre ellas la estrella RX Bootis. Es un tipo de variación que no se había observado nunca antes y que puede dar pistas sobre la estructura más interna de la envoltura. Por ello, es importante determinar el origen preciso de tales variaciones. Con ese objetivo, el equipo de astrónomos ha realizado observaciones de altísima precisión mediante interferometría de muy larga base o VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*). Esta técnica combina observaciones simultáneas de radiotelescopios separados cientos o miles de kilómetros. Es como observar la estrella con un radiotelescopio gigantesco, de cientos de kilómetros de tamaño (ver recreación adjunta). Así es posible diferenciar detalles comparables a una moneda de 10 céntimos en lo alto de la Torre Eiffel observada desde Nueva York.



Recreación artística ilustrando que las observaciones de VLBI equivalen a observar con un radiotelescopio de muchos kilómetros de tamaño

Para realizar este nuevo estudio tras obtener tiempo de observación en una competición internacional, se ha utilizado una de las redes de VLBI más potentes del mundo: la estadounidense «*Very Long Baseline Array*» (VLBA). Con el fin de determinar el origen de los cambios de luminosidad, ya se ha observado RX Bootis en cuatro épocas diferentes, y los resultados son magníficos, pudiéndose detectar la emisión de SiO con buena razón señal/ruido. Los resultados de este trabajo van a ser publicados en la revista especializada *Astronomy & Astrophysics*.

Nuevos datos sobre nebulosas planetarias de estrellas binarias

Al envejecer y agotar su combustible nuclear, las estrellas similares al Sol se desestabilizan y experimentan grandes cambios: el núcleo estelar se contrae mientras la atmósfera se infla hasta alcanzar un tamaño similar al de la órbita de la Tierra. La estrella de tipo solar se transforma así en una estrella gigante que, en su expansión, puede acabar atrapando a algunos de sus planetas interiores. Si la estrella tiene una compañera suficientemente cercana, esta también podrá acabar atrapada por la atmósfera en expansión y la fricción provocará entonces que su órbita disminuya gradualmente. La atmósfera de la primera estrella se convertirá entonces en una «envoltura común» del sistema binario y esta envoltura adoptará una morfología con marcada simetría axial. Es un tipo especial de nebulosa planetaria, las nebulosas resultantes de la muerte de las estrellas de tipo solar. Actualmente se cree que al menos una cuarta parte de las nebulosas planetarias proviene de sistemas binarios que atraviesan esta etapa de «envoltura común». Sin embargo, los mecanismos físicos que regulan la formación y estructuración de la «envoltura común» no se conocen bien, y los modelos teóricos existentes no son capaces de explicar cómo se eyecta completamente la envoltura de la estrella primaria.

En el año 2020, un equipo de astrónomos del OAN observó la componente molecular de 9 de las 62 nebulosas conocidas que han pasado por una etapa de «envoltura común». En la figura adjunta se muestra la imagen visible de una de ellas (NGC6778) junto con la emisión del monóxido de carbono observada con el radiotelescopio de 30 m del IRAM. A partir de estos datos, el equipo concluyó que la masa de nebulosas de sistemas binarios es similar a las de las estrellas individuales, lo cual resulta un tanto sorprendente, pues cabría esperar que las primeras fueran más masivas. Además, al separar la muestra de las nebulosas postenvoltura común en nebulosas provenientes de la primera envoltura común del sistema (sistemas SD) y de la segunda (sistemas DD), resultó que estas últimas son significativamente más masivas que sus compañeras, lo cual sí va en consonancia con los modelos de eyección. Son resultados muy prometedores que ayudarán a refinar los modelos teóricos y a discernir entre varios de ellos.

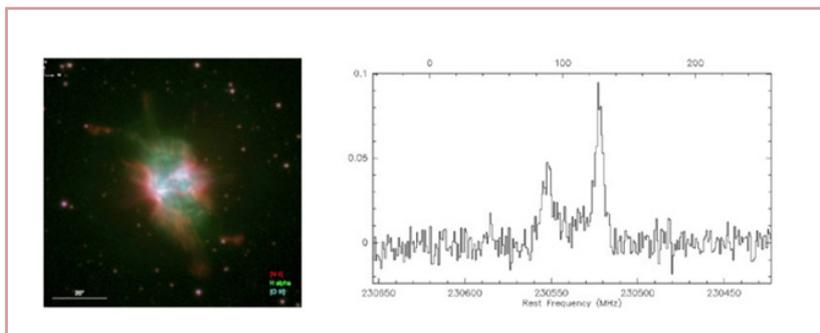


Imagen la nebulosa planetaria NGC6778 obtenida en luz visible junto con la emisión del monóxido de carbono observada con el radiotelescopio de 30 m del IRAM



Una segunda generación de planetas en sistemas binarios de estrellas viejas

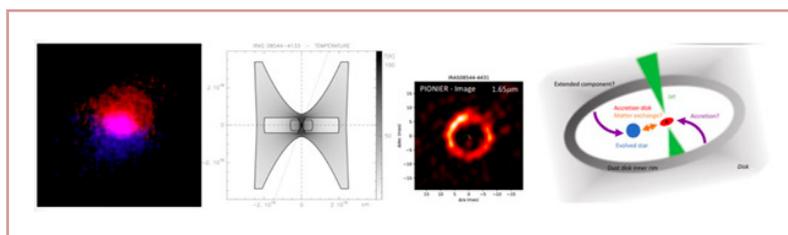
La formación de sistemas planetarios es uno de los temas de mayor actualidad en astrofísica. Casi siempre estas investigaciones se centran en la detección de nuevos sistemas planetarios orbitando alrededor de estrellas jóvenes o de edad media (como nuestro Sol). Sin embargo, no son estas las únicas situaciones propicias para la formación de nuevos planetas.

Las estrellas de tipo solar inician el fin de su vida cuando entran en la fase de la rama asintótica de las estrellas gigantes (fase AGB). Se produce entonces una intensa pérdida de masa de hasta 1000 millones de veces más intensa que el viento solar. Así se acaba formando una nebulosa circunestelar rica en moléculas y en granos de polvo que, con el tiempo, se transformará en una nebulosa planetaria. En estrellas individuales, la pérdida de masa y la nebulosa que ésta produce tienen simetría esférica. Por el contrario, en sistemas binarios, la presencia de una estrella compañera hace que la pérdida de masa y la nebulosa sean más densas en el plano de la órbita del sistema, y que además adquieran una cierta rotación con la misma orientación y sentido de giro que el sistema binario central.

En el caso de estrellas binarias que han superado la fase AGB (estrellas post-AGB), se ha detectado la presencia de discos circumbinarios estables que presentan muchos de los procesos necesarios para la formación de planetas: aumento del tamaño de partículas sólidas, segregación de la fase sólida y gaseosa, sobreabundancia de elementos refractarios, etc. Por todo ello, se contempla la posibilidad de la formación de planetas de «segunda generación» en este tipo de objetos, que representan un 45 % de las estrellas de tipo solar.

Para estudiar en detalle la estructura, dinámica, composición y evolución de este tipo de discos circumbinarios, los astrónomos del OAN iniciaron la participación, durante el año 2020, en un grupo internacional de investigación creado para ese fin. Para ello obtuvieron tiempo de observación en los telescopios más competitivos del mundo, como el interferómetro VLTI en Chile (usando los instrumentos PIONIER y Gravity). La contribución española lideró la investigación de estos discos mediante su observación con el interferómetro ALMA, ubicado en Chile, estudiando la estructura y dinámica del gas a gran y a pequeña escala (comparable al tamaño de nuestro sistema solar).

Los primeros resultados de este gran esfuerzo observacional fueron presentados en diversos simposios internacionales. Un resumen de los obtenidos en el sistema denominado IRAS 08544–4431 puede verse en la figura adjunta.



De derecha a izquierda: mapa a gran escala de la emisión en la molécula de CO obtenido mediante ALMA; modelo de la envoltura molecular de IRAS 08544–4431 obtenido a partir de los datos anteriores; resultado de las observaciones infrarrojas llevadas a cabo con VLTI/PIONIER, mostrando la estructura más interna del disco de polvo y esquema de la estructura de las zonas centrales de IRAS 08544–4431. Es en esas regiones internas donde se dan las condiciones que podrían ser idóneas para la formación de una segunda generación de planetas

Proyecto AxIN - El surgimiento de la simetría axial en nebulosas planetarias

Uno de los temas que goza de mucha actualidad en astrofísica es el 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.

Proyecto INSPIRING

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 se restringirán las interacciones disco / objetos binarios, 2) se obtendrán las distancias absolutas, luminosidades y masas de los sistemas, 3) se encontrará evidencia de acreción del disco circumbinario, 4) se confirmará la presencia de un disco de acreción secundario en toda la muestra, 5) se estudiará el origen de la componente de flujo extendido y 6) se estudiará 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, ofrecerá así una visión cada vez más clara de la estructura y evolución de estos discos protoplanetarios de segunda generación.

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.

Nuevas estimaciones de distancias a galaxias lejanas

Debido a la expansión del universo, las galaxias se están alejando de nosotros a mayor velocidad cuanto más distantes se encuentran. Este alejamiento hace que la luz emitida por estas galaxias nos llegue desplazada hacia frecuencias más bajas, de manera análoga a lo que ocurre cuando escuchamos la sirena de una ambulancia alejándose. El llamado *redshift*, o desplazamiento al rojo, es una medida de la diferencia entre



la frecuencia emitida y la recibida. Cuanto más lejos está una galaxia, más rápidamente se aleja de nosotros, y por tanto, mayor es su desplazamiento al rojo. La medida del redshift tiene una gran relevancia en astrofísica, ya que nos permite estimar la distancia a las galaxias que observamos y, por tanto, crear mapas tridimensionales de lo que vemos proyectado en el cielo.

Para determinar con precisión el redshift de una galaxia es necesario medir su espectro, es decir, descomponer su luz en sus diferentes frecuencias. Estas medidas espectroscópicas son muy costosas en términos de tiempo de observación, por lo que en la práctica resulta imposible medir el redshift espectroscópico de todas las galaxias que se detectan. Sin embargo, utilizando métodos fotométricos, menos costosos en tiempo de telescopio, se pueden realizar estimaciones algo menos precisas, pero que siguen siendo de gran utilidad.

Durante el año 2020, astrónomos del OAN lideraron el desarrollo de un método para estimar el redshift de un gran número de galaxias y, por tanto, sus distancias, a partir de datos fotométricos obtenidos con el telescopio Pan-STARRS, en Hawái. Pan-STARRS ha cartografiado tres cuartas partes del cielo, tomando medidas fotométricas en 5 bandas del espectro visible. Con las nuevas distancias ahora estimadas, este método posibilita la realización de otros estudios científicos de gran actualidad, como el referente a la formación y evolución de galaxias, o a las propiedades de la energía oscura.

Halladas nuevas moléculas en la mitad de la vida del universo

Cuando observamos astros más y más lejanos, los vemos tal y como eran en épocas más y más remotas de la evolución cósmica. Ello es debido a que la luz emitida por esos astros necesitó de mucho tiempo para llegar a nuestros telescopios. Por tanto, cuando podemos observar el gas de una galaxia lejana, podemos recuperar información muy valiosa sobre los procesos de formación estelar y de la química del medio interestelar en momentos tempranos de la vida del universo.

En este contexto, astrónomos del OAN lideraron un estudio que reveló, por vez primera, la presencia de nueve moléculas relativamente complejas en una galaxia espiral que se encuentra a unos 10.000 millones de años luz de distancia de la Vía Láctea (desplazamiento al rojo $z=0.89$), cuando el universo tenía algo más de la mitad de su edad actual. De estas moléculas, seis de ellas fueron detectadas por primera vez fuera de nuestra galaxia: C₃N, C₃H⁺, CH₃SH, HCOOH, H₂CN y CH₂CHCN.

El sistema donde se detectaron estas especies, conocido como PKS 1830-211, está formado por un cuásar extremadamente brillante y muy lejano, a unos 25.000 millones de años luz ($z=2.5$), que está perfectamente alineado, en nuestra dirección de mirada, con la galaxia espiral que se encuentra más cercana. La masa de la galaxia más cercana desvía y amplifica la luz del cuásar lejano formando una lente gravitacional, de las predichas por Einstein, según la configuración esquematizada en la figura adjunta. Como se muestra en la ilustración, estas especies han sido identificadas

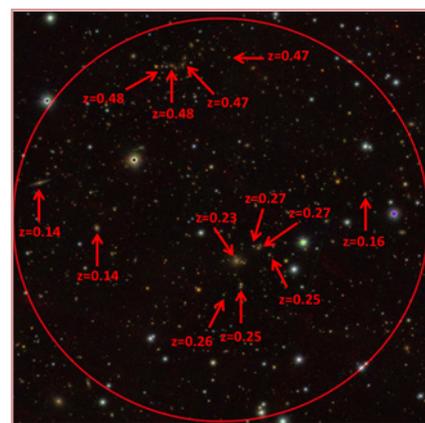


Imagen del telescopio Pan-STARRS con el desplazamiento al rojo (z) de algunas galaxias. En la parte inferior de la imagen, se aprecia un cúmulo a $z=0.23$, con galaxias de color amarillento; en la parte superior destaca otro cúmulo a $z=0.47$, con las galaxias más rojizas debido a su mayor distancia. Esta diferencia de color permite estimar el desplazamiento al rojo.

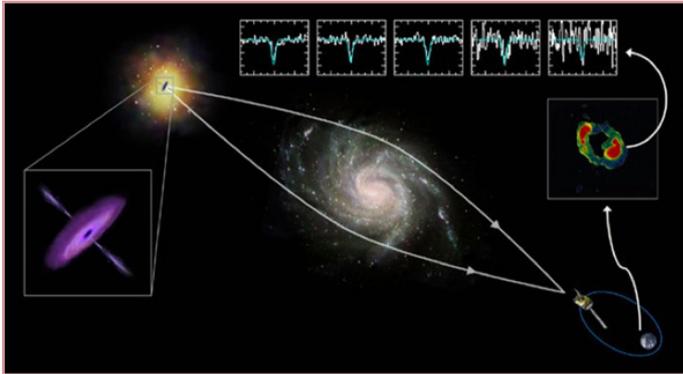


Ilustración de las observaciones llevadas a cabo sobre la lente gravitacional PKS1830-211 con el radiotelescopio de 40-m del Observatorio de Yebes

gracias a la absorción que se produce en la galaxia cercana de la luz procedente de la más lejana. Las correspondientes líneas espectrales de absorción son muy débiles, pero pudieron ser detectadas confortablemente con el radiotelescopio del 40 m del Observatorio de Yebes (IGN) operando a longitudes de onda de 7 mm.

Este trabajo representa un avance muy significativo en la determinación de la composición química del gas en momentos tempranos de la evolución del universo. En aquella época, solo los elementos formados en estrellas masivas -cuyo tiempo de vida es muy inferior al de las estrellas de tipo solar- han tenido tiempo de ser procesados y devueltos al medio interestelar. Por tanto, la composición del gas que se observa en estas galaxias lejanas debe reflejar, muy selectivamente, los productos de la muerte de estrellas masivas. Cabe esperar diferencias con la Vía Láctea, donde las estrellas de baja masa ya han tenido tiempo de contribuir a su composición química. Así pues, estos resultados aportan fascinantes indicios sobre la evolución química del universo.

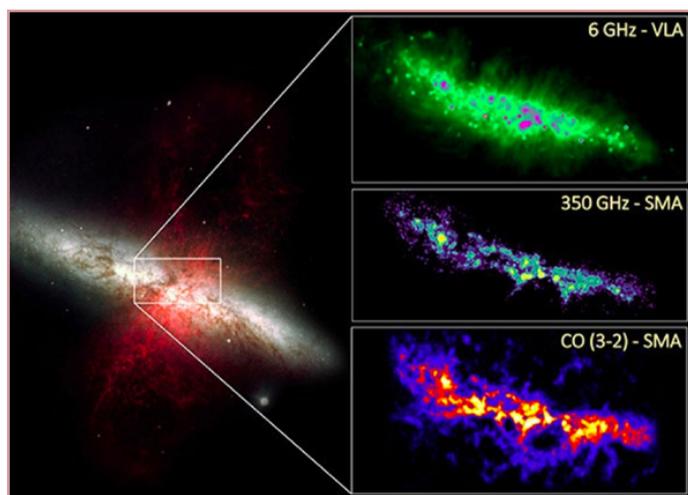
Grandes cúmulos estelares formándose en la Galaxia del Cigarro

Los supercúmulos estelares son cúmulos de estrellas jóvenes muy compactos y de gran masa, y constituyen algunos de los episodios más extremos de formación estelar que conocemos. A pesar de su importancia, muchos aspectos sobre la formación y evolución de estos supercúmulos siguen siendo desconocidos. Al estar envueltos por densas capas de gas y polvo en las primeras etapas de su formación, las observaciones con radiotelescopios son nuestra única herramienta para estudiar la estructura inicial del polvo y el gas circundante, antes de que las estrellas deshagan su envoltura natal.

Durante el año 2020, un equipo internacional liderado por astrónomos del OAN ha realizado observaciones en el rango de frecuencias submilimétrico para estudiar la población de estos cúmulos en la Galaxia del Cigarro, M82, una galaxia muy cercana cuya interacción gravitatoria con M81 provoca un estallido de formación estelar en su núcleo. En esta campaña las observaciones se han realizado con el interferómetro Submillimeter Array (SMA) en Hawái, registrando la emisión del polvo y de un amplio conjunto de moléculas. El polvo se observa a una frecuencia de 350 GHz (350 gigahercios, lo que corresponde a radiación con una longitud de onda de 0,86 mm), y estas observaciones suponen un hito al haberse alcanzado la mayor resolución obtenida hasta ahora.

Las observaciones de SMA revelan picos de emisión compactos que confirman la existencia de una población de más de 20 supercúmulos en M82 sin contrapartidas ópticas. Estos picos están además aso-





Imágenes de la «Galaxia del Cigarro» observada a distintas frecuencias con el telescopio Submillimeter Array, en Hawái

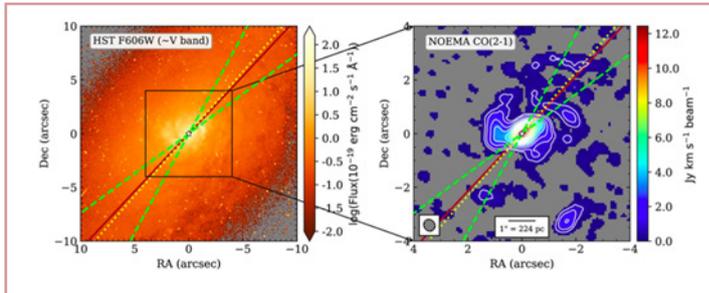
ciados con la emisión de gas denso y muy excitado, tal y como indica la fuerte emisión de la molécula de monóxido de carbono en una transición específica, CO(3-2). Se estima que la mayoría de estos cúmulos todavía se están formando. Los autores están analizando diversas observaciones complementarias en un rango más amplio de frecuencias, lo que, en combinación con los mapas ya existentes, permitirá resolver la distribución y el movimiento de los distintos componentes. También planean comparar con observaciones de otras galaxias para ahondar en cómo las propiedades del entorno local afectan la formación y evolución de los supercúmulos.

El complejo movimiento del gas interestelar en el entorno de los agujeros negros supermasivos

La mayor parte de las galaxias alberga en su núcleo un agujero negro supermasivo. La potente atracción gravitatoria de estos objetos les permite crecer a medida que engullen el gas interestelar más próximo. Durante este proceso de captura de materia, se inyectan importantes cantidades de energía en las regiones circunnucleares. Se cree que este ciclo de alimentación y realimentación ha favorecido la evolución paralela de los agujeros negros supermasivos y de las galaxias a lo largo de la historia del universo. Para evaluar la importancia de estos procesos, es necesario cuantificar los movimientos de caída y de expulsión que experimenta el gas molecular, el principal componente del medio interestelar en las regiones galácticas centrales.

En un estudio llevado a cabo en el OAN en el año 2020, se examinaron cinco galaxias cuyos agujeros negros centrales están liberando gran cantidad de radiación. Para ello se realizaron observaciones de la emisión del monóxido de carbono (CO) interestelar con el radiointerferómetro NOEMA del IRAM, instituto del que el IGN es copartícipe. Las galaxias observadas distan entre 60 y 190 millones de años-luz de nosotros, a pesar de lo cual NOEMA resuelve los movimientos del gas a escalas de entre 100 y 300 años-luz. Si bien la mayor parte del gas circunnuclear de cada galaxia aparece rotando en torno a su centro, se encuentra una gran variedad de movimientos radiales añadidos. Sin embargo, sólo en un caso se hallan evidencias convincentes de una eyección de gas molecular, la cual podría estar impulsada por la energía liberada en la vecindad del agujero negro.

La imagen adjunta muestra el caso de la galaxia Mrk 1066, situada a una distancia de 150 millones de años-luz. El análisis espectral de la emisión de CO revela un flujo de gas molecular de 90 km/s de velocidad



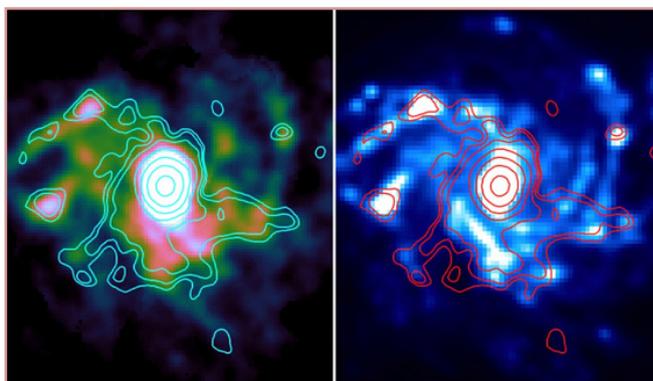
La galaxia Mrk 1066, situada a una distancia de 150 millones de años-luz. El panel de la izquierda corresponde a la emisión de luz visible detectada por el telescopio espacial Hubble en una región de quince mil años-luz de tamaño. A la derecha se muestra la emisión en longitudes de ondas milimétricas de CO observada con NOEMA en una región central de seis mil años-luz.

máxima dentro de un radio de 350 años-luz. Los autores estimaron que el núcleo está expulsando gas a razón de unas siete masas solares por año.

En la última década, el progreso de la instrumentación radioastronómica ha posibilitado la detección de estas eyecciones de gas molecular en los núcleos de más galaxias. Mediante estos flujos los agujeros negros supermasivos podrían regular su crecimiento y el de las galaxias que los albergan.

Proyecto 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.



La galaxia Mrk 1066, situada a una distancia de 150 millones de años-luz. El panel de la izquierda corresponde a la emisión de luz visible detectada por el telescopio espacial Hubble en una región de quince mil años-luz de tamaño. A la derecha se muestra la emisión en longitudes de ondas milimétricas de CO observada con NOEMA en una región central de seis mil años-luz.

Proyecto 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).

Proyecto 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.

Proyecto 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.

Cabe destacar que, del 20 al 24 de enero de 2020, se celebró en la sede del OAN, en el Real Observatorio de Madrid (ROM) la IV reunión anual del consorcio científico de PHANGS (*Physics at High Angular resolution in Nearby Galaxies*; <https://sites.google.com/view/phangs>), en la cual participaron 45 astrónomos de centros de investigación de siete países.

70



Participantes en la IV reunión anual de PHANGS junto al pórtico del Edificio Villanueva del Real Observatorio de Madrid.

Proyecto 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

Proyecto 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.

Proyecto 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.

Proyecto 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.

Proyecto 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.

Proyecto ALCHEMI- The ALMA Comprehensive High-resolution Extragalactic Molecular Inventory

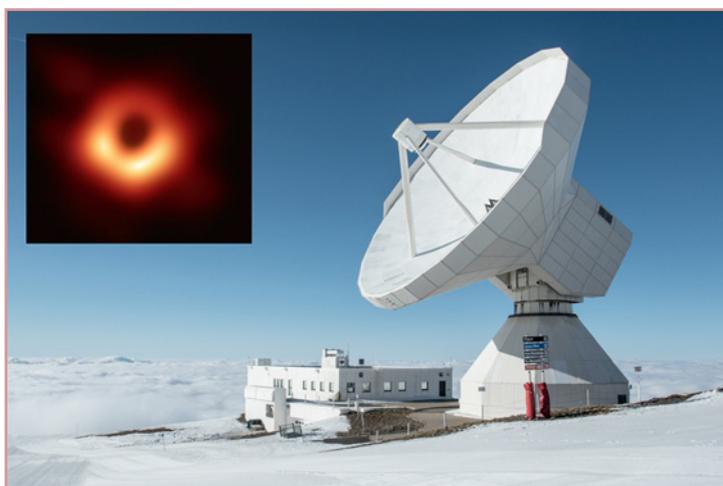
Mediante este «*Large Programme*» de ALMA se está obteniendo el inventario molecular, resuelto espacialmente, más completo alrededor de un entorno de estallidos estelares. Para ese propósito, ALCHEMI



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.

Premio para el consorcio EHT, que obtuvo la primera imagen de un agujero negro

A finales del año 2020, se hizo público que el consorcio Event Horizon Telescope (EHT) recibía el premio *Group Achievement Award 2021* de la *Royal Astronomical Society*. El EHT es un interferómetro que combina telescopios distribuidos por todo el planeta, desde Sierra Nevada hasta los volcanes de Hawái, pasando por el desierto de Atacama en Chile y la Antártida. El EHT constituye un desafío formidable, posible gracias a décadas de trabajo y compromiso por parte de las trece instituciones asociadas, varios organismos y más de 340 investigadores.



El telescopio de 30 metros de IRAM en Sierra Nevada, parte del EHT, que obtuvo la primera imagen de un agujero negro (arriba a la izquierda). En el año 2020 se hizo público que el EHT era premiado con el «Group Achievement Award 2021» de la Royal Astronomical Society.

España participa en este proyecto a través del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM), del que el IGN es co-partícipe, y gracias a los telescopios ALMA y APEX, situados en Chile, que cuentan con participación española a través del Observatorio Europeo Austral (ESO). En particular, el radiotelescopio de 30 metros de IRAM en Pico Veleta, Granada, contribuyó de forma decisiva a la obtención de la primera imagen de un agujero negro.

En abril de 2019, el equipo de EHT reveló al mundo la primera imagen de la sombra proyectada por el agujero negro en el centro de la galaxia M87, obtenida gracias a la impresionante resolución angular del EHT. Esta imagen representa un hito importante en el avance científico y abre nuevas puertas para estudiar la física de la acreción alrededor de los agujeros negros supermasivos.

Se incorporó la undécima antena al interferómetro NOEMA

NOEMA (Northern Extended Millimeter-wave Array) es el conjunto de antenas de altísima precisión que se encuentra operativo sobre la meseta de Bure, a 2550 metros de altitud, en los Alpes franceses. Este observatorio, el más potente del hemisferio norte en su género, fue construido y puesto en funcionamiento por el instituto franco-alemán-español IRAM, organización de la que el Instituto Geográfico Nacional es copartícipe. El interferómetro tenía inicialmente 3 antenas, pero, debido a su gran interés, fue ampliado, en una primera fase, para incluir 6 antenas y ahora lo está siendo para llegar a tener un total de 12 antenas.



En el mes de septiembre de 2020 se incorporó a NOEMA su antena número 11, lo que constituyó un hito de gran relevancia para las observaciones que se realizarían en el siguiente invierno, pues el invierno es la estación durante la que las condiciones son más favorables para las observaciones astronómicas. La compleción de la antena 11 también adquirió una especial relevancia por las difíciles condiciones que, debido a la pandemia de covid-19, tuvieron lugar durante las últimas etapas de su construcción y montaje. Según demostraron las primeras observaciones, las prestaciones de NOEMA, con estos 11 elementos, fueron magníficas. Este rendimiento se verá incrementado aún más cuando se incorpore al observatorio la antena número 12, y última, en el curso del año 2021.



El interferómetro NOEMA, con sus 11 antenas, en septiembre de 2020 | IRAM

El CNIG y el Ministerio de Ciencia e Innovación firmaron un convenio para dotar de nuevas prestaciones al radiotelescopio de Pico Veleta

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma), a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), y el Ministerio de Ciencia e Innovación firmaron en noviembre del año 2020 un convenio para dotar de nuevas prestaciones al gran radiotelescopio de Pico Veleta.

El nuevo convenio, de Actualización del Sistema de Servos y de la Superficie de Antena (ASSSA), establece una inversión de 4,8 millones de euros para aumentar las prestaciones del radiotelescopio: el 80 % de la inversión procederá de fondos FEDER y el 20 % del presupuesto propio del CNIG. La inversión se destinará a la instalación de un nuevo sistema de servocontrol y a la mejora de la calidad de la antena.

El radiotelescopio de 30 m de diámetro, instalado en Pico Veleta en la provincia de Granada, es uno de los más potentes del mundo en su género y está siendo uno de los más productivos de la historia de la astronomía.

El observatorio, que está enclavado en un sitio excepcional a 2.800 metros de altitud, fue construido y es mantenido operativo por el Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM), en el que participan la Sociedad Max Planck de Alemania, el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia y el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de España, centro este último al que está adscrito el CNIG.



El radiotelescopio de Pico Veleta, Granada, con sus 30 metros de diámetro | IRAM





La superficie de esta antena parabólica es ya hiperprecisa pues sus desviaciones respecto de un paraboloide matemático perfecto ya son mucho menores que el grosor de un cabello humano. Sin embargo, gracias al nuevo proyecto se espera conseguir aumentar la precisión al límite de las posibilidades actuales de la ingeniería.

Entre los logros de esta gran Instalación Científico-Técnica Singular (ICTS) se encuentran las observaciones que condujeron a obtener la primera imagen de un agujero negro. Gracias a este nuevo proyecto de mejora, se garantiza que el radiotelescopio permanezca en la vanguardia científico-tecnológica durante varias décadas, lo que le permitirá participar así en muchas más observaciones revolucionarias.

El IGN asumió la presidencia de la Comisión Nacional de Astronomía

En su reunión plenaria del 23 de septiembre de 2020, el Instituto Geográfico Nacional (IGN), asumió la presidencia de la comisión Nacional de Astronomía (CNA), órgano colegiado de la Administración General del Estado que tiene como finalidad el impulso y coordinación de los programas astronómicos nacionales.

En la CNA, que también es el órgano representante español en la Unión Astronómica Internacional, están representadas las mayores instituciones españolas con observatorios astronómicos y, a través de reconocidos expertos, todas las subdisciplinas de los estudios del universo. Por tanto, la CNA tiene la capacidad para proporcionar asesoramiento a la Administración General del Estado prácticamente en todos los aspectos de astronomía y astrofísica.

Siguiendo el reglamento de la Comisión, la presidencia y vicepresidencia de la CNA corresponden alternativamente, cada dos años, a la Presidencia del CSIC y a la Dirección General del IGN. De acuerdo con ello, pasó a ser presidida por el actual director general del IGN, Lorenzo García Asensio, ejerciendo la vicepresidencia la actual presidenta del CSIC, Rosa María Menéndez. La secretaría de la Comisión pasará a desempeñarla el director del Observatorio Astronómico Nacional (IGN), Rafael Bachiller.

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

El proyecto EVE tiene como objetivo la interacción y la cooperación 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 a escala regional e internacional mediante la definición de acciones y protocolos comunes para pronosticar los escenarios volcánicos y sus posibles impactos, en tiempo real durante una crisis volcánica.

ChESEE. Centre of Excellence for Exascale in Solid Earth. 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).



ChEESE 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. Los códigos se auditarán y optimizarán tanto a nivel de intranodo (incluidos los nodos de computación heterogéneos) como a nivel de internodo en prototipos de hardware de arquitectura a exaescala (enfoque de co-diseño). En la preparación para Exascale también se considerarán los aspectos de código entre núcleos de los flujos de trabajo de simulación. En primer lugar, ChEESE desarrollará demostraciones Piloto (PD) para problemas científicos que requieran de computación a Exascale en simulaciones sísmicas en tiempo casi real e inversión de onda completa, dispersión de cenizas volcánicas, simulaciones de tsunami más rápidas que tiempo real y análisis de peligrosidad para sísmica, volcanes y tsunamis. En segundo lugar, los proyectos piloto servirán para prestar servicios de computación urgente, pronóstico de alerta temprana de riesgos geográficos, evaluación de peligrosidad y análisis de datos. Los proyectos piloto se ensayarán en un entorno operacional y se pondrán a disposición de una comunidad de usuarios más amplia. Además, y en colaboración con el Sistema Europeo de Observación de Placas (EPOS), ChEESE promoverá y facilitará la integración de los servicios de *High Power Computing* (HPC) para ampliar el acceso a los códigos a la comunidad de usuarios. Por último, ChEESE tiene por objeto servir de centro de fomento de la HPC en toda la comunidad de la Tierra Sólida e interesados afines, así como impartir formación especializada sobre los servicios.

EUROVOLC. European Network of Observatories and Research Infrastructures for Volcanology. Proyecto Europeo.

EUROVOLC 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 aislada, así como instituciones de investigación vulcanológica. 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 herramientas 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.

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. Además de su participación en la campaña, el IGN ha instalado un prototipo de cámara de desarrollo propio optimizada para operar en condiciones meteorológicas extremas

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.

76

PROMEDED. Evolución de la productividad biológica marina en el Mediterráneo: nuevas perspectivas sobre el impacto del cambio climático, la desoxigenación y el aporte eólico.

La investigación se centra en las variaciones de la productividad y la oxigenación a lo largo del tiempo sobre la base de nuevos enfoques y los conocimientos adquiridos sobre los indicadores sustitutos de la productividad del bario. En este contexto, se evaluarán las variaciones de la productividad biológica marina y los vínculos entre los rápidos cambios climáticos y las oscilaciones de los aportes de nutrientes (incluidos los eólicos). El uso de variables sustitutivas convencionales y novedosas, como los isótopos metálicos y el magnetismo ambiental, así como las variaciones en las condiciones de oxígeno. Los objetivos incluyen la reconstrucción de las oscilaciones de productividad durante períodos seleccionados de cambio climático rápido, y proporcionar nuevos conocimientos sobre los procesos biogeoquímicos vinculados a los cambios de productividad y oxigenación, avanzando así en la comprensión de las posibles respuestas en los futuros escenarios climáticos.

GEOSTRAV. Modelos geofísicos de estructuras corticales singulares en La Palma y zona central de Tenerife (Teide-Pico Viejo) y estudio geodésico de deformaciones volcánicas en La Palma.

Este proyecto está liderado por investigadores del CSIC y la UCM y con participación del IGN, en él se estudiarán dos de los complejos volcánicos más interesantes de Canarias: Teide-Pico Viejo en Tenerife y el volcán Cumbre Vieja en La Palma. Los objetivos principales son obtener modelos geofísicos de estructuras corticales y estudiar procesos geodinámicos ligados a su actividad volcánica, todo ello a partir de la aplicación de diferentes técnicas geodésicas y geofísicas.

Antropocosta-2. (Anthropocene sedimentary record of the coastal and marine areas of Northern Atlantic Iberia). Ministerio de Ciencia. Plan Nacional Retos.

Este proyecto está coordinado por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y en el que participa también personal del IGN perteneciente al Laboratorio de Magnetismo de Materiales y Magnetismo Ambiental (L-MAGMA, Servicio de Geomagnetismo, Observatorio Geofísico Central), además de investigadores de otras instituciones (Universidad de Cantabria, Universidad de Vigo, Instituto Español de Oceanografía, Universidad de Oviedo, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Lisboa, Universidad de Coimbra, Universidad Nacional Autónoma de México). 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. En el proyecto se pretende examinar la evolución ambiental utilizando un conjunto muy amplio de análisis: 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 s. XX (238, 239, 240Pu, 206, 207, 208Pb, 210Pb, 137Cs), análisis de fotografía aérea histórica y actual.

Proyecto ORCA (Observatorio de Rayos Cósmicos Antártico)

En el proyecto ORCA (Observatorio de Rayos Cósmicos Antártico), liderado por la Universidad de Alcalá de Henares, colaboran también la Universidad de Santiago de Compostela, investigadores del Instituto Geográfico Nacional y de la Universidad de Kiel (Alemania), entre los objetivos que se plantea este proyecto se encuentran estudiar el efecto del campo magnético terrestre sobre la propagación de los rayos cósmicos y analizar la actividad solar. Para ello, se propone medir la radiación de los rayos cósmicos durante los 12.600 kilómetros del trayecto de la expedición hasta la Antártida, en el buque Sarmiento de Gamboa y, de forma permanente, se medirá también en la base científica Juan Carlos I, ubicada en la Isla Livingston. El análisis de estas mediciones permite realizar estudios de la atmósfera terrestre y de variaciones del campo magnético terrestre. Además, durante el viaje la expedición atraviesa la anomalía del Atlántico Sur (una anomalía del campo magnético terrestre, única en la Tierra) lo que permitirá disponer de información sobre el efecto de la misma en los flujos de rayos cósmicos.

***ORCA-2. Antarctic Cosmic Ray Observatory -2.
Ministerio de Ciencia e Innovación. 01/06/2020 a 31/05/2023***

Este proyecto, liderado por la Universidad de Alcalá de Henares, es continuación del proyecto Observatorio de Rayos Cósmicos Antártico (ORCA), pero plantea nuevas y ambiciosas acciones. La primera es integrar ORCA y CaLMA 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 de rayos cósmicos en Tenerife a una altura superior a los 2000 m. La segunda es continuar las observaciones latitudinales de la radiación cósmica iniciadas en 2018 a bordo del Sarmiento de Gamboa. Por último, la tercera acción consiste en la explotación de los datos ya existentes de ORCA y CaLMA y su correlación con las variaciones del campo magnético terrestre, así como su relación con parámetros del viento solar como velocidad, campo magnético y temperatura.





SILEX: Acelerómetros con tecnología MEMS

En el año 2020 la red SILEX ha continuado creciendo, alcanzando los 42 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.

Caracterización del suelo en emplazamientos de registro sísmico

En el año 2020 se ha continuado con el proyecto de caracterización del suelo en emplazamientos de registro sísmico. Este año, debido a las restricciones sanitarias, solo se ha podido realizar una campaña de adquisición de datos en emplazamientos de 6 estaciones sísmicas de aceleración de las zonas de Murcia y de Alicante. 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 ha proseguido con 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»).

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 hay instalada una red sísmica local en el recinto del museo.

ATLANTIS: Estudio tomográfico tridimensional de la litosfera Atlántico-Norteafricana

Los objetivos principales de este proyecto son:

1. Elaborar un modelo tridimensional de la estructura de la litosfera del margen norteafricano y definir la localización y geometría de las principales fallas y su relación con la geología superficial.
2. Comprobar la viabilidad de los modelos geodinámicos existentes para la formación de las cordilleras y cuencas del Mediterráneo occidental.
3. Proponer un nuevo modelo conceptual de los procesos de formación de la zona del Mediterráneo occidental.



Principales indicadores en 2020

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 operative en modo VGOS)

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

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

Visitas a los Observatorios

- Visitas a Yebes: 7.500 personas.
- Visitas a Real Observatorio de Madrid: 1614 personas.

Intervenciones en medios de comunicación: 155





IGN
2020

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

CARTOGRAFÍA BÁSICA: «MTN25 automático, generación de una nueva versión de la serie completa en el plazo de un año»

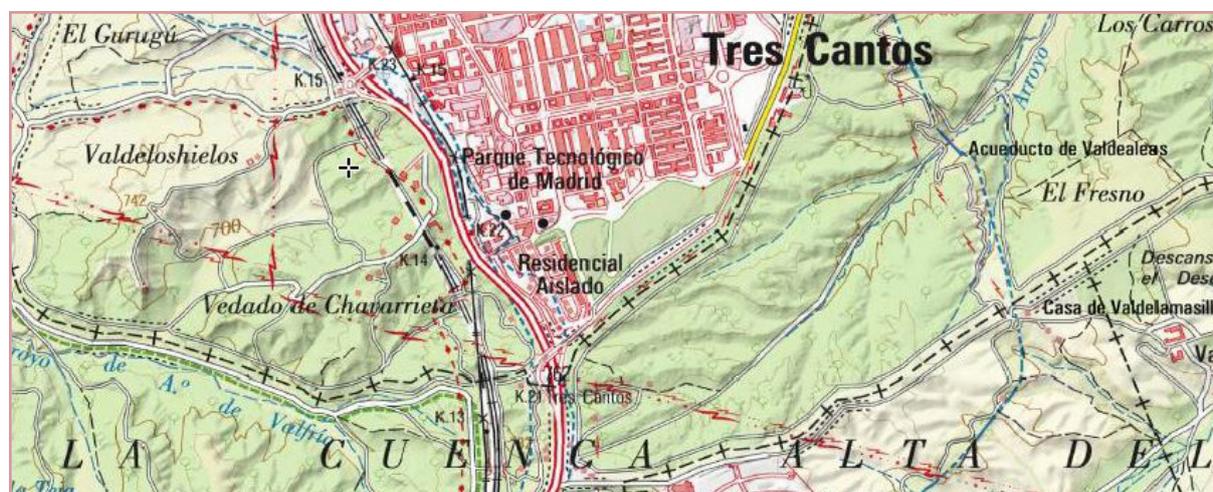
El Mapa Topográfico Nacional (MTN) constituye uno de los mandatos legales fundacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Se trata del producto cartográfico más emblemático de esta institución y, a su vez, es la base para otros mapas. Se emplea en múltiples campos (ordenación del territorio, proyectos de ingeniería, etc.) y configura el contenido imprescindible que precisan innovadoras aplicaciones que acercan la cartografía al ciudadano, como es el caso de «*Mapa a la carta*».

La metodología de producción del mapa ha cambiado radicalmente en los últimos años, pasando de ser un proceso tradicional con una fuerte componente humana y artística a un proceso automático en el que se optimiza la frecuencia de publicación de las hojas y se prima el grado de actualización de los datos frente a la calidad estética de su redacción cartográfica.

Son múltiples los motivos que han impulsado al IGN a implementar este cambio de paradigma: desde la aparición de nuevas tecnologías para la captura, la edición de datos, la redacción cartográfica y la difusión del producto, hasta los cambios de los flujos de producción (los datos se capturan y almacenan en las Bases de Datos Topográficas y de Referencia y a partir de ellas se genera el contenido del mapa). Sin embargo, los principales impulsores han sido: la limitación de recursos, fundamentalmente debida a la reducción progresiva de personal altamente especializado en la componente artística de la redacción cartográfica, y la búsqueda de una rápida respuesta a la demanda de geoinformación actualizada por parte de una sociedad cada vez más exigente.

Tras años de investigación, implementación y optimización de los procesos, en enero de 2020 se consiguió el hito de la publicación de la primera versión de la serie completa del MTN25 generada automáticamente, publicada tanto a través del [Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica \(CNIG\)](#) como de los servicios [WMS](#) y [WMTS](#) de cartografía ráster del IGN.



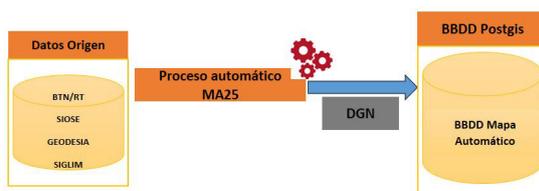
El Mapa Automático se obtiene mediante la ejecución de un flujo de procesos automáticos que tratan de emular los procedimientos tradicionales que se suceden en la elaboración de un mapa tradicional. Se compone de dos fases principales: una primera, en la que se aplican procesos de generalización y edición hasta obtener una primera salida en formato vectorial que es almacenada en base de datos; y una segunda, donde se aplican las técnicas de simbolización y rasterización hasta obtener la salida final del mapa en formato ráster.

Fase I: Generalización, edición de datos y almacenamiento

Conjunto de **procesos automáticos** que extraen los objetos geográficos de las fuentes origen: BTN25 (con las redes de transporte integradas), Delimitaciones Territoriales (SIGLIM), Red Geodésica y Coberturas de Ocupación de Suelo (SIOSE), y les aplican técnicas de redacción para conseguir una representación cartográfica legible de los mismos:

- Generalización a la escala de visualización.
- Clasificación y simbolización según una leyenda.
- Edición de elementos para asegurar la legibilidad.
- Rotulación de entidades con estilo determinado, colocado para que identifique al elemento sin ambigüedad.
- Calidad estética, dentro de lo posible, del mapa resultante, punto crítico del mapa automático.

Finalmente, almacenan los ficheros resultantes en una base de datos.

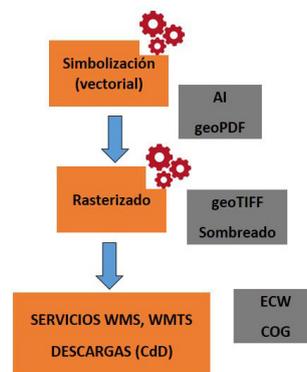


Fase II: Simbolización, rasterización y generación de ráster finales

En el flujo de simbolización se les aplica la simbología de la plantilla previamente diseñada, una vez estructuradas las capas según el orden de visualización que esta precisa, obteniéndose como resultado los ficheros GeoPDF.

En la fase de **rasterización**, se georreferencia y escala, y se procede a escribir en formato GeoTIFF los ráster correspondientes a cada hoja. Este GeoTIFF incorpora además el sombreado generado a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT).

Finalmente, para cada hoja del MTN25 se obtiene un archivo vectorial georreferenciado GeoPDF y tres juegos de ráster georreferenciados: sin cuadrícula UTM en formato COG, que son los que precisan los servicios WMS y WMTS, y con cuadrícula UTM disponibles para su descarga, tanto en formato COG como en formato ECW.



Además, esta metodología también se aplica en la generación del contenido de las hojas para la publicación impresa, cuya salida final sí requiere de un proceso de edición simplificada, realizada de forma mucho más eficiente que con anteriores procedimientos.

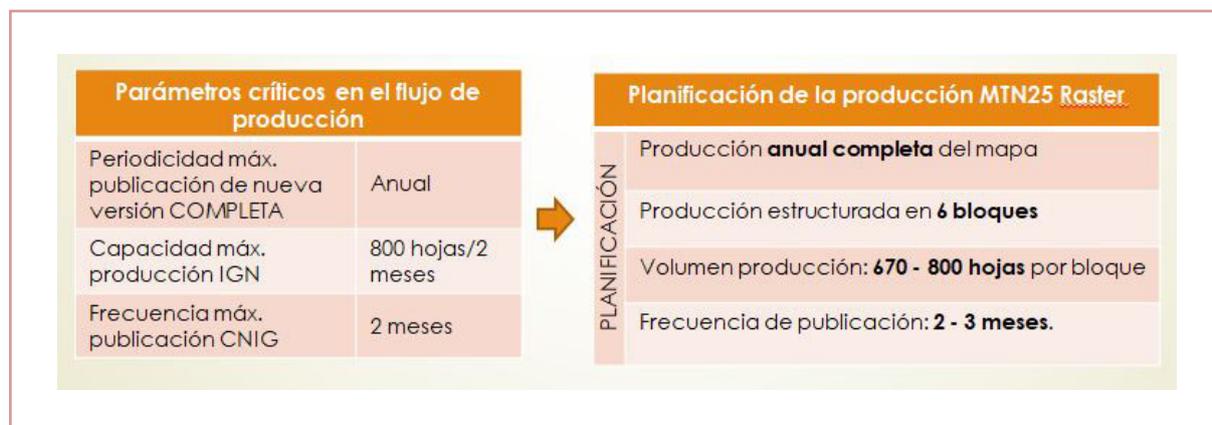
Tras conseguir el hito de la publicación de la primera versión del Mapa Automático, en el primer trimestre de 2020 se definió la planificación de la producción y publicación de lo que será la segunda versión de este producto, enmarcada en un doble objetivo. Por un lado, mejorar el contenido de este mapa ráster y, por otro, optimizar la respuesta a los usuarios con base en: la resolución con urgencia de incidencias críticas detectadas en la primera versión y el incremento de la frecuencia de actualización del producto por optimización de flujos entre los proyectos implicados.

La estrategia para abordar este plan contempla una producción estructurada en lotes y se compone de cuatro ejes principales o líneas de acción:

1. Mejora del proceso automático: bien por optimización del algoritmo o bien por su evolución hacia el «Mapa de Alta Resolución», es decir, la publicación del contenido del mapa con la resolución de los datos origen, en los niveles de visualización de mayor escala que muestran los servicios.
2. Mejora de los datos origen: en cuanto a su completitud y actualización.
3. Implantación de un protocolo de gestión de incidencias que minimice los tiempos de respuesta.
4. Acciones divulgativas para facilitar la interpretación de este producto clásico generado con nuevas tecnologías.

La planificación de la actualización del producto define una producción pautada de hojas con base en los tres parámetros críticos que constriñen el flujo de producción: la capacidad máxima de producción (400 hojas/mes), la frecuencia máxima de publicación vía servicios web (2 meses) y la periodicidad máxima de publicación de una nueva versión completa (4.019 hojas) del producto (aproximadamente anual).

En función de estos parámetros, la producción completa del mapa se estructura en 6 bloques, de un volumen de entre 670 y 800 hojas por bloque, que serán publicadas con una frecuencia que oscilará entre 2 y 3 meses, de modo que en el periodo aproximado de un año (julio 2020-julio 2021) se haya podido publicar la actualización completa del producto.



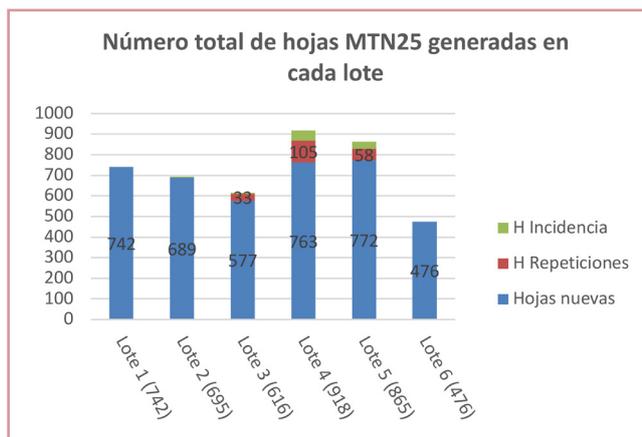
Planificación de la producción y parámetros condicionantes



Las hojas que componen cada bloque y el orden de prioridad de su publicación se definen, fundamentalmente, con base en las planificaciones de actualización de las fuentes de datos a partir de las que se genera el mapa, pues el objetivo principal es publicar a la mayor brevedad posible los datos más actualizados. La unidad de publicación en este caso es la provincia, lo que produce que determinadas hojas deban publicarse tantas veces como el número de provincias a las que pertenecen. Además, este criterio es complementado con el de incidencias críticas subsanadas, que deben publicarse a la mayor brevedad posible y, por tanto, también deben incluirse las hojas en las que ocurren dentro del siguiente lote a procesar.

Así, según la planificación definida, el primer lote debía publicarse en julio de 2020 y el último en julio de 2021. Durante la producción del primer lote, por motivos de eficiencia en la generación del contenido de los bordes de las hojas (cuñas), se tuvo que desarrollar en paralelo una metodología complementaria que optimizara esta fase y que resultó en la generación de los ficheros en un nuevo formato, ficheros COG (*Cloud Optimized GeoTIFF*), compatibles además con los requisitos de publicación a través de los servicios de visualización del mapa. Este reto supuso un retraso en el procesamiento del primer lote, que finalizó en septiembre de 2020. Sin embargo, gracias al esfuerzo del equipo de producción del mapa, ese impacto temporal fue absorbido en la generación de los siguientes lotes consiguiéndose cumplir con el objetivo de la generación de los lotes planificados para 2020 (lotes 1, 2 y 3).

En el siguiente gráfico se puede observar el número total de hojas generadas en cada lote, diferenciándose entre las que se generan por primera vez en esta segunda versión del Mapa Automático, de las que es necesario repetir en varios lotes y las de subsanación de incidencias.



Total hojas generadas en cada lote

En el siguiente diagrama se muestra el número de hojas de las series producidas (sin considerar las repeticiones en esta ocasión) en cada lote y el porcentaje de hojas que supone respecto del total de la serie (4.019 hojas), así como los valores acumulados por cada lote respectivamente, distinguiendo además si la producción se ha realizado en 2020 o si se hará en 2021.

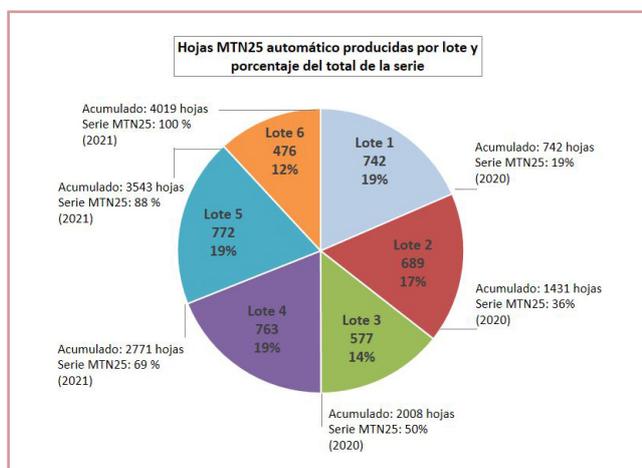


Diagrama de distribución acumulada por lotes, de hojas de la serie MTN25 generada automáticamente



Con esta inversión pública en la innovación de la generación del producto más emblemático del IGN, se pretende dar respuesta a la elevada demanda de geoinformación por parte de la sociedad, que mayoritariamente prima la velocidad de publicación de los datos.

Sin duda, haber conseguido generar el mapa automáticamente, mediante procesos que simulan la toma de decisión de operadores cartográficos, supone un hito en la historia de la producción cartográfica de la institución y un estímulo para seguir evolucionando.

IGN, centro de análisis VLBI del International VLBI Service (IVS)

La técnica de observación VLBI (Very Long Baseline Interferometry, «*Interferometría de muy larga línea de base*») constituye uno de los pilares fundamentales de la geodesia espacial, siendo la única técnica que es capaz de determinar todos los parámetros de orientación de la Tierra y el marco de referencia celeste.

El fundamento del VLBI geodésico se basa en la observación de la radiación emitida por una radiofuente mediante varios radiotelescopios ubicados sobre la Tierra. La radiación es recibida en instantes ligeramente diferentes en cada antena, dependiendo de su posición. A partir de esta información es posible determinar de forma simultánea la orientación de la Tierra en el espacio, las coordenadas de las antenas VLBI y las coordenadas de las radiofuentes.

El Instituto Geográfico Nacional tiene una importante presencia en observaciones VLBI geodésicas por medio del radiotelescopio de 40 metros de diámetro ubicado en Yebes (Guadalajara) y de las antenas de 13 metros de Yebes y Santa María (Azores), que forman parte del proyecto RAEGE (Red Atlántica de Estaciones



Antenas GNSS y VLBI de Yebes



Geodinámicas y Espaciales), el cual, una vez completado, contará con 4 antenas VLBI ubicadas en tres placas tectónicas diferentes.

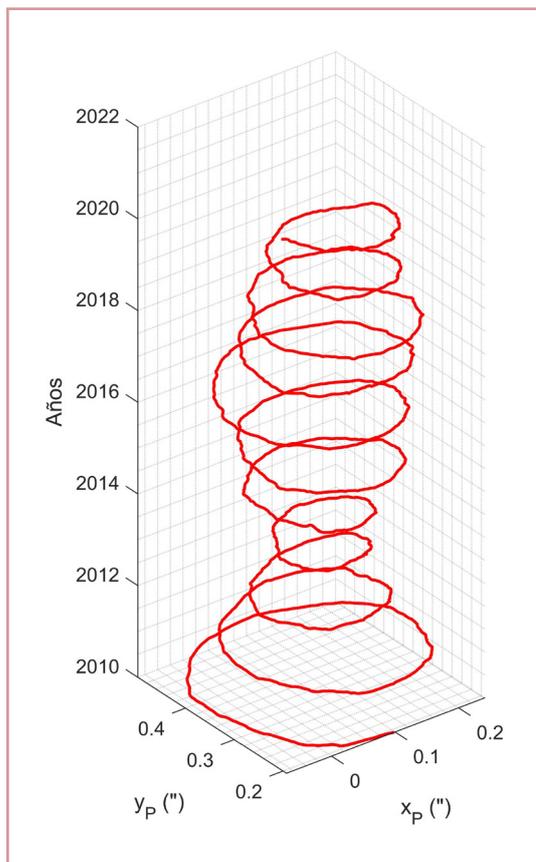
En un paso más en su compromiso con el VLBI geodésico, el Área de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional ha venido trabajando en los últimos años para el establecimiento de un centro de análisis VLBI enmarcado dentro del Servicio Internacional de VLBI para Geodesia y Astrometría (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry, IVS). Para ello, se estableció un equipo de análisis que se ha formado en esta técnica empleando diferentes programas de procesamiento VLBI. Adicionalmente, el equipo de análisis ha participado en diferentes eventos relacionados con VLBI que han tenido lugar en los últimos años. En concreto, en la reunión general del IVS los años 2016 y 2018; en las reuniones de trabajo del European VLBI Group for Geodesy and Astrometry en los años 2019 y 2021, y en las ediciones de 2016 y 2019 del curso denominado *VLBI school*.

Durante este periodo, se realizó un análisis de alternativas entre los diferentes *software* de procesamiento VLBI disponibles en esta área de conocimiento, optando por programa Where, que está desarrollado por la Norwegian Mapping Authority (NMA) y con cuyo equipo de desarrollo existe una estrecha colaboración. En este sentido, cabe destacar que se han realizado diferentes reuniones de trabajo tanto en Madrid como en Oslo.

En marzo de 2020, el IGN comenzó a proporcionar de forma operacional sus productos VLBI al Centro de Combinación del Servicio Internacional de VLBI. Desde entonces, se han procesado más de 100 sesiones tipo R1/R4 consistentes en observaciones VLBI de 24 horas que se realizan de forma sistemática los lunes y los jueves de cada semana. El procesamiento operacional requiere de un importante esfuerzo por parte de los ingenieros del IGN encargados del análisis VLBI, dado que se deben proporcionar las soluciones en menos de 24 horas desde que las observaciones están disponibles en los servidores del IVS.

Las tareas de análisis se encuentran automatizadas mediante herramientas propias desarrolladas en el IGN: un programa monitoriza periódicamente los datos alojados en los servidores del IVS y, en caso de que haya datos nuevos, se descargan y procesan mediante el *software* de análisis. Una vez finalizado el procesamiento, se envía un email a los analistas para que realicen una supervisión de la calidad de los resultados y envíen el archivo con la solución obtenida para la sesión analizada.

Para poder contribuir con sus productos al IVS, el IGN tuvo que recibir la aprobación del centro de combinación del IVS. Para este fin, se realizó el procesamiento de más de 15 años de datos históricos de observaciones VLBI, mediante lo cual se demostró la capacitación técnica del IGN para el análisis de este tipo de observaciones.



Evolución del movimiento del polo en el periodo 2010-2020





Actualmente, además del análisis operacional se está realizando en paralelo el procesado de series históricas VLBI, desde 1979 hasta la actualidad, para así poder contribuir en futuras realizaciones del marco de referencia terrestre internacional (ITRF). Adicionalmente, se están realizando algunas actividades de investigación, relativas a la comparación de parámetros comunes estimados mediante GNSS y VLBI.

Se espera que en los próximos años la actividad investigadora del IGN en este campo sea cada vez mayor, de forma que se puedan realizar aportaciones de valor añadido que permitan comprender el comportamiento del planeta y reporten un beneficio a la sociedad en el marco del Sistema Geodésico Global para la Observación de la Tierra (GGOS). El conocimiento de los parámetros de orientación de la Tierra es esencial para numerosas aplicaciones prácticas y científicas que incluyen el posicionamiento y la navegación en la Tierra y en el espacio, y para la realización de estudios sobre el cambio climático.





PROGRAMA DE ACTUACIÓN NÚMERO 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

DESCRIPCIÓN

Este programa desarrolla la planificación y gestión de la Infraestructura de Información Geográfica de España, y la armonización y normalización, en el marco del Sistema Cartográfico Nacional, de la Información Geográfica oficial, y la planificación y desarrollo de servicios de valor añadido, de nuevos sistemas y aplicaciones en materia de información geográfica, especialmente para el aprovechamiento en el ámbito de las Administraciones Públicas.

La Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España, en su artículo 4 asigna al Consejo Superior Geográfico, como órgano de coordinación y dirección de dichas infraestructuras y servicios en España, las funciones en relación con la constitución y mantenimiento de la Infraestructura de Información Geográfica de España, y especifica que tanto los datos geográficos como los servicios interoperables de información geográfica proporcionados a través de la Red Internet por las distintas Administraciones y organismos del sector público que se integren estarán disponibles a través del Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España. Asimismo, en su artículo 5 establece que la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, como Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico, constituirá y mantendrá ese Geoportal, que permitirá la localización de los datos geográficos y el acceso a los servicios interoperables, asegurando que todos los nodos con datos geográficos y servicios interoperables de información geográfica de las Administraciones Públicas sean accesibles a través de él.

También se desarrolla una importante tarea de fomento de la utilización de los servicios interoperables de información geográfica y de colaboración público-privada para generar valor añadido a partir de la información geográfica oficial, así como de difusión y capacitación de técnicos en las tecnologías y metodologías avanzadas desarrolladas por el sector de I+D+i español, tanto en España como en Iberoamérica, colaborando a la proyección en dichos ámbitos territoriales del sector de las tecnologías de la información geográfica público y privado de España.

ACTIVIDADES A REALIZAR

Las actividades necesarias para la ejecución de este programa de actuación se encuadran en las siguientes áreas:

- Planificación, desarrollo y gestión de la Infraestructura de la Información Geográfica de España.
- Armonización y normalización de la Información Geográfica oficial y su difusión en los ámbitos nacional e internacional.
- Ejecución de proyectos e iniciativas PPP y de actuaciones de I+D+i en el campo de la Información Geográfica.

Desarrollo de proyectos de soporte y capacitación técnica en el ámbito de las Tecnologías de la Información Geográfica.



PROYECTOS MÁS DESTACADOS

Servicios de Teselas Vectoriales

El servicio de teselas vectoriales ha sido desarrollado por el Grupo de Trabajo de Bases de Datos Topográficos, de la Comisión Especializada de Normas Geográficas del Consejo Superior Geográfico de España.

Con el título de «Guía de Implementación del Mapa Base de Información Geográfica Oficial» tiene como objetivo:

Obtener una Guía de Implementación del Mapa Base de Información Geográfica Oficial para ofrecer servicios basados en teselas vectoriales, donde se identifique el contenido para cada nivel de zoom y su fuente de referencia, los conjuntos de símbolos que se van a usar y el modelo de datos, orientado a facilitar la publicación con dicha tecnología.



Se ha creado el repositorio <https://github.com/sgtMapaBaseIGO> con objeto de poner a disposición pública los documentos, datos y desarrollos obtenidos.

Con el fin de mejorar en la medida de lo posible el resultado final, desde este grupo de trabajo agradecemos cualquier sugerencia o colaboración que nos pueda hacer llegar tanto en el repositorio de *github* como a través del correo idee@mitma.es.

Puede visualizar el servicio en el siguiente enlace: <https://igo.idee.es/examples/index.html>

Y para configurar el servicio y mostrarlo en otros visualizadores o dispositivos, se puede hacer con:

Dirección Servicio:
<https://igo.idee.es/vt/{z}/{x}/{y}.pbf>
 Fichero de Estilos:
<https://igo.idee.es/style/mapa-base-igo-v1.json>

Nueva versión del geocodificador

A lo largo de 2020, se han incluido nuevas fuentes de datos de direcciones oficiales al geocodificador de Cartociudad, aumentado la base de datos en más de 4 millones de direcciones, siendo el total cerca de los 16 millones de direcciones.



Las organizaciones oficiales de las que se alimenta la base de datos de Cartociudad son:

- Para obtener una cobertura nacional se toman las direcciones (calle y número) de la Dirección General de Catastro, Eusko Jaurlaritz - Gobierno Vasco y Gobierno de Navarra. Se complementan a nivel autonómico con las direcciones del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (CDAU), Comunidad de Madrid, Gobierno de La Rioja y Comunitat Valenciana y, a nivel local, con las direcciones de la Diputació de Barcelona y Ayuntamiento de Cáceres.
- Los códigos postales procedentes del [Grupo Correos](#) con el fin de establecer una relación con las direcciones y núcleos de población del IGN. Además, el Grupo Correos aporta la geometría, a partir de la cual se generan los polígonos de códigos postales a través del servicio de visualización. Los códigos postales no están disponibles para su descarga.
- El nombre oficial y tipo de vía urbana procedente del, [Instituto Nacional de Estadística](#), que facilita el nombre oficial y tipo de vía urbana (calle, avenida, plaza, etc.), recopilados a partir de los datos de los ayuntamientos. Anualmente también aporta los distritos y secciones censales cuya información se incorpora directamente a la base de datos de CartoCiudad.
- La red viaria procedente de la Red de Transporte de la Información Geográfica de Referencia (IGR RT) del SCNE, que está constituida por las vías interurbanas (autopistas, autovías, carreteras, caminos, pistas y sendas) con sus puntos kilométricos y los portales ubicados a borde de parcela.
- Las líneas límite, poblaciones y puntos de interés procedente del, Instituto Geográfico Nacional. Desde el servicio de geocodificación, además de consultar las direcciones se pueden consultar la localización y geometría superficial de los municipios, provincias y comunidades autónomas, puntos de interés procedentes de la Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 (BTN25) y el Nomenclátor Básico de España (NGBE), y poblaciones.



El servicio de geocodificación está disponible a través de los visualizadores del IGN y de la caja de búsqueda de topónimos y direcciones denominada «IGNSearch»: http://componentes.ign.es/NucleoVisualizador/IGN_search.js

Publicación del PNOA 10

Se ha publicado las ortofotos del PNOA10 a través del servicio de visualización de Ortoimágenes históricas (WMS), permitiendo visualizar vuelos que se han realizado con una alta resolución (10 cm) en áreas concretas, generalmente sobre entidades población importantes o zonas del litoral. Por ahora, la capa contiene vuelos sobre algunas ciudades de las Comunidades Autónomas de [Galicia](#), [Castilla-La Mancha](#), [Comunidad de Madrid](#) e [Illes Balears](#) y próximamente se incorporarán ciudades de otras Comunidades Autónomas.



La dirección de conexión del servicio de visualización WMS es el siguiente enlace:

<https://www.ign.es/wms/pnoa-historico?request=GetCapabilities&service=WMS>

Nueva sección en el geoportal de la IDEE

El geoportal de la **Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)**, es el punto de acceso a toda la información geográfica interoperable y normalizada de España a nivel nacional, regional y local, permitiendo visualizar, descargar y acceder a los datos geográficos oficiales y digitales que obren en poder de una autoridad pública. Toda esta información está regulada por la **Directiva 2007/2/CE**, conocida como Directiva INSPIRE, que dispone que los Estados miembros faciliten a las instituciones y órganos de la Unión, el acceso a los conjuntos y servicios de datos espaciales con arreglo a unas condiciones armonizadas. Uno de los conjuntos de datos que más se echaba en falta en la **IDEE**, eran los relacionados con la salud y distribución geográfica de la dominancia de patologías como las alergias, el cáncer, las enfermedades respiratorias, o particularizando para este caso, la pandemia del coronavirus. Lo sucedido en los últimos meses, ha provocado que este tipo de información, muy demandada por los expertos y los usuarios, haya visto la luz y se pueda consultar y, en la mayoría de los casos, descargar mediante formatos y servicios abiertos, permitiendo así el intercambio de información entre sistemas.

El CNIG, responsable del geoportal INSPIRE, recopiló a lo largo de los primeros meses del 2020 datos, mapas, visualizadores, servicios interoperables OGC (*Open Geospatial Consortium*), cuadros de mandos, atlas y otros directorios de recursos procedente de los siguientes organismos para visualizar, gestionar y medir a través de indicadores la pandemia provocada por la COVID-19: Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA), Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), geoEuskadi y Open Data Euskadi, Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón, Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECyL), el Ayuntamiento de Madrid, la Infraestructura de Datos de Canarias (IDECAN), la Consejería de Sanidad de Cataluña, CREAM y el portal de datos abiertos de la Generalitat de Catalunya, la Consejería de Salud y Consumo e Infraestructura de Datos Espaciales de las Illes Balears (IDEIB), la Generalitat Valenciana y el Institut Cartogràfic Valencià, Xunta de Galicia, el ayuntamiento de Zaragoza, el ayuntamiento de Madrid y los recursos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agencia Urbana.

La URL de la sección es <https://www.idee.es/web/idee/covid-19>

Recursos abiertos sobre la COVID-19

Debido al alcance y gravedad de la pandemia de COVID-19 y la gran importancia de las infraestructuras de datos espaciales en la gestión de esta crisis, es clave facilitar el acceso ahora más que nunca a todos los recursos que puedan ser de utilidad para los usuarios y para facilitar la toma de decisiones.

A continuación se muestra una lista de recursos que se han publicado desde distintas administraciones y organismos internacionales.

Para notificaciones de desarrollos nuevos u otros recursos que creais que deban incluirse en esta lista, agradeceríamos nos lo comunicaseis a través del correo idee@fomento.es

Andalucía

	<p>El Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) ha publicado una página con información alfanumérica y geográfica sobre el COVID-19. Incluyendo un visualizador en el que se pueden ver varias variables, como la distribución de la población por tramos de edad y multitud de puntos de interés con información asociada como hospitales y centros de atención primaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Página web IECA: http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/salud/index.htm ▶ Visualizador IECA: http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/salud/mapas/visor.htm ▶ Más información en el Blog de la IDEE
---	---





Principales indicadores en 2020

Número de servicios web interoperables disponibles en el catálogo de la IDEE:	4157
Número de servicios web interoperables disponibles en el catálogo oficial de datos y servicios oficiales de INSPIRE:	281
Número de peticiones a los servicios web del nodo IGN y SCNE:	19.027.567.109
Número de visitas al Geoportal de la IDEE:	419.438
Número de técnicos en TIC capacitados en cursos presenciales y en línea:	687



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 (CODIIGE), 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 2020 que se celebraron en modo virtual del 23 al 30 de octubre de 2020.
- Dinamizar la actividad del Grupo de Trabajo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España ([IDEE](#)) y de los Grupos Técnicos de Trabajo.
- Actualizar 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.



Cada año es posible analizar el estado de implementación de la Directiva INSPIRE en cada uno de los Estados miembros analizando sus informes de seguimiento. Se trata de informes públicos, denominados actualmente *Country Fiche*, que se encuentran disponibles en la página de la *Directiva INSPIRE*, que se liberan el 30 de abril de cada año y describen la situación en cada país en el año anterior mediante una serie de indicadores acerca de los conjuntos de datos descritos a través de metadatos y su accesibilidad a través de servicios de visualización y de descarga y su correspondiente conformidad y descripciones. Estos indicadores se definieron mediante la *Decisión de la Comisión del 19 de agosto de 2019* en lo relativo al Seguimiento e Informes.

El 15 de diciembre de 2020, el CODIIGE completó la campaña de «Seguimiento INSPIRE de España» correspondiente al año 2020, a partir de los metadatos de datos y servicios cargados en el Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE, CODSI 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 el:

- Nº de conjuntos de datos y servicios espaciales para los que existen metadatos.
- Nº de datos que ya son utilizados por los Estados miembros con el fin de informar a la Comisión con arreglo a la legislación en materia de medio ambiente.
- % de conjuntos de datos y servicios espaciales cuyos metadatos son conformes.
- % de conjuntos de datos y servicios espaciales conformes
- Nº de conjuntos de datos espaciales que cubre el territorio regional y nacional.
- % de conjuntos de datos espaciales accesibles a través de servicios de visualización (WMS o WMTS) y descargarse (WFS, ATOM Feed).

En el seguimiento de estado de la IDEE en 2020 se informó de 527 recursos, 246 CDE y 281 servicios de red. De los 246 CDE, 42 se pueden descargar y 192 visualizar. Todos los CDE y servicios están descritos a través de metadatos y disponibles en el CODSI.

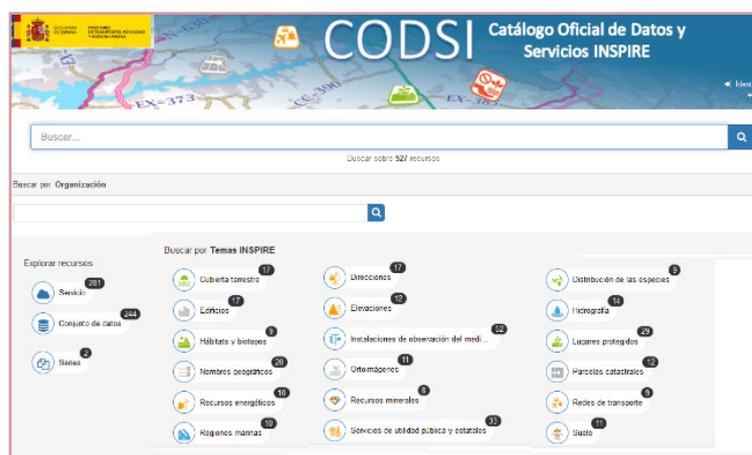


Imagen del Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE, CODSI

La conformidad total de los CDE fue del 67.90 % y su accesibilidad a través de servicios de visualización y de descarga de un 70 %. Aunque la conformidad de los CDE no fue del 100 %, tal y como establece el *Reglamento (UE) Nº 1089/2010* en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales, los resultados de España, en comparación con el resto de los Estados miembros, es positiva.

Overall results – 2020 performance

30% ≤ X < 50%
50% ≤ X < 70%
70% ≤ X < 90%
90% ≤ X ≤ 100%

	DSI1.1	DSI1.2	DSI1.3	DSI1.4	DSI1.5	MDI1.1	MDI1.2	DSI2	DSI2.1	DSI2.2	DSI2.3	NSI2	NSI2.1	NSI2.2	NSI4	NSI4.1	NSI4.2	NSI4.3	NSI4.4
AT	509	510	137	265	244	95%	92%	66%	75%	69%	61%	83%	93%	85%	93%	100%	89%	97%	#N/A
BE	636	241	355	531	94	86%	49%	62%	95%	22%	65%	86%	89%	90%	88%	67%	89%	88%	#N/A
BG	132	8	115	42	79	0%	0%	85%	82%	11%	97%	58%	60%	58%	50%	100%	0%	0%	#N/A
CH	212	30	0	0	1	0%	0%	2%	7%	2%	0%	1%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	#N/A
CY	30	44	9	0	0	0%	0%	3%	0%	0%	50%	0%	40%	53%	80%	0%	#N/A	0%	#N/A
CZ	142	182	33	55	84	58%	79%	39%	87%	73%	24%	37%	62%	40%	80%	100%	75%	84%	100%
DE	58504	88068	144	2098	135	19%	80%	55%	58%	50%	55%	61%	64%	63%	98%	100%	98%	99%	#N/A
DK	180	203	48	0	178	63%	99%	52%	95%	38%	48%	32%	44%	40%	91%	#N/A	89%	92%	#N/A
EE	86	109	24	0	86	100%	100%	100%	100%	100%	100%	42%	56%	42%	96%	0%	94%	100%	#N/A
EL	59	21	54	0	35	98%	100%	3%	40%	#N/A	0%	100%	100%	100%	5%	100%	0%	0%	#N/A
ES	246	281	91	47	181	96%	98%	68%	93%	89%	61%	65%	76%	68%	71%	100%	67%	85%	#N/A
FI	586	204	19	49	231	43%	18%	25%	16%	15%	33%	15%	40%	20%	54%	0%	53%	58%	#N/A
FR	45587	49326	136	0	89	0%	0%	9%	10%	12%	9%	0%	5%	1%	1%	0%	2%	0%	0%
HR	116	139	16	0	56	51%	100%	13%	6%	7%	13%	2%	16%	6%	37%	33%	28%	53%	#N/A
HU	110	48	19	0	1	0%	0%	31%	36%	28%	35%	4%	5%	8%	17%	60%	10%	15%	#N/A
IE	76	22	42	0	76	96%	5%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	#N/A
IS	148	11	0	2	42	27%	36%	34%	94%	100%	93%	0%	0%	21%	83%	#N/A	67%	100%	#N/A
IT	19122	2645	128	9572	813	51%	5%	8%	6%	11%	12%	1%	3%	1%	0%	2%	0%	0%	0%
LI	60	3	0	0	47	0%	0%	15%	11%	17%	9%	15%	20%	17%	0%	#N/A	0%	0%	#N/A
LT	116	97	93	0	116	96%	100%	98%	97%	100%	99%	31%	31%	89%	94%	100%	90%	96%	#N/A
LU	304	59	92	0	304	99%	98%	70%	100%	92%	59%	84%	88%	94%	100%	100%	100%	100%	#N/A
LV	158	234	61	0	0	0%	0%	73%	76%	63%	79%	53%	59%	55%	4%	#N/A	6%	2%	#N/A
MT	150	151	51	0	150	70%	89%	95%	93%	100%	94%	81%	98%	83%	0%	0%	0%	0%	#N/A
NL	218	324	36	0	207	22%	67%	47%	67%	64%	38%	57%	63%	61%	92%	#N/A	93%	92%	#N/A
NO	161	254	14	2	158	1%	0%	43%	68%	43%	37%	14%	17%	42%	0%	0%	0%	0%	#N/A
PL	296	287	60	1	122	36%	6%	40%	91%	13%	29%	16%	17%	34%	83%	100%	72%	88%	#N/A
PT	625	605	145	233	292	55%	41%	41%	65%	41%	38%	56%	80%	64%	55%	#N/A	56%	53%	#N/A
RO	105	67	28	15	88	93%	97%	38%	70%	31%	29%	30%	33%	30%	89%	100%	93%	83%	#N/A
SE	247	206	58	0	247	91%	75%	100%	99%	100%	100%	72%	81%	81%	100%	100%	99%	100%	#N/A
SI	94	74	9	0	80	70%	89%	61%	75%	57%	62%	12%	40%	16%	92%	#N/A	86%	100%	#N/A
SK	286	285	61	5	198	60%	75%	3%	5%	3%	1%	21%	27%	24%	31%	14%	29%	34%	0%

Resultado de los indicadores del seguimiento 2020 de los Estados Miembros

De los recursos disponible en el CODSI, el 57,62 % representa los recursos procedentes del MAPA, MITECO y MINCOTUR, y de los 246 CDE que hay públicos en el CODSI, 91 se corresponden con datos prioritarios INSPIRE, que son aquellos CDE que tienen obligaciones con respecto a otras directivas medioambientales.

Los indicadores del seguimiento 2020 estarán disponibles en la Country Fiche de 2021 y los CDE se pueden consultar tanto en el CODSI, como en el Geoportall INSPIRE.

Entre las actividades del CODIIGE se destaca también la publicación, en enero del 2020, de los informes técnicos sobre la «Estimación del coste medio de generación de metadatos» y la «Estimación del coste medio de implementación de servicios de visualización y descarga de conjuntos de datos conformes a Inspire». CODIIGE ,2020.

Label	Legislation	Parent
Actual pollutant releases (European Pollutant Release and Transfer Register)	Regulation (EC) 166/2006	Regulation (EC) 166/2006
Agglomerations (Air Quality Directive)	Directive 2008/50/EC	Management zones and agglomerations (Air Quality Directive)
Agglomerations (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Directive 2002/49/EC
Agglomerations (Urban Waste Water Treatment Directive)	Directive 91/271/EEC	Directive 91/271/EEC
Agglomerations - aircraft noise exposure delineation (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Environmental noise exposure (Noise Directive)
Agglomerations - aircraft noise exposure delineation - night (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Agglomerations - aircraft noise exposure delineation (Noise Directive)
Agglomerations - aircraft noise exposure delineation day-evening-night (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Agglomerations - aircraft noise exposure delineation (Noise Directive)
Agglomerations - industrial noise exposure delineation (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Environmental noise exposure (Noise Directive)
Agglomerations - industrial noise exposure delineation day-evening-night (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Agglomerations - industrial noise exposure delineation (Noise Directive)
Agglomerations - noise exposure delineation (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Environmental noise exposure (Noise Directive)
Agglomerations - noise exposure delineation - night (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Agglomerations - noise exposure delineation (Noise Directive)
Agglomerations - noise exposure delineation day-evening-night (Noise Directive)	Directive 2002/49/EC	Agglomerations - noise exposure delineation (Noise Directive)

Lista de datos prioritarios definidos en el Registro INSPIRE

INSPIRE Data Sets - EU & EFTA Country overview



INSPIRE Geoportal Data Set Statistics

144270

Metadata records

42777

Downloadable Data
Sets

43720

Viewable Data Sets

Leaflet | Credits: © OpenStreetMap contributors | EC-GISCO, © EuroGeographics for the administrative boundaries (disclaimer)

Recursos de España en el Geoportal INSPIRE

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 imprecisiones transmitidas 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 hitos o 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 los puntos que definen 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 municipios castellano manchegos ordenados según criterios de población, en el segundo. Ambos proyectos avanzan según los plazos establecidos y están consiguiendo un porcentaje casi completo de acuerdos de deslinde entre ayuntamientos limítrofes. En el caso de Castilla – La Mancha, los trabajos ya finalizados en las capitales de provincia y en otros municipios de población importante, han continuado durante 2020. En Cantabria, debido a las restricciones por cuestiones sanitarias, los trabajos de campo se han centrado en el segundo semestre, finalizando el año con reuniones para presentar las líneas y firmar las actas.



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 2020 se han recibido 2 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 acometer 8 líneas municipales entre la Región de Murcia y la Comunitat Valenciana y 6 líneas municipales entre la Comunidad Foral de Navarra y Aragón.



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. La campaña de 2020 se redujo a una semana de duración debido a las restricciones sanitarias y se retrasó a finales de septiembre, acudieron dos técnicos del IGN y abarcó los municipios Benasque y de Vielha e Mijaran, de las provincias de Huesca y Lleida respectivamente, realizándose la toma de coordenadas de 5 señales fronterizas, desde la 330bis a la 334, según la denominación de los tratados internacionales.

El futuro del proyecto de recuperación y mejora geométrica pasa por la renovación del convenio durante 4 años más a partir de 2021. También se seguirá acudiendo preceptivamente a 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 2021 a varios municipios entre las comunidades de Andalucía y Extremadura y entre el Principado de Asturias y Galicia. 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 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. En 2020 se ha recibido la información ya contrastada de CC. AA.

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.

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 ha finalizado en 2020.

Principales indicadores en 2020	
Número de líneas límite municipales replanteadas en apoyo a convenios trabajos del CNIG:	65
Participación preceptiva en expedientes de deslinde municipal:	3
Número de informes técnicos sobre líneas límite municipales:	30
Apoyo al CEGET en la observación precisa de la línea de frontera con Francia:	2 técnicos, 1 semana, 5 señales fronterizas
Número de consultas sobre toponimia atendidas (organismos públicos y usuarios privados):	65
Número de ficheros del NGBE y del NGMEP descargados:	10.031
Número de visitantes a la Sala de Exposiciones:	449 en visita guiada; 300 en visita libre
Número de consultas atendidas por la Cartoteca y el Archivo Topográfico:	800
Número de ficheros descargados a través del Centro de Descargas correspondientes a fondos digitalizados de la Biblioteca:	764.000





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.





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 2020 el personal del IGN y del CNIG ha impartido los siguientes cursos y seminarios:

CURSOS EN LÍNEA

En 2020 se realizaron 10 cursos en línea con un total de 687 alumnos.

Del 17 febrero al 27 de marzo:

- 1ª edición del curso El programa Copernicus aplicado a la producción y gestión de la información geoespacial.

Del 20 de abril al 29 de mayo:

- 21ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica básico.
- 3ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica avanzado.
- 12ª edición del curso Teledetección, Fotogrametría, LiDAR y Ocupación del suelo.

Del 21 de septiembre al 30 de octubre:

- 2ª edición del curso El programa Copernicus aplicado a la producción y gestión de la Información geoespacial.

Del 5 de octubre al 13 de noviembre:

- 1ª edición (2020) del curso Infraestructura de Datos Espaciales.
- 16ª edición del curso Cartografía Temática.
- 3ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica avanzado.

Del 13 de octubre al 20 de noviembre:

- 13ª edición del curso Teledetección, Fotogrametría, LiDAR y Ocupación del suelo.
- 22ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica básico.



PLAN DE FORMACIÓN INTERADMINISTRATIVO DEL CNIG

Durante el cuarto trimestre de 2020, y en el marco del Plan de Formación Interadministrativo del CNIG, se celebrarán los siguientes cursos:

- Terremotos y tsunamis en España. Redes de Alerta (23 a 27 de noviembre).
- Servicios interoperables desde clientes (QGIS, Iberpix...) y datos abiertos (23 a 27 de noviembre).
- Bases de Información Geográfica del IGN e Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte. Datos abiertos y creación de servicios de valor añadido (30 de noviembre al 14 de diciembre).
- Introducción a la Historia de la Cartografía (s. VII a.C. al s. XIX) y a la gestión de los fondos históricos del Instituto Geográfico Nacional (16 a 20 de noviembre).
- Introducción a la tecnología LiDAR y tratamiento de nubes de puntos 3D (16 a 20 de noviembre).
- Los límites municipales y la toponimia oficial en España. Situación actual y procedimientos (9 a 11 de diciembre).
- GPS-GNSS: fundamento, aplicaciones y práctica (30 de noviembre al 3 de diciembre).
- Técnicas de control de deformaciones con interferometría radar de apertura sintética (InSAR) (9 al 11 de diciembre).

TALLERES

Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid 2020

102

Durante las dos primeras semanas del mes de noviembre de 2020 se celebraron diversas actividades en el Instituto Geográfico Nacional con motivo de la Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid, que es una iniciativa que permite visibilizar la institución y su compromiso de divulgación y difusión del conocimiento geográfico y cartográfico.

Se realizaron 5 actividades: 3 talleres en línea y 2 visitas guiadas debido a la situación de pandemia, se tuvo que combinar la modalidad presencial con la virtual. No obstante, cerca de 100 personas participaron en las actividades, casi 60 en las visitas guiadas y unas 40 en los talleres virtuales.



*Midiendo la Tierra, y en concreto...
¡el espacio y el tiempo!*

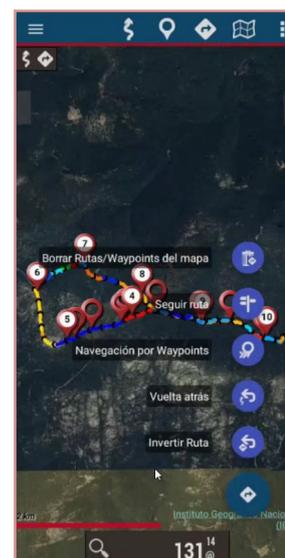
Esther Azcue
Victor Puente



A continuación, se expone un resumen de cada una de las actividades realizadas:

- Taller «Midiendo la Tierra, y en concreto... ¡el espacio y el tiempo!»: De una manera sencilla y divulgativa se explicó cómo se mide la Tierra, las técnicas que se usan en la actualidad y las que se empleaban en la Antigüedad. También se describieron los sistemas de referencia espaciales y temporales utilizados para multitud de aplicaciones. En resumen, en este taller se hizo un repaso de la historia de la Geodesia, cómo ha evolucionado la forma de medir la Tierra, y cómo se determina nuestra posición en ella.

- Taller «Aplicaciones para móviles de mapas de España»: En este taller se presentaron las diferentes **apps para dispositivos móviles del IGN y el CNIG** y se explicó con mayor detalle la aplicación Mapas de España, herramienta muy útil para la realización de actividades deportivas y lúdicas con mapas de España de diversas fuentes. Se trató de un taller de iniciación, indicado para personas que no conocían previamente la app o que tuvieran conocimientos básicos de ella.
- Taller «Escape room geográfico del IGN»: El IGN lanzó el juego de Escape «**La leyenda de las joyas perdidas**» en la conmemoración de su 150 aniversario, y el taller consistió en vivir una experiencia de Escape Room aprendiendo sobre mapas y geografía mientras se resolvían los enigmas que se ocultan en este juego.
- Visita guiada por la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo. La expedición de Magallanes y Elcano»: En ella se mostró 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.
- Visita guiada por la exposición «150 años del Instituto Geográfico Nacional» En 2020 se cumplen 150 años de la fundación del Instituto Geográfico Nacional. Con motivo de esta efeméride se ha organizado esta exposición que repasa los hitos más destacados de este siglo y medio de trayectoria.





En esta visita guiada se mostraron los documentos, mapas, instrumentos y objetos más representativos en el ejercicio de sus competencias en información geográfica y ciencias de la Tierra. El recorrido nos transporta en el tiempo para conocer cómo se trabajaba en el pasado y cómo ha sido la evolución hasta el presente.

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 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.

104

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. En 2020 se ha donado un acelerógrafo a Argentina.

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 sismológicos 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.

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. 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.

El Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación designó al IGN como representante titular de España y en el Real Decreto 645/2020 de 7 de julio, por el que se establece la estructura orgánica básica del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, se asigna al CNIG la función de 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.

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 2020 se celebraron, en julio y noviembre, la 11ª y 12ª reuniones virtuales del *Maintenance and Implementation Expert Group* (MIG) para identificar y asesorar sobre las cuestiones prioritarias que deben abordarse en la implementación de la Directiva INSPIRE y las reuniones 61ª y 62ª y 63ª virtuales del *MIG Permanent Technical Sub-Group* (MIG-T). El MIG-T tiene como objetivo facilitar la implementación de los Reglamentos de la Directiva INSPIRE y medir su grado de implementación.

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.





IGN
2020

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.

Copernicus, el programa de observación de la Tierra de la Unión Europea,

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 encuadrarse 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.

EUROGEOSS

Este proyecto coordinado por la Dirección General de Investigación (RTD) de la Comisión Europea tiene como objetivo final el desarrollo de un Sistema Europeo de Observación de la Tierra acorde con la Directiva INSPIRE y compatible con Global Earth Observation System of Systems (GEOSS).





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 geospaciales 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.

108

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 desarrollo 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).

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 Unión-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.

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)

Principal foro mundial dedicado al avance del conocimiento, la investigación, el desarrollo y la educación en los campos de Fotogrametría, Teledetección e Información geoespacial. También la representación española se realiza a través de la SECFT.

110

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 84 normas internacionales y trabaja en unos 24 documentos adicionales de la familia de normas ISO 19100 aplicables a la información geográfica. En el año 2020 se han publicado 7 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 2020 el CTN148 lo componen 46 expertos en información geográfica procedentes de 25 empresas, universidades y organismos públicos, y de ellos, 4 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 37, 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 IGVSB 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 2020 se finalizó 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.

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 mayo- res



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 la organización internacional no lucrativa que aglutina a las Agencias Cartográficas, Catastrales y con responsabilidad en la gestión de la Propiedad Inmobiliaria de ámbito nacional (EuroGeographics). La misión de esta organización internacional 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 Europea de VLBI (EVN)

España es miembro de la EVN a través del IGN desde hace más de 20 años. Participa con su radiotelescopio de 40m de diámetro en las observaciones, siendo uno de sus principales instrumentos, y forma parte del consejo de dirección y de su grupo técnico de operaciones. Desde junio de 2019 hasta diciembre





de 2020 la presidencia y la secretaría del consejo de dirección han recaído sobre el IGN, en particular sobre los directores del OAN y del CDT respectivamente.

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 2020, 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
Conferencia «Nuestro universo» Centro Cultural ABC. Madrid, 30 de enero.
Rafael Bachiller
- Conferencia «El nacimiento de la astronomía institucional en España en tiempos de la Ilustración»
Barcelona, 10 de febrero
Rafael Bachiller
- Comité de Dirección de la Red de Infraestructuras en Astronomía. Barcelona, 18 de febrero.
José Antonio López-Fernández y Rafael Bachiller
- Reunión del Panel de Física de la Agencia Andaluza de Investigación
Por videoconferencia, 28 de abril
Rafael Bachiller
- Conferencia «El universo improbable» Planetario de Madrid.
Por videoconferencia, 8 de mayo
Rafael Bachiller
- Reunión del Panel «Ciencias del Universo» del European Research Council (ERC):
Por videoconferencia, 16-17 marzo y 9-12 junio
Rafael Bachiller
- Mesa redonda «La ciencia, y la astronomía, en la actual situación social y económica». Sociedad Española de Astronomía.
Por videoconferencia, 13 de julio
Rafael Bachiller
- Comisión Nacional de Astronomía
Por videoconferencia, 23 de septiembre
Lorenzo García Asensio, José Antonio López-Fernández, Rafael Bachiller
- Reunión del Alto Comité Científico del Observatorio de París. París, 15-16 de enero.
Por videoconferencia, 19 noviembre
Rafael Bachiller
- Consejo de dirección de la Red Europea de VLBI (EVN)
Por videoconferencia, 13-14 mayo y 12-13 noviembre
Rafael Bachiller y Pablo de Vicente





- Consejo de dirección del IRAM
Por videoconferencia, 24-25 noviembre
José Antonio López-Fernández, Mónica Groba, Rafael Bachiller
- Consejo de dirección del proyecto «Square Kilometer Array (SKA)»:
Manchester, 5-6 de febrero, 26 de marzo, 20 de abril, 19 de mayo, 25 de junio, 29-30 de julio,
22-23 septiembre, 4-5 noviembre.
Rafael Bachiller
- Consejo de dirección del European Southern Observatory (ESO):Aarhus (Dinamarca), 3-4 marzo
Por videoconferencia, 9-10 de junio, 5-6 de septiembre, 1-2 diciembre
Rafael Bachiller
- IAU 359: Galaxy Evolution and Feedback Across Different Environments: «The many faces of the
molecular tori of AGNs», Bento Gonçalves, Porto Alegre, Brasil, 2-6 Marzo 2020
Santiago García Burillo
- Reunión virtual del consorcio «Galaxy ActivityTorus and Outflows Survey (GATOS)»,
6-7 de mayo 2020
Santiago García Burillo
- Sesión Plenaria de la XIV.0 Reunión Científica (virtual) de la SEA: «Highlights of ALMA discoveries
in Active GalacticNuclei”, 13-15 de julio de 2020
Santiago García Burillo
- Reunión virtual del Comité Científico Asesor de IRAM (SAC), 7-9 octubre 2020
Santiago García Burillo, Mario Tafalla
- Reunión virtual del Consejo Ejecutivo de IRAM (Council), 24-25 noviembre 2020
Santiago García Burillo
- European Astronomical Society Annual Meeting (EAS 2020 / EWASS):«A glimpse of the ionised
and molecular mass of post-CE planetary nebulae», 29 junio - 3 julio 2020
Miguel Santander García
- European Astronomical Society Annual Meeting (EAS 2020 / EWASS): «M1-92 revisited: the
chemistry of an ejected common envelope?» 29 junio - 3 julio 2020
Javier Alcolea
- Annual Meeting of the Astronomische Gesellschaft 2020: «The new orbital paramaters of the R
Aqr symbiotic system», 21-25 septiembre 2020
Javier Alcolea Jiménez (ponente), J. Mikołajewska, Miguel Gómez-Garrido, Valentín. Bujarrabal, K.
Iłkiewicz, A. Castro-Carrizo, Jean François Desmurs, Miguel Santander-García
- Astrochemical Frontiers: «The Sulphur depletion problem in molecular clouds: the H₂S case», 15-
19 junio 2020
Asunción Fuente



- Five years after HL Tau: a new era in planet formation. Member of the panel discussion on disk chemistry, 7-11 diciembre 2020 (virtual)
Asunción Fuente
- XIV.0 Reunión Científica de la SEA13-15 de julio de 2020 (virtual)
«Statistical trends of the GEMS molecular database»
Asunción Fuente
- XIV.0 Reunión Científica de la SEA13-15 de julio de 2020 (virtual):
Ponencia: Spatially resolved star formation relations of dense molecular gas in NGC 1068
M. Sanchez-García, Santiago García-Burillo, M. Pereira-Santaella, L. Colina, A. Alonso-Herrero, Miguel Querejeta, Antonio Usero, Asunción Fuente
- Reunión European Scientific Advisory Committee (ESAC), Garching (Alemania), 20 febrero 2020
Mario Tafalla
- Reunión de editores de Astronomy and Astrophysics, Heraklion (Grecia), 27 febrero 2020
Mario Tafalla
- Reunión del ALMA Scientific Advisory Committee (ASAC), Santiago (Chile), 5-6 marzo 2020
Mario Tafalla
- Reunión virtual European Scientific Advisory Committee (ESAC), 30 septiembre 2020
Mario Tafalla
- Reunión virtual del ALMA Scientific Advisory Committee (ASAC), 13 octubre 2020
Mario Tafalla

Centro de Desarrollos Tecnológicos

- Yebes RT40m: a radiotelescope in a village of La Mancha (or almost)
Santander-García, M.; Tercero, B.; Gómez-Garrido, M.; Jiménez Donaire, M. J.; Tarrío, P.; Chacón-Tanarro, A.; Esplugues, G.; González, J.; Beltrán, F.; González, A.; de Vicente, P.
Contributions to the XIV.0 Scientific Meeting (virtual) of the Spanish Astronomical Society, held 13-15 July 2020
https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/is_santander-garcia_m.pdf
- The Gaia-ESO Survey: Calibrating the lithium-age relation with open clusters and associations
Gutiérrez Albarrán, M. L.; Montes, D.; Gómez Garrido, M.; Taberero, H. M.; González Hernández, J. I.; Marfil, E.; GES Collaborators
Contributions to the XIV.0 Scientific Meeting
https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/vl_gutierrezalbarran_ml_1.pdf
- The post-common-envelope binary central star of the planetary nebula ETHOS 1
Munday, J.; Jones, D.; García-Rojas, J.; Boffin, H. M. J.; Corradi, R. L. M.; Rodríguez-Gil, P.; Rubio-Díez, M. M.; Santander-García, M.; Sowicka, P.
Contributions to the XIV.0 Scientific Meeting (virtual) of the Spanish Astronomical Society, held 13-15 July 2020
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020sea.confE.170M/abstract>



- Observatory of Yebes Technological Development Center 2017-2018 Biennial Report de Vicente, P.; López-Pérez, J. A.; Tercero-Martínez, F.; Serna-Puente, J. M.; Vaquero-Jiménez, B.; Patino-Esteban, M.; García-Carreño, P.; Gallego-Puyol, J. D.; Malo-Gómez, I.; López-Fernández, I.; Díez-González, M.; González-García, J.; García-Castellano, A.; Albo-Castaño, C.; López-Ramasco, J.; Barbas-Calvo, L.; Bautista-Durán, M.; García-Pérez, O.; Beltrán-Martínez, F. J.; Baldominos-Delgado, A.; Amils, R.; López-Fernández, J. A. International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2017+2018 Biennial Report, pp. 285-289. Eds.: K. L. Armstrong, K. D. Baver, and D. Behrend. (NASA/TP-2020-219041) <https://ivscc.gsfc.nasa.gov/publications/br2017+2018/tdyebes.pdf>
- Statistical trends of the GEMS molecular database Rodríguez-Baras, M.; Fuente, A.; Rivière-Marichalar, P.; Navarro, D. G.; Tercero, B.; Esplugues, G. B.; Alonso-Albi, T.; GEMS Collaboration id.183 <https://www.sea-astronomia.es/reunion-cientifica-2020>
- Revealing Embedded Super Star Clusters in M82 Jiménez-Donaire, M. J. Contributions to the XIV.0 Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society, held 13-15 July 2020, id. 51 <https://www.sea-astronomia.es/reunion-cientifica-2020>
- A Potential Dust Trap in HD 34700 Benac, P.; Matra, L.; Jiménez-Donaire, M. J.; Zhang, Q.; Wilner, D. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1 <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020AAS...23528108B/abstract>
- A Complete Census of Molecular Gas in the M51 System Petitpas, G.; Jiménez-Donaire, M.; Leroy, A.; Schinnerer, E.; & SMA M51 Collaboration Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1 <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020AAS...23516706P/abstract>
- Quantifying the Relationship of Dense Gas and Star Formation with DEGAS Garza, S. L.; Kepley, A.; & DEGAS Collaboration (incl. Jiménez-Donaire, M. J.) Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1 <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020AAS...23527504G/abstract>

Observatorio Geofísico Central

- Albert, H.; Costa F.; Di Muro, A.; Herrin, J.; Métrich, N. & Deloule, E.. «Crystal mush formation, timescales, and unrest: a combined study of olivine crystals and their hosted melt inclusions». Participación oral Invitada. EGU - General Assembly. 3-8 mayo 2020. (ON LINE)
- Albert, H.; Sainz-Maza, S.; Geyer, A.; López, C. «Pre-eruptive magmatic processes and their timescales revealed by crystal zoning». Participación oral. EGU - General Assembly, 3-8 mayo 2020. (ON LINE)



- Núñez-Guerrero, E.; Sumino, H.; Álvarez-Valero, A.M.; Aulinas, M.; Albert, H.: «Massive degassing-derived eruptions at Deception Island (Antarctica): Evidences from noble gas isotopes». Participación oral. EGU - General Assembly, 3-8 mayo 2020. (ON LINE)
- Asistencia a la «Jornada informativa sobre Proyectos cofinanciados por la Unión Europea de interés en el ámbito de Protección Civil» Escuela Nacional de Protección Civil. 26 de febrero de 2020.
A. Felpeto y C. del Fresno.
- Asistencia a las «Jornadas Presentación de Horizonte Europa en España». Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). 2-3 de diciembre de 2020. Online. C. del Fresno. Participación en la jornada sobre el conocimiento del riesgo volcánico y la afectación en la Protección Civil. Organizadas por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Escuela Nacional de Protección Civil.
Fechas 17-18 de febrero en Las Palmas de Gran Canaria, 19-20 de febrero en Santa Cruz de Tenerife. S.
Meletlidis, M.J. Blanco

Red Sísmica Nacional

- Llorente, M., Fernández-Hernández, M., González, A., García-Mayordomo, J., Cantavella, J.V., Macías, J., Vázquez, J. T., Sánchez, C., Paredes, C., León, R. (2020): «Estudio de impacto de tsunamis en las costas españolas». Congreso Nacional de Inundaciones. Orihuela, Alicante, septiembre de 2020

Centro Nacional de Información Geográfica

- VI Encuentro Nacional de Docentes de Ciencias Sociales. Ponencia: «Recursos educativos del Instituto Geográfico Nacional», 29 de febrero.
- III Encuentro de Docentes de Ciencias Sociales de Extremadura 2020. Ponencia: «Recursos educativos del Instituto Geográfico Nacional», 7 de marzo.
- Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales IIIDE 2020. Virtual, del 26 al 30 de octubre, 2020.
- INSPIRE Conference 2020. Virtual, del 3 al 12 de junio, 2020.
- Taller virtual de INSPIRE KEN titulado «Implementation of Annexes II and III» 3 marzo, 2020.
- Taller virtual en las IIIDE2020. «Y si reutilizamos? Las API en las IDE» José María García (CNIG), Álvaro Zabala (Junta de Andalucía), Pablo Martínez (Gobierno de La Rioja), Carlos Sabando (Tracasa Instrumenta), Ricard Cots y Marc Rosés (IDE de Menorca). 26 de octubre, 2020.
- Taller virtual en las IIIDE2020 «¿Cómo usar los recursos de las IDE? ¿Cómo se pueden explotar los servicios y metadatos IDEE?» Guadalupe Cano (CNIG), Laura Alemany (CNIG). 28 de octubre, 2020.

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 so-





ciudad 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 2020, 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: 7

Relación de convenios:

Protocolo General de actuaciones entre el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y la Comunidad Autónoma de Galicia, a través del Instituto de Estudios del Territorio, Organismo Autónomo de la Consejería de Medio Ambiente, Territorio y Vivienda, para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de 2020 de Galicia.

Protocolo General de Actuaciones entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través del CNIG, y la Comunidad Autónoma de Cantabria, a través de la Consejería de Obras Públicas, Ordenación del Territorio y Urbanismo, para la obtención de una cobertura de imágenes y ortofotos de 2020 de Cantabria.

Protocolo General de actuaciones entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través del CNIG, y la Comunidad de Madrid, a través de la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad, para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de 2020 de la Comunidad de Madrid.

Convenio entre el Instituto Geográfico Nacional y la Universidad de Málaga para el sistema nacional de alerta ante maremotos.

Protocolo General de actuaciones entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través del CNIG, y la Administración de la Comunidad Foral de Navarra, a través del Departamento de Cohesión Territorial para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de Navarra.

Convenio 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 (vuelo-2020).

Convenio entre el Ministerio de Fomento, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y Metro de Madrid S.A. para acciones conjuntas en la estación de Guzmán el Bueno con motivo del 150 Aniversario del Instituto Geográfico Nacional.

Convenio entre el Instituto Geográfico Nacional y la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria para el sistema nacional de alerta ante maremotos.



Convenio de actuación entre la Universidad Complutense de Madrid, Departamentos de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica, y el IGN para la mejora del Plan Nacional de Alerta de Tsunamis.

Adenda nº 1 al convenio entre el CNIG y la Comunidad de Castilla y León para el desarrollo del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.

Convenio entre la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y la Sociedad Geográfica Española en materia de información geográfica.

Convenio entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y la Comunidad Autónoma de Cantabria, a través de la Consejería de Obras Públicas, Ordenación del Territorio y Urbanismo, para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y Ortofotos de Cantabria (vuelo-2020).

Convenio entre el Instituto Geográfico Nacional y la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E. para el estudio, análisis, y difusión de la información y el conocimiento de la sismicidad y estudios de peligrosidad sísmica.

Protocolo entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y el Ministerio de Ciencia e Innovación, para la vigilancia Volcánica en la Isla Decepción, ubicada en la Antártida.

Convenio entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y la Administración de la Comunidad Foral de Navarra, a través del Departamento de Cohesión Territorial, para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de Navarra.

Protocolo General de Actuación entre el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P. (CSIC) en materia de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales.

Convenio entre la Universidad Isabel I y la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional para Prácticas Académicas Externas.

Convenio entre el Real Patronato sobre Discapacidad, el Instituto Geográfico Nacional y la Fundación ACS, para el desarrollo de actuaciones de mejora de la accesibilidad del Real Observatorio de Madrid.



El ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos y el ministro de Ciencia e Innovación, Pedro Duque, en el acto de la firma del protocolo para la vigilancia volcánica en Isla Decepción (Antártida)





IGN
2020

ARTÍCULOS Y PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, E INFORMES TÉCNICOS

Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales

Observatorio Astronómico Nacional

Lutz D., Sturm E., Janssen A., Veilleux S., Aalto S., Cicone C., Contursi A., Davies R. I., Feruglio C., Fischer J., Fluetsch A., Garcia-Burillo S., Genzel R., González-Alfonso E., Graciá-Carpio J., et al.
Molecular outflows in local galaxies: Method comparison and a role of intermittent AGN driving.
Astronomy and Astrophysics, 633, A134, 01/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936803>

Bujarrabal V., Alcolea J., Mikołajewska J., Castro-Carrizo A., Ramstedt S.
High-resolution observations of the symbiotic system R Aqr. Direct imaging of the gravitational effects of the secondary on the stellar wind (Corrigendum).
Astronomy and Astrophysics, 633, C1, 01/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201833633e>

Herrera C. N., Pety J., Hughes A., Meidt S. E., Kreckel K., Querejeta M., Saito T., Lang P., Jiménez-Donaire M. J., Pessa I., Cormier D., Usero A., Sliwa K., Faesi C., Blanc G. A., et al.
The headlight cloud in NGC 628: An extreme giant molecular cloud in a typical galaxy disk.
Astronomy and Astrophysics, 634, A121, 02/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936060>

Favre C., Vastel C., Jimenez-Serra I., Quénard D., Caselli P., Ceccarelli C., Chacón-Tanarro A., Fontani F., Holdship J., Oya Y., Puanova A., Sakai N., Spezzano S., Yamamoto S., Neri R., et al.
Seeds of Life in Space (SOLIS). VII. Discovery of a cold dense methanol blob toward the L1521F VELLO system.
Astronomy and Astrophysics, 635, A189, 03/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201937297>

Kim S., Lee C. W., Gopinathan M., Tafalla M., Sohn J., Kim G., Kim M.-R., Soam A., Myers P. C.
CS Depletion in Prestellar Cores.
The Astrophysical Journal, 891, 169, 03/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab774d>

Kessler S., Leroy A., Querejeta M., Murphy E., Rebolledo D., Sandstrom K., Schinnerer E., Wong T.
Pa β , H α , and Attenuation in NGC 5194 and NGC 6946.
The Astrophysical Journal, 892, 23, 03/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab77a8>

Cabezas C., Bermúdez C., Endo Y., Tercero B., Cernicharo J.
Rotational spectroscopy and astronomical search for glutaronitrile.
Astronomy and Astrophysics, 636, A33, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037769>

Tercero B., Cernicharo J., Cuadrado S., de Vicente P., Guélin M.
New molecular species at redshift $z = 0.89$.
Astronomy and Astrophysics, 636, L7, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037837>



Meidt S. E., Glover S. C. O., Kruijssen J. M. D., Leroy A. K., Rosolowsky E., Hughes A., Schinnerer E., Schrubba A., Usero A., Bigiel F., Blanc G., Chevance M., Pety J., Querejeta M., Utomo D.
A Model for the Onset of Self-gravitation and Star Formation in Molecular Gas Governed by Galactic Forces. II. The Bottleneck to Collapse Set by Cloud-Environment Decoupling.

The Astrophysical Journal, 892, 73, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab7000>

Sun J., Leroy A. K., Ostriker E. C., Hughes A., Rosolowsky E., Schrubba A., Schinnerer E., Blanc G. A., Faesi C., Kruijssen J. M. D., Meidt S., Utomo D., Bigiel F., Bolatto A. D., Chevance M., et al.
Dynamical Equilibrium in the Molecular ISM in 28 Nearby Star-forming Galaxies.

The Astrophysical Journal, 892, 148, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab781c>

Lopez-Rodriguez E., Alonso-Herrero A., García-Burillo S., Gordon M. S., Ichikawa K., Imanishi M., Kameno S., Levenson N. A., Nikutta R., Packham C.

ALMA Polarimetry Measures Magnetically Aligned Dust Grains in the Torus of NGC 1068.
The Astrophysical Journal, 893, 33, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab8013>

Bublitz J., Kastner J., Hily-Blant P., Forveille T., Santander-García M., Bujarrabal V., Alcolea J., Montez R.

Irradiation Investigation: Exploring the Molecular Gas in NGC 7293.
Galaxies, 8, 32, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.3390/galaxies8020032>

Chevance M., Kruijssen J. M. D., Hygate A. P. S., Schrubba A., Longmore S. N., Groves B., Henshaw J. D., Herrera C. N., Hughes A., Jeffreson S. M. R., Lang P., Leroy A. K., Meidt S. E., Pety J., Razza A., et al.

The lifecycle of molecular clouds in nearby star-forming disc galaxies.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 493, 2872, 04/2020
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz3525>

Navarro-Almáida D., Le Gal R., Fuente A., Rivière-Marichalar P., Wakelam V., Cazaux S., Caselli P., Laas J. C., Alonso-Albi T., Loison J. C., Gerin M., Kramer C., Roueff E., Bachiller R., Commerçon B., et al.

Gas phase Elemental abundances in Molecular cloudS (GEMS). II. On the quest for the sulphur reservoir in molecular clouds: the H₂S case.
Astronomy and Astrophysics, 637, A39, 05/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201937180>

Taquet V., Codella C., De Simone M., López-Sepulcre A., Pineda J. E., Segura-Cox D., Ceccarelli C., Caselli P., Gusdorf A., Persson M. V., Alves F., Caux E., Favre C., Fontani F., Neri R., et al.
Seeds of Life in Space (SOLIS). VI. Chemical evolution of sulfuretted species along the outflows driven by the low-mass protostellar binary NGC 1333-IRAS4A.

Astronomy and Astrophysics, 637, A63, 05/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201937072>





Lenkić L., Bolatto A. D., Förster Schreiber N. M., Tacconi L. J., Neri R., Combes F., Walter F., García-Burillo S., Genzel R., Lutz D., Cooper M. C.
Plateau de Bure High-z Blue Sequence Survey 2 (PHIBSS2): Search for Secondary Sources, CO Luminosity Functions in the Field, and the Evolution of Molecular Gas Density through Cosmic Time.
The Astronomical Journal, 159, 190, 05/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-3881/ab7458>

Chen C.-Y., Behrens E. A., Washington J. E., Fissel L. M., Friesen R. K., Li Z.-Y., Pineda J. E., Ginsburg A., Kirk H., Scibelli S., Alves F., Redaelli E., Caselli P., Punanova A., Di Francesco J., et al.
Relative alignment between dense molecular cores and ambient magnetic field: the synergy of numerical models and observations.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 494, 1971, 05/2020
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/staa835>

Feng S., Codella C., Ceccarelli C., Caselli P., Lopez-Sepulcre A., Neri R., Fontani F., Podio L., Lefloch B., Liu H. B., Bachiller R., Viti S.
Seeds of Life in Space (SOLIS). IX. Chemical Segregation of SO₂ and SO toward the Low-mass Protostellar Shocked Region of L1157.
The Astrophysical Journal, 896, 37, 06/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab8813>

Yang H., Cho S.-H., Yun Y., Yoon D.-H., Kim D.-J., Kim H., Yoon S.-C., Dodson R., Rioja M. J., Imai H.
Asymmetric distributions of H₂O and SiO masers towards V627 Cas.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 495, 1284, 06/2020
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/staa1206>

Rebollido I., Eiroa C., Montesinos B., Maldonado J., Villaver E., Absil O., Bayo A., Canovas H., Carmona A., Chen C., Ertel S., Henning T., Iglesias D. P., Launhardt R., Liseau R., et al.
Exocomets: A spectroscopic survey.
Astronomy and Astrophysics, 639, A11, 07/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936071>

Alonso-Herrero A., Pereira-Santaella M., Rigopoulou D., García-Bernete I., García-Burillo S., Domínguez-Fernández A. J., Combes F., Davies R. I., Díaz-Santos T., Esparza-Arredondo D., González-Martín O., Hernán-Caballero A., Hicks E. K. S., Hönic S. F., Levenson N. A., et al.
Cold molecular gas and PAH emission in the nuclear and circumnuclear regions of Seyfert galaxies.
Astronomy and Astrophysics, 639, A43, 07/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037642>

Cabezas C., Bermúdez C., Tercero B., Cernicharo J.
The millimeter-wave spectrum and astronomical search for ethyl methyl sulfide.
Astronomy and Astrophysics, 639, A129, 07/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038177>

Lang P., Meidt S. E., Rosolowsky E., Nofech J., Schinnerer E., Leroy A. K., Emsellem E., Pessa I., Glover S. C. O., Groves B., Hughes A., Kruijssen J. M. D., Querejeta M., Schrubba A., Bigiel F., et al.
PHANGS CO Kinematics: Disk Orientations and Rotation Curves at 150 pc Resolution.
The Astrophysical Journal, 897, 122, 07/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab9953>



Castignani G., Jablonka P., Combes F., Haines C. P., Rawle T., Jauzac M., Egami E., Krips M., Spérone-Longin D., Arnaud M., García-Burillo S., Schinnerer E., Bigiel F.
Molecular gas and star formation activity in luminous infrared galaxies in clusters at intermediate redshifts.

Astronomy and Astrophysics, 640, A64, 08/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201937190>

Aalto S., Falstad N., Muller S., Wada K., Gallagher J. S., König S., Sakamoto K., Vlemmings W., Ceccobello C., Dasyra K., Combes F., García-Burillo S., Oya Y., Martín S., van der Werf P., et al.
ALMA resolves the remarkable molecular jet and rotating wind in the extremely radio-quiet galaxy NGC 1377.

Astronomy and Astrophysics, 640, A104, 08/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038282>

Choudhury S., Pineda J. E., Caselli P., Ginsburg A., Offner S. S. R., Rosolowsky E., Friesen R. K., Alves F. O., Chacón-Tanarro A., Punanova A., Redaelli E., Kirk H., Myers P. C., Martin P. G., Shirley Y., et al.
Ubiquitous NH₃ supersonic component in L1688 coherent cores.

Astronomy and Astrophysics, 640, L6, 08/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037955>

Pardo J. R., Bermúdez C., Cabezas C., Agúndez M., Gallego J. D., Fonfría J. P., Velilla-Prieto L., Quintana-Lacaci G., Tercero B., Guélin M., Cernicharo J.
Detection of vibrationally excited HC₇N and HC₉N in IRC +10216.

Astronomy and Astrophysics, 640, L13, 08/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038571>

Scourfield M., Viti S., García-Burillo S., Saintonge A., Combes F., Fuente A., Henkel C., Alonso-Herrero A., Harada N., Takano S., Nakajima T., Martín S., Krips M., van der Werf P. P., Aalto S., et al.

ALMA observations of CS in NGC 1068: chemistry and excitation.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 496, 5308, 08/2020
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/staa1891>

Fuente A., Treviño-Morales S. P., Le Gal R., Rivière-Marichalar P., Pilleri P., Rodríguez-Baras M., Navarro-Almáida D.
Gas kinematics of key prebiotic molecules in GV Tau N revealed with an ALMA, PdBI, and Herschel synergy.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 496, 5330, 08/2020
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/staa1919>

Dionatos O., Kristensen L. E., Tafalla M., Güdel M., Persson M.
Feedback of molecular outflows from protostars in NGC 1333 revealed by Herschel and Spitzer spectro-imaging observations.

Astronomy and Astrophysics, 641, A36, 09/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037684>

Cernicharo J., Marcelino N., Pardo J. R., Agúndez M., Tercero B., de Vicente P., Cabezas C., Bermúdez C.





Interstellar nitrile anions: Detection of C₃N⁻ y C₅N⁻ in TMC-1.
Astronomy and Astrophysics, 641, L9, 09/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202039231>

Rioja M. J., Dodson R.
Precise radio astrometry and new developments for the next-generation of instruments.
Astronomy and Astrophysics Review, 28, 6, 09/2020
<http://dx.doi.org/10.1007/s00159-020-00126-z>

Ribas Á., Espaillat C. C., Macías E., Bouy H., Andrews S., Calvet N., Naylor D. A., Riviere-Marichalar P., van der Wiel M. H. D., Wilner D.
Erratum: «Far-infrared to Millimeter Data of Protoplanetary Disks: Dust Growth in the Taurus, Ophiuchus, and Chamaeleon I Star-forming Regions» (2017, ApJ, 849, 63).
The Astrophysical Journal, 901, 88, 09/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/abb66e>

Sun J., Leroy A. K., Schinnerer E., Hughes A., Rosolowsky E., Querejeta M., Schrub A., Liu D., Saito T., Herrera C. N., Faesi C., Usero A., Pety J., Kruijssen J. M. D., Ostriker E. C., et al.
Molecular Gas Properties on Cloud Scales across the Local Star-forming Galaxy Population.
The Astrophysical Journal, 901, L8, 09/2020
<http://dx.doi.org/10.3847/2041-8213/abb3be>

Rivière-Marichalar P., Fuente A., Le Gal R., Baruteau C., Neri R., Navarro-Almaida D., Treviño-Morales S. P., Macías E., Bachiller R., Osorio M.
AB Aur, a Rosetta stone for studies of planet formation. I. Chemical study of a planet-forming disk.
Astronomy and Astrophysics, 642, A32, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038549>

Tarrío P., Zarattini S.
Photometric redshifts for the Pan-STARRS1 survey.
Astronomy and Astrophysics, 642, A102, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038415>

Bellocchi E., Martín-Pintado J., Güsten R., Requena-Torres M. A., Harris A., van der Werf P. P., Israel F. P., Weiss A., Kramer C., García-Burillo S., Stutzki J.
The multi-phase ISM in the nearby composite AGN-SB galaxy NGC 4945: large-scale (parsecs) mechanical heating.
Astronomy and Astrophysics, 642, A166, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037782>

Gómez-Garrido M., Bujarrabal V., Alcolea J., Soria-Ruiz R., de Vicente P., Desmurs J.-F.
Very fast variations of SiO maser emission in evolved stars.
Astronomy and Astrophysics, 642, A213, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037499>

Cernicharo J., Marcelino N., Agúndez M., Bermúdez C., Cabezas C., Tercero B., Pardo J. R.
Discovery of HC₄NC in TMC-1: A study of the isomers of HC₃N, HC₅N, and HC₇N.



Astronomy and Astrophysics, 642, L8, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202039274>

Cernicharo J., Marcelino N., Agúndez M., Endo Y., Cabezas C., Bermúdez C., Tercero B., de Vicente P.
Discovery of HC₃O⁺ in space: The chemistry of O-bearing species in TMC-1. Astronomy and Astrophysics, 642, L17, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202039351>

Zeng S., Zhang Q., Jiménez-Serra I., Tercero B., Lu X., Martín-Pintado J., de Vicente P., Rivilla V. M., Li S.
Cloud-cloud collision as drivers of the chemical complexity in Galactic Centre molecular clouds. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 497, 4896, 10/2020
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/staa2187>

Gadotti D. A., Bittner A., Falcón-Barroso J., Méndez-Abreu J., Kim T., Fragkoudi F., de Lorenzo-Cáceres A., Leaman R., Neumann J., Querejeta M., Sánchez-Blázquez P., Martig M., Martín-Navarro I., Pérez I., Seidel M. K., et al.
Kinematic signatures of nuclear discs and bar-driven secular evolution in nearby galaxies of the MUSE TIMER project. Astronomy and Astrophysics, 643, A14, 11/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038448>

Bittner A., Sánchez-Blázquez P., Gadotti D. A., Neumann J., Fragkoudi F., Coelho P., de Lorenzo-Cáceres A., Falcón-Barroso J., Kim T., Leaman R., Martín-Navarro I., Méndez-Abreu J., Pérez I., Querejeta M., Seidel M. K., et al.
Inside-out formation of nuclear discs and the absence of old central spheroids in barred galaxies of the TIMER survey. Astronomy and Astrophysics, 643, A65, 11/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038450>

Gutiérrez Albarrán M. L., Montes D., Gómez Garrido M., Tabernero H. M., González Hernández J. I., Marfil E., Frasca A., Lanzafame A. C., Klutsch A., Franciosini E., Randich S., Smiljanic R., Korn A. J., Gilmore G., Alfaro E. J., et al.
The Gaia-ESO Survey: Calibrating the lithium-age relation with open clusters and associations. I. Cluster age range and initial membership selections. Astronomy and Astrophysics, 643, A71, 11/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202037620>

Pereira-Santaella M., Colina L., García-Burillo S., González-Alfonso E., Alonso-Herrero A., Arribas S., Cazzoli S., Piqueras-López J., Rigopoulou D., Usero A.
Excitation and acceleration of molecular outflows in LIRGs: The extended ESO 320-G030 outflow on 200-pc scales. Astronomy and Astrophysics, 643, A89, 11/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038838>

Domínguez-Fernández A. J., Alonso-Herrero A., García-Burillo S., Davies R. I., Usero A., Labiano A., Levenson N. A., Pereira-Santaella M., Imanishi M., Ramos Almeida C., Rigopoulou D.
Searching for molecular gas inflows and outflows in the nuclear regions of five Seyfert galaxies. Astronomy and Astrophysics, 643, A127, 11/2020
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936961>





Marcelino N., Agúndez M., Tercero B., Cabezas C., Bermúdez C., Gallego J. D., deVicente P., Cernicharo J.

Tentative detection of HC₅NH⁺ in TMC-1.

Astronomy and Astrophysics, 643, L6, 11/2020

<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202039251>

Emig K. L., Bolatto A. D., Leroy A. K., Mills E. A. C., Jiménez Donaire M. J., Tielens A. G. G. M., Ginsburg A., Gorski M., Krieger N., Levy R. C., Meier D. S., Ott J., Rosolowsky E., Thompson T. A., Veilleux S.

Super Star Clusters in the Central Starburst of NGC 4945.

The Astrophysical Journal, 903, 50, 11/2020

<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/abb67d>

Munday J., Jones D., García-Rojas J., Boffin H. M. J., Miszalski B., Corradi R. L. M., Rodríguez-Gil P., Rubio-Díez M. del M., Santander-García M., Sowicka P.

The post-common-envelope binary central star of the planetary nebula ETHOS 1.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 498, 6005, 11/2020

<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/staa2753>

Jabri A., Tercero B., Margulès L., Motiyenko R. A., Alekseev E. A., Kleiner I., Cernicharo J., Guillemin J.-C.

Rotational spectroscopic study of S-methyl thioformate. A global laboratory analysis of ground and excited torsional states up to 660 GHz.

Astronomy and Astrophysics, 644, A102, 12/2020

<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202038200>

Rosado-Belza D., Falcón-Barroso J., Knapen J. H., Bittner A., Gadotti D. A., Neumann J., de Lorenzo-Cáceres A., Méndez-Abreu J., Querejeta M., Martín-Navarro I., Sánchez-Blázquez P., Coelho P. R. T., Martig M., van de Ven G., Kim T.

The kinematics of young and old stellar populations in nuclear rings of MUSE TIMER galaxies.

Astronomy and Astrophysics, 644, A116, 12/2020

<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202039530>

Cernicharo J., Marcelino N., Agúndez M., Endo Y., Cabezas C., Bermúdez C., Tercero B., de Vicente P.

Discovery of HC₃O⁺ in space: The chemistry of O-bearing species in TMC-1 (Corrigendum).

Astronomy and Astrophysics, 644, C2, 12/2020

<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/202039351e>

Benac P., Matrà L., Wilner D. J., Jiménez-Donaire M. J., Monnier J. D., Harries T. J., Laws A., Rich E. A., Zhang Q.

A Dust Trap in the Young Multiple System HD 34700.

The Astrophysical Journal, 905, 120, 12/2020

<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/abc74b>

Chevance, Mélanie; Kruijssen, J. M. Diederik; Hygate, Alexander P. S.; Schruba, Andreas; Longmore, Steven N.; Groves, Brent; Henshaw, Jonathan D.; Herrera, Cinthya N.; Hughes, Annie; Jeffreson,



Sarah M. R.; Lang, Philipp,... Querejeta, M;...
The lifecycle of molecular clouds in nearby star-forming disc galaxies
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 493, Issue 2, p.2872-2909
<https://doi.org/10.1093/mnras/stz3525>

Sun, Jiayi; Leroy, Adam K.; Ostriker, Eve C.; Hughes, Annie; Rosolowsky, Erik; Schrupa, Andreas;
Schinnerer, Eva; Blanc, Guillermo A.; Faesi, Christopher; Kruijssen, J. M. Diederik; Meidt, Sharon;
Utomo, Dyas; Bigiel, Frank; Bolatto, Alberto D.,... Querejeta, M;...
Dynamical Equilibrium in the Molecular ISM in 28 Nearby Star-forming Galaxies
The Astrophysical Journal, Volume 892, Issue 2, id.148, 28 pp. (2020)
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab781c>

Centro de Desarrollos Tecnológicos

Detection statistics of the RadioAstron AGN survey
Kovalev, Y. Y.; Kardashev, N. S.; Sokolovsky, K. V.; Voitsik, P. A.; An, T.; Anderson, J. M.; Andrianov, A.
S.; Avdeev, V. Yu.; Bartel, N.; Bignall, H. E.; Burgin, M. S.; Edwards, P. G.; Ellingsen, S. P.; Frey, S.; ...
Advances in Space Research, Volume 65, Issue 2, p. 705-711.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117719306180?via%3Dihub>

New molecular species at redshift $z = 0.89$
Tercero, B.; Cernicharo, J.; Cuadrado, S.; de Vicente, P.; Guélin, M.
Astronomy & Astrophysics, Volume 636, id.L7, 11 pp
<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2020/04/aa37837-20/aa37837-20.html>

Wideband 67-116 GHz receiver development for ALMA Band 2
Yagoubov, P.; Mroczkowski, T.; Belitsky, V.; Cuadrado-Calle, D.; Cuttaia, F.; Fuller, G. A.; Gallego, J.
-D.; Gonzalez, A.; Kaneko, K.; Mena, P.; Molina, R.; Nesti, R.; Tapia, V.; Villa, F.; Beltrán, M.; Cavaliere,
F.; Ceru, J.; Chesmore, G. E.; Coughlin, K.; De Breuck, C.; Fredrixon, M.; George, D.; Gibson, H.;
Golec, J.; Josaitis, A.; Kemper, F.; Kotiranta, M.; Lapkin, I.; López-Fernández, I.; Marconi, G.; Mariotti,
S.; McGenn, W.; McMahan, J.; Murk, A.; Pezzotta, F.; Phillips, N.; Reyes, N.; Ricciardi, S.; Sandri, M.;
Strandberg, M.; Terenzi, L.; Testi, L.; Thomas, B.; Uzawa, Y.; Viganò, D.; Wadefalk, N.
Astronomy and Astrophysics, 634, A46
<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2020/02/aa36777-19/aa36777-19.html>

Cloud-cloud collision as drivers of the chemical complexity in Galactic
Centre molecular clouds
Zeng, S.; Zhang, Q.; Jiménez-Serra, I.; Tercero, B.; Lu, X.; Martín-Pintado, J.; de Vicente, P.; Rivilla,
V. M.; Li, S.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 497, Issue 4, pp.4896-4909
<https://academic.oup.com/mnras/article/497/4/4896/5877919>

Interstellar nitrile anions: Detection of C₃N⁻ and C₅N⁻ in TMC-1
Cernicharo, J.; Marcelino, N.; Pardo, J. R.; Agúndez, M.; Tercero, B.; de Vicente, P.; Cabezas, C.;
Bermúdez, C.
Astronomy & Astrophysics, Volume 641, id.L9, 9 pp.
<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2020/09/aa39231-20/aa39231-20.html>





Very fast variations of SiO maser emission in evolved stars

Gómez-Garrido, Miguel; Bujarrabal, Valentín; Alcolea, Javier; Soria-Ruiz, Rebeca; de Vicente, Pablo; Desmurs, Jean-François
A&A 642, A213

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202037499>

Discovery of HC₃O⁺ in space: The chemistry of O-bearing species in TMC-1

Cernicharo, J.; Marcelino, N.; Agundez, M.; Endo, Y.; Cabezas, C.; Bermudez, C.; Tercero, B.; de Vicente, P.

A&A 642, L17

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039351>

Tentative detection of HC₅NH⁺ in TMC-1

Marcelino, N.; Agundez, M.; Tercero, B.; Cabezas, C.; Bermudez, C.; Gallego, J. D.; de Vicente, P.; Cernicharo, J.

A&A, 643, L6

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039251>

The 3 Cavity Prototypes of RADES: An Axion Detector Using Microwave Filters at CAST

Arguedas Cuendis, S.; Álvarez Melcón, A.; Cogollos, C.; Díaz-Morcillo, A.; Döbrich, B.; Gallego, J. D.; Gimeno, B.; Irastorza, I. G.; Lozano-Guerrero, A. J.; Malbrunot, C.; Navarro, P.; Peña Garay, C.; Redondo, J.; Vafeiadis, T.; Wünsch, W.

Proceedings in Physics, vol 245. Springer, Cham.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-43761-9_6

A Contactless System for the Dielectric Characterization of Liquid Drops

G. Galindo-Romera, J. Carnerero-Cano, J. J. Martínez-Martínez, A. Rivera-Lavado, and F. J. Herraiz-Martínez

Progress In Electromagnetics Research M, Vol. 94, pp. 201-208

<http://www.jpier.org/PIERM/pier.php?paper=20051402>

The Gaia-ESO Survey: Calibrating the lithium-age relation with open clusters and associations. I.

Cluster age range and initial membership selections

Gutiérrez Albarrán, M. L.; Montes, D.; Gómez Garrido, M.; Tabernero, H. M.; González Hernández, J. I.; Marfil, E.; Frasca, A.; Lanzafame, A. C.; Klutsch, A.; Franciosini, E.; Randich, S.; Smiljanic, R.; Korn, A. J.; Gilmore, G.; Alfaro, E. J.; Baratella, M.; Bayo, A.; Bensby, T.; Bonito, R.; Carraro, G. Delgado Mena, E.; Feltzing, S.; Gonneau, A.; Heiter, U.; Hourihane, A.; Jiménez Esteban, F.; Jofre, P.; Masseron, T.; Monaco, L.; Morbidelli, L.; Prisinzano, L.; Roccatagliata, V.; Sousa, S.; Van der Swaelmen, M.; Worley, C. C.; Zaggia, S.

A&A, Volume 643, A71

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202037620>

Comprehensive characterization of Gunn oscillations in In_{0.53}Ga_{0.47}As planar diodes

Lechaux, Y.; Iniguez de la Torre, I.; Novoa-López, J. A.; García-Pérez, O.; Sánchez Martín, H.; Millithaler, J. F.; Vaquero, D.; Delgado Notario, J. A.; Clericò, V.; González, T.; Mateos, J.

Semiconductor Science and Technology, vol. 35, no. 11, pp. 115009

<https://doi.org/10.1088/1361-6641/abab1f>



Scalable haloscopes for axion dark matter detection in the 30 ueV range with RADES
Melcón A Álvarez, Cuendis S Arguedas, C Cogollos, A Díaz-Morcillo, B Döbrich, JD Gallego, Barceló JM García, B Gimeno, J Golm, IG Irastorza, AJ Lozano-Guerrero, C Malbrunot, A Millar, P Navarro, Garay C Peña, J Redondo, W Wuensch
Journal of High Energy Physics volume 2020, 84 (2020)
[https://link.springer.com/article/10.1007/JHEP07\(2020\)084](https://link.springer.com/article/10.1007/JHEP07(2020)084)

Detection of vibrationally excited HC7N and HC9N in IRC+ 10216
JR Pardo, C Bermúdez, C Cabezas, M Agúndez, JD Gallego, JP Fonfría, L Vellilla-Prieto, G Quintana-Lacaci, B Tercero, M Guélin, J Cernicharo
A&A 640, L13 (2020)
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/08/aa38571-20.pdf>

The post-common-envelope binary central star of the planetary nebula ETHOS 1
Munday, James; Jones, David; García-Rojas, Jorge; Boffin, Henri M. J.; Miszalski, Brent; Corradi, Romano L. M.; Rodríguez-Gil, Pablo; Rubio-Díez, María del Mar; Santander-García, Miguel; Sowicka, Paulina
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 498, 4, 6005
<https://doi.org/10.1093/mnras/staa2753>

Irradiation Investigation: Exploring the Molecular Gas in NGC 7293
Bublitz, Jesse; Kastner, Joel; Hily-Blant, Pierre; Forveille, Thierry; Santander-García, Miguel; Bujarrabal, Valentin; Alcolea, Javier; Montez, Rodolfo, Jr.
Galaxies, 8, 2, 32
<https://doi.org/10.3390/galaxies8020032>

Discovery of HC4NC in TMC-1: A study of the isomers of HC3N, HC5N, and HC7N
Cernicharo, J.; Marcelino, N.; Agúndez, M.; Bermúdez, C.; Cabezas, C.; Tercero, B.; Pardo, J. R.
A&A, 642, L8
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/10/aa39274-20.pdf>

The millimeter-wave spectrum and astronomical search for ethyl methyl sulfide
Cabezas, C.; Bermúdez, C.; Tercero, B.; Cernicharo, J.
A&A, 639, A129
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/07/aa38177-20.pdf>

Gas phase Elemental abundances in Molecular cloudS (GEMS). II. On the quest for the sulphur reservoir in molecular clouds: the H2S case
Navarro-Almáida, D.; Le Gal, R.; Fuente, A.; Rivière-Marichalar, P.; Wakelam, V.; Cazaux, S.; Caselli, P.; Laas, J. C.; Alonso-Albi, T.; Loison, J. C.; Gerin, M.; Kramer, C.; Roueff, E.; Bachiller, R.; Commerçon, B.; Friesen, R.; García-Burillo, S.; Goicoechea, J. R.; Giuliano, B. M.; Jiménez-Serra, I. Kirk, J. M.; Lattanzi, V.; Malinen, J.; Marcelino, N.; Martín-Domènech, R.; Muñoz Caro, G. M.; Pineda, J.; Tercero, B.; Treviño-Morales, S. P.; Roncero, O.; Hacar, A.; Tafalla, M.; Ward-Thompson, D.
A&A, 637, A39
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/05/aa37180-19.pdf>

Rotational spectroscopy and astronomical search for glutaronitrile
Cabezas, C.; Bermúdez, C.; Endo, Y.; Tercero, B.; Cernicharo, J.





IGN
2020

A&A, 636, A33

<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/04/aa37769-20.pdf>

A Dust Trap in the Young Multiple System HD 34700

Benac, P.; Matrà, L.; Wilner, D. J.; Jiménez-Donaire, M.; Monnier, J. D.; Harries, T. J.; Laws, A.; Rich, E. A.; Zhang, Q.

The Astrophysical Journal, Volume 905, Issue 2, id.120, 9 pp.

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/abc74b>

Super Star Clusters in the Central Starburst of NGC 4945

Emig, K. L.; Bolatto, A. D.; Leroy, A. K.; Mills, E. A. C.; Jiménez Donaire, M. J.; Tielens, A. G. G. M.; Ginsburg, A.; Gorski, M.; Krieger, N.; Levy, R. C.; Meier, D. S.; Ott, J.; Rosolowsky, E.; Thompson, T. A.; Veilleux, S.

The Astrophysical Journal, Volume 903, Issue 1, id.50, 24 pp.

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/abb67d>

Molecular Gas Properties on Cloud Scales across the Local Star-forming Galaxy Population

Sun J., Leroy A. K., Schinnerer E., Hughes A., Rosolowsky E., Querejeta M., Schrub A., Liu D., Saito T., Herrera C. N., Faesi C., Usero A., Pety J., Kruijssen D., Ostriker E. C., Bigiel F., Blanc G. A., Bolatto A. D., Boquien M., Chevance M., Dale D. A., Deger S., Emsellem E., Glover S. C. O., Grasha K., Groves B., Henshaw J., Jiménez-Donaire M. J., Kim J., Klessen R. S., Kreckel K., Lee J. C., Meidt S., Sandstrom K., Sardone A. E., Utomo D. and Williams, T. G.

The Astrophysical Journal Letters, Volume 901, Issue 1, id.L8, 12 pp.

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/abb3be>

Dynamical Equilibrium in the Molecular ISM in 28 Nearby Star-forming Galaxies

Sun, Jiayi; Leroy, Adam K.; Ostriker, Eve C.; Hughes, Annie; Rosolowsky, Erik; Schrub A, Andreas; Schinnerer, Eva; Blanc, Guillermo A.; Faesi, Christopher; Kruijssen, J. M. Diederik; Meidt, Sharon; Utomo, Dyas; Bigiel, Frank; Bolatto, Alberto D.; Chevance, Mélanie; Chiang, I-Da; Dale, Daniel; Emsellem, Eric; Glover, Simon C. O.; Grasha, Kathryn; Henshaw, Jonathan; Herrera, Cinthya N.; Jimenez-Donaire, Maria Jesus; Lee, Janice C.; Pety, Jérôme; Querejeta, Miguel; Saito, Toshiki; Sandstrom, Karin; Usero, Antonio

The Astrophysical Journal, Volume 892, Issue 2, id.148, 28 pp.

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ab781c>

The headlight cloud in NGC 628: An extreme giant molecular cloud in a typical galaxy disk

Herrera, Cinthya N.; Pety, Jérôme; Hughes, Annie; Meidt, Sharon E.; Kreckel, Kathryn; Querejeta, Miguel; Saito, Toshiki; Lang, Philipp; Jiménez-Donaire, María Jesús; Pessa, Ismael; Cormier, Diane; Usero, Antonio; Sliwa, Kazimierz; Faesi, Christopher; Blanc, Guillermo A.; Bigiel, Frank; Chevance, Mélanie; Dale, Daniel A.; Grasha, Kathryn; Glover, Simon C. O. Hygate, Alexander P. S.; Kruijssen, J. M. Diederik; Leroy, Adam K.; Rosolowsky, Erik; Schinnerer, Eva; Schrub A, Andreas; Sun, Jiayi; Utomo, Dyas

Astronomy & Astrophysics, Volume 634, id.A121, 21 pp.

https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2020/02/aa36060-19/aa36060-19.html

VLBI20-30: a scientific roadmap for the next decade -- The future of the European VLBI Network

Venturi, Tiziana; Paragi, Zsolt; Lindqvist, Michael; Bartkiewicz, Anna; Beswick, Rob; Bogdanovic,

132



Tamara; Brisken, Walter; Charlot, Patrick; Colomer, Francisco; Conway, John; Frey, Sándor; Guirado, José Carlos; Gurvits, Leonid; van Langevelde, Huib; Lobanov, Andrei; McKean, John; Morganti, Raffaella; Muxlow, Tom; Pérez-Torres, Miguel; Rygl, Kazi Schulz, Robert; Szomoru, Arpad; de Vicente, Pablo; An, Tao; ...

eprint arXiv:2007.02347

<https://arxiv.org/abs/2007.02347>

White Paper on MAAT@GTC

Prada, Francisco; Content, Robert; Goobar, Ariel; Izzo, Luca; Pérez, Enrique; Agnello, Adriano; del Burgo, Carlos; Dhillon, Vik; Diego, José M.; Galbany, Lluís; García-Rojas, Jorge; Jones, David; Lawrence, Jon; Martín, Eduardo; Mediavilla, Evencio; Ángeles Pérez García, M.; Sánchez Almeida, Jorge; Acosta Pulido, José A.; López-Sánchez, Angel R.; Arribas, Santiago; Carrera, Francisco J.; Corral, Amalia; Domínguez, Inmaculada; Mateos, Silvia; Martínez Nuñez, Silvia; Villaver, Eva; Rosa Zapatero Osorio, María; Albertus, Conrado; Arrigoni Battaia, Fabrizio; Barrado, David; Bejar, Víctor J. S.; Boffin, Henri M. J.; Bouy, Herve; Burgasser, Adam; Esteban, Cesar; Lodieu, Nicolas; Morales Calderón, María; Pérez Garrido, Antonio; Rodríguez Gil, Pablo; Sagués Carracedo, Ana; Santander García, Miguel; Solano, Enrique; Torres, Manuel A. P.; Wesson, Roger

arXiv:2007.01603

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv200701603P/abstract>

Nebulosities of the Symbiotic Binary R Aquarii -- A Short Review

Liimets, T.; Corradi, R. M. L.; Jones, D.; Kolka, I.; Santander-García, M.; Sidonio, M.

arXiv:2003.10753

<https://arxiv.org/abs/2003.10753>

Observatorio Geofísico Central

Albert, H.; Larrea, P.; Costa, F.; Widom, E. y Siebe, C. (2020) Crystals reveal magma convection and melt transport in dyke-fed eruptions. *Scientific Reports* 10, 11632 (2020).

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-68421-4>

Almendros, J.; Wilcock, W.; Soule, D.; Teixidó, T.; Vizcaíno, L.; Ardanaz, O.; Granja-Bruña, J.L.; Martín-Jiménez, D.; Yuan, X.; Heit, B.; Schmidt-Aursch, M. C.; Geissler, W.; Dziak, R.; Carrión, F.; Ontiveros, A.; Abella, R.; Carmona, E.; Agüí-Fernández, J.F.; Sánchez, N.; Serrano, I.; Davoli, R.; Krauss, Z.; Kidiwela, M.; Schmahl, L. (2020) BRAVOSEIS: Geophysical investigation of rifting and volcanism in the Bransfield strait, Antarctica. *Journal of South American Earth Sciences*, 104, 102834. ISSN 0895-9811.

<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102834>

Blahůt, J.; Balek, J.; Eliaš, M.; Meletlidis, S. (2020). 3D Dilatometer Time-Series Analysis for a Better Understanding of the Dynamics of a Giant Slow-Moving Landslide. *Applied Sciences* 10 (16), 5469.

<https://doi.org/10.3390/app10165469>

Blahůt, J.; Mitrovic-Woodell, I.; Baroň, I.; René, M.; Rowberry, M.; Blard, P. H.; Hartvich, F.; Balek, J.; Meletlidis, S. (2020) Volcanic edifice slip events recorded on the fault plane of the San Andrés





Landslide, El Hierro, Canary Islands. *Tectonophysics* 776, 228317.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2019.228317>

Di Roberto, A.; Risica, G.; Del Carlo, P.; Pompilio, M.; Speranza, F. y Meletlidis, S. (2020) The forgotten eruption: The basaltic scoria cone of Montaña Grande, Tenerife. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 2020, 106918. ISSN 0377-0273.
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.106918>

Giudicepietro, F., López, C., Macedonio, G. et al. (2020) Geophysical precursors of the July-August 2019 paroxysmal eruptive phase and their implications for Stromboli volcano (Italy) monitoring. *Scientific Reports* 10, 10296 (2020).
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-67220-1>

Jurado, M. J.; Ripepe, M.; Lopez, C.; Ricciardi, A.; Blanco, M. J. y Lacanna, G. (2020) Underwater monitoring of submarine volcanic activity: El Hierro (Canary Islands 2011–2012) eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 2020, 107097.
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.107097>

Hinderer, J.; Hector, B.; Ricciardi, U.; Rosat, S.; Boy, J-P.; Calvo, M.; Littel, F.; Bernard, J-D. (2020) A study of the monsoonal hydrology contribution using a 8 year record (2010-2018) from superconducting gravimeter OSG-060 at Djougou (Benin, West Africa). *Geophysical Journal International*, ggaa027,
<https://doi.org/10.1093/gji/ggaa027>

Mezcua, J.; Rueda, J. y García-Blanco, R. M. (2020) Characteristics of a new regional seismic-intensity prediction equation for Spain. *Natural Hazards*.
<https://doi.org/10.1007/s11069-020-03897-x>

Pavon-Carrasco, F.J.; Marsal, S.; Torta, J.M.; Catalán, M.; Martín-Hernández, F. y Tordesillas, J.M. (2020) Bootstrapping Swarm and observatory data to generate candidates for the DGRF and IGRF-13. *Earth, Planets and Space* volume 72, Article number: 152 (2020).
<https://doi.org/10.1186/s40623-020-01198-y>

Risica, G.; Di Roberto, A.; Speranza, F.; Del Carlo, P.; Pompilio, M.; Meletlidis, S y Rosi, M. (2020). Refining the Holocene eruptive activity at Tenerife (Canary Islands): The contribution of palaeomagnetism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 106930, ISSN 0377-0273,
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.106930>

Rueda, J.; R. Abella, M.J. Blanco, E. A. Díaz, I. Domínguez, J. Domínguez, M. Fernández de Villalta, C. del Fresno, R. López-Díaz, C. López, M. López, A. Muñoz, C. Sánchez, J. Mezcua (2020). Revisión del catálogo sísmico de las Islas Canarias (1341-2000). Publicaciones de la Administración General del Estado. Centro Nacional de Información Geográfica. ISBN: 978-84-416-5653-6 .
<https://doi.org/10.7419/162.34.2020>

Saraiva, J.P.; Blanco, A.; Garzón, J. A.; García-Castro, D; Lopes, L.; Villasante-Marcos, V. (2020). The TRISTAN detector -- 2018-2019 Latitude Survey of Cosmic Rays. *Journal of Instrumentation*, volumen 15, n 9, C09024--C09024.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/09/c09024>

Torres-González, P.A., Luengo-Oroz, N., Lamolda, H., D'Alessandro, W., Albert, H., Iribarren, I.,



Moure-García, D., Soler, V. (2020) Unrest signals after 46 years of quiescence at Cumbre Vieja, La Palma, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 392, 106757.
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.106757>

Además, se han defendido dos tesis doctorales durante 2020:

P. A. Torres. «Caracterización de la emisión gaseosa en Canarias a través de las infraestructuras para la captación de aguas subterráneas. Aplicación a la vigilancia volcánica.», Universidad de La Laguna, 9 de noviembre de 2020, Dirigida por Ana Isabel Jiménez Abizanda, José Manuel García Fraga y Vicente Soler Javaloyes.

Shadia Awadallah Estévez «Desarrollo de sistemas para la medida de parámetros para la vigilancia volcánica», Universidad de La Laguna, 18 diciembre 2020, Dirigida por Angel David Moure García, Leopoldo Acosta Sánchez.

Red Sísmica Nacional

Bufo, E., López-Sánchez, C., Lozano, L. et al. Re-evaluation of Seismic Intensities and Relocation of 1969 Saint Vincent Cape Seismic Sequence: A Comparison with the 1755 Lisbon Earthquake. *Pure Appl. Geophys.* 177, 1781–1800 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s00024-019-02336-8>.

Cabieces, R., Krüger, F., García-Yeguas, A., Villaseñor, A., Bufo, E., Pazos, A., Olivar-Castaño, A., Barco, J. (2020). Slowness vector estimation over large-aperture sparse arrays with the Continuous Wavelet Transform (CWT): Application to Ocean Bottom Seismometers. *Geophysical Journal International*, Volume 223, Issue 3, December 2020, Pages 1919–1934,
<https://doi.org/10.1093/gji/ggaa427>

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.

Udías, A., Bufo, E., Martínez-Solares, J.M. and Oliveira, C.S. (2020). - «Historical Sources for Earthquakes before 1900 on the Iberian Peninsula and in the Offshore Region» *Seismol. Res. Lett.* 91, 2487–2496, doi: 10.1785/0220200038.

Centro Nacional de Información Geográfica

JIIDE2020. Artículo: «Geocodificador y la Base de Datos de CartoCiudad». Brenes Fernández, Beatriz; Doñate Vadillo, Itziar; Trigo Gambaro-Espuig, Patricia; López Romero, Emilio. Virtual, del 26 al 30 de octubre, 2020.

JIIDE2020. Artículo: «API del CNIG y nueva versión Iberpix». García Malmierca, José María, Abad Power, Paloma, López Romero, Emilio. Virtual, del 26 al 30 de octubre, 2020.





JIIDE2020. Artículo: «Nuevo Geoportal de la IDEE». Alemany Gómez, Laura; García Malmierca, Jose María; Abad Power, Paloma; López Romero, Emilio; Rodríguez Pascual, Antonio F.; Virtual, del 26 al 30 de octubre, 2020.

JIIDE2020. Artículo: «Servicios web del Sistema Cartográfico Nacional». Cano Cavanillas, Guadalupe; Andrés Yusá, Gloria; Gómez Espada, Yaiza; Abad Power, Paloma, Alemany Gómez, Laura, Brenes Fernández, Beatriz; Doñate Vadillo, Itziar; García Malmierca, Jose María; López Romero, Emilio; Virtual, del 26 al 30 de octubre, 2020.

Revista del MITMA nº 704. Artículo: «La Infraestructura de Datos Espaciales de España en la gestión de la crisis». Abad Power, Paloma Madrid, publicación de mayo 2020. Informe técnico «Estimación del coste medio de generación de metadatos». CODIIGE. 2020.

Informe técnico «Estimación del coste medio de implementación de servicios de visualización y descarga de conjuntos de datos conformes a Inspire». CODIIGE. 2020.

Secretaría General

Revista e-Perimetron. Vol.15, nº2 (2020). Spices in maps. Fifth centenary of the first circumnavigation of the world. Marcos Fco. Pavo López.

Revista del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, nº 705 julio-agosto 2020. La recuperación de líneas límite municipales antiguas: un trabajo de «arqueología» topográfica. Elena Camacho Arranz.





Difusión y Comunicación

GEOPORTALES WEB

Web Institucional del IGN

El sitio web del Instituto Geográfico Nacional tiene como objetivo fundamental acercar a la sociedad los datos, servicios, recursos y aplicaciones geográficas que se generan.

El 24 de febrero se publicó una nueva sección con motivo de la celebración del 150 aniversario de la organización. En dicha página se pueden consultar los actos, exposiciones, congresos y otras actividades relacionadas con el aniversario como, por ejemplo, el ciclo de conferencias con contenido divulgativo y científico-técnico. También se puede acceder a fotografías, imágenes, documentación, etc.

Además, coincidiendo con la celebración del 150 aniversario, en septiembre, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) estrenó una nueva imagen renovada de su web institucional buscando la eficiencia en la presentación de la información de todas sus actividades y servicios que presta como servicio público a todos los usuarios y respondiendo así, a la necesidad de ofrecer una imagen actual y moderna que esté acorde con los valores representativos de la institución.

El nuevo diseño de su página principal es más amigable al presentar los diferentes bloques de información de una forma más estética y organizada y una nueva gama de colores. Los elementos son más visibles y están ordenados para una mayor facilidad de uso de los usuarios y se ha realizado un esfuerzo en el diseño de nuevas imágenes.





IGN 2020

En esta nueva distribución de la información se ha incluido una galería de imágenes en la parte superior, dónde se incluyen las principales novedades a destacar.

Además, se ha reorganizado el resto de los bloques existentes para facilitar su navegación, incluyéndose imágenes de calidad y visualmente atractivas.

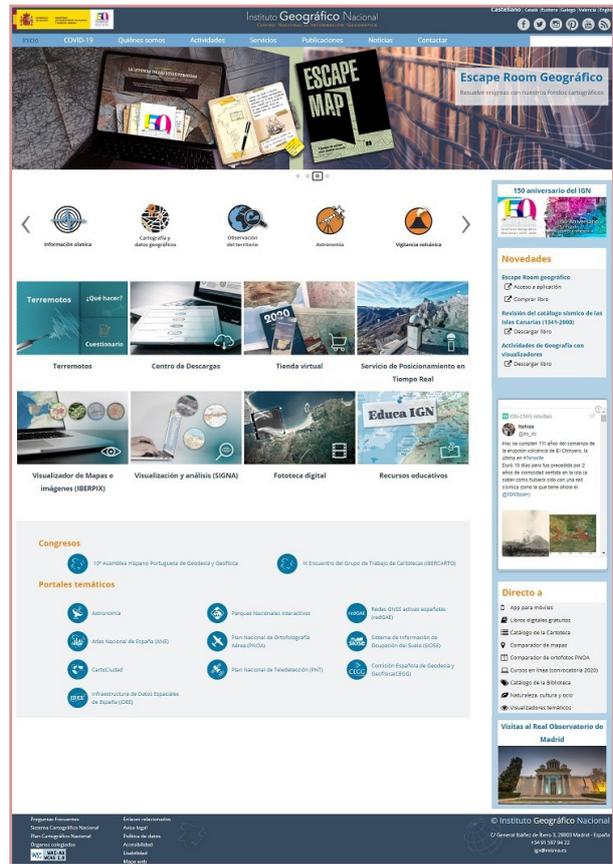
Por otro lado, se ha incluido una nueva sección para las **Visitas del Real Observatorio de Madrid**. Esa nueva página, tiene como principal objetivo ofrecer al usuario la información de un modo más sencillo e intuitivo. Dado que esta página web forma parte del portal institucional del IGN y CNIG, su diseño es coherente con esta imagen. Presenta, un diseño *responsive* adaptando sus contenidos a cualquier dispositivo para una perfecta visualización tanto en dispositivos móviles como en las *tablets*.

La nueva página se encuentra estructurada en los siguientes bloques: presentación, descripción de la visita, horarios, selección de entradas, formas de pago, normas de la visita, acceso, contacto e información de las redes sociales.

Como novedad, hay que destacar también que esta actualización viene acompañada de la puesta en producción de un sistema integral de gestión de las reservas implementado por el CNIG.

Por último, durante todo el año 2020 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.

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



Nueva versión del portal de Astronomía

El sitio *web* de Astronomía (<https://astronomia.ign.es/inicio>) es el lugar donde se publica la información sobre las infraestructuras y los trabajos científicos y técnicos de Astronomía que lleva a cabo el Instituto Geográfico Nacional. Desde esta página se puede acceder a la reserva para visitar las instalaciones y consultar las ofertas de empleo público y becas para trabajar en la institución.

Durante el año 2020, se ha procedido a una reestructuración profunda del sitio *web*, dividiéndolo en cuatro secciones:

- Observatorio Astronómico Nacional.
- Observatorio de Yebes.
- RAEGE.
- Información astronómica.



Desde la sección <https://astronomia.ign.es/web/guest/oan/acercade>, dedicada al Observatorio Astronómico Nacional (OAN), se puede acceder a la información sobre trabajos de investigación que se desarrollan en el OAN, así como las colaboraciones internacionales de las que forma parte, los proyectos científicos en los que participa y a sus publicaciones científicas y divulgativas. También se ha incluido un directorio del personal del Observatorio, con una pequeña ficha que proporciona información sobre las líneas de investigación y labores principales de cada uno, así como información de contacto.



Igualmente, desde este apartado se puede realizar una interesante visita a nuestro museo virtual de instrumentos astronómicos o realizar una reserva para visitar el Real Observatorio de Madrid.

Desde la sección <https://astronomia.ign.es/web/guest/inicio-estaciones>, de información astronómica, se proporciona información sobre las salidas y puestas de Sol en cada capital de provincia. Además, se ofrece información astronómica del año en curso sobre: el inicio de las estaciones, las lluvias de meteoros, los eclipses, la salida y puesta de la Luna. Como complemento a toda esta información se puede acceder a nuestro servidor de efemérides, donde se encontrará más información sobre eventos astronómicos.



Información astronómica

Inicio estaciones
Horas de salida y puesta de sol
Orto y ocaso de la Luna
Eclipses de Sol y Luna
Tránsitos planetarios
Lluvias de meteoros
Agenda astronómica
Servidor de Efemérides

Inicio de las estaciones

Primavera 2021

La primavera comenzará el **20 de marzo a las 10 horas 37 minutos hora oficial peninsular**, según cálculos del Observatorio Astronómico Nacional (Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana). Esta estación durará 92 días y 18 horas y terminará el **21 de junio**, con el comienzo del verano.

El cielo al amanecer estará dominado por **Júpiter y Saturno**. Al anochecer será visible **Marte**, al que se unirá

Desde la sección <https://astronomia.ign.es/web/guest/icts-yebes/acercade>, dedicada al Observatorio de Yebes, se proporciona información relevante de las instalaciones del Observatorio, enfocada tanto al público en general como a la comunidad científica. Sirve, por tanto, como una herramienta de divulgación científica y de soporte a la investigación.

Dicha sección ofrece una descripción divulgativa de las instalaciones y los equipos científicos del observatorio, así como de sus principales características técnicas (subapartado «Infraestructura»). Así mismo, se listan los principales proyectos en los que el observatorio participa y las entidades con las que colabora (subapartado «Proyectos»), tanto científicas como académicas.

OBSERVATORIO DE YEBES

Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS)

Acerca de
Infraestructura
Accesos
Proyectos
Publicaciones
Contacto

¿Qué es el Observatorio de Yebes?

El Observatorio de Yebes es una **Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS)** española desde 2013. Su integración en el actual mapa de ICTS fue confirmada en noviembre de 2018 y se considera una infraestructura de localización única que se integra en la **Red de ICTS «Red de Infraestructuras de Astronomía»**.

Por último, ofrece a la comunidad científica dos recursos relevantes: un punto de acceso a los servicios científicos del observatorio (subapartado «Accesos»), y a las publicaciones científicas generadas en el Observatorio de Yebes (subapartado «Publicaciones»).

Desde la sección <https://www.raege.eu/>, RAEGE, se accede a la web de la Red Atlántica de Estaciones Geodinámicas y espaciales.

En el año 2020, el portal de Astronomía ha sido accedido por más de 350.000 usuarios, lo que supone un incremento del 23% respecto al año anterior. En concreto, se detectó un pico de actividad el 23 de julio de 2020, superando las 20.000 visitas en un solo día, probablemente relacionado con la lluvia de meteoros de las perseidas.

Como novedad importante respecto a la página anterior, el nuevo sitio web de Astronomía cuenta con una versión en inglés.

Recursos educativos

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) realizaron durante el año 2020 un esfuerzo especial para impulsar algunos proyectos que tenían en proceso y así poder servir de apoyo a la comunidad educativa en la educación a distancia. Como viene haciendo desde hace años, ha priorizado los materiales en línea y gratuitos.

Por una parte, se tradujeron al inglés varios materiales didácticos, de manera que los siguientes contenidos se ofrecen en formato bilingüe español e inglés:

Teaching and learning material

 <p>Territorial inequalities How maps help us to identify them.</p> <p>a +Info</p>	 <p>Economy and urban features What economic activities are settlements characterized by?</p> <p>a +Info</p>	 <p>Physical environment and settlement Case study of the town centre of Torres (Jaén).</p> <p>a +Info</p>	 <p>Spain, 8,000 kilometres of coastline Discovering coastline landforms.</p> <p>a +Info</p>
--	--	---	--



Píldoras geográficas con mapas interactivos

Se trata de cuatro recursos didácticos interactivos para ESO y Bachillerato que ya habían sido publicados en castellano y que se actualizaron durante el año 2020, entre otros, incorporando mapas interactivos procedentes del [Atlas Nacional de España Interactivo](#). Se puede acceder a ellos a través de estos enlaces [web](#):

- *Territorial inequalities.*
- *Economy and urban features.*
- *Physical environment and settlement.*
- *Spain, 8,000 kilometres of coastline.*
- *Discovering the Territory*

Se actualizó y se incorporó la versión en inglés a la aplicación Descubre el Territorio, que incluye nueve píldoras encaminadas al aprendizaje de la geografía y la cartografía de forma lúdica, sobre temas como la altitud, la orientación, la lectura de un mapa y los topónimos, entre otros, dirigido a las etapas educativas de Primaria y Secundaria.

Por otra parte, con el objetivo de apoyar el estudio desde casa y potenciar las Tecnologías de la Información Geográfica se publican nuevos materiales:

Glosario de términos geográficos para las pruebas de acceso a la universidad

142

Se trata de un glosario de más de 200 términos geográficos acompañados de ejemplos (mapas, fotografías, aplicaciones) que facilitan su comprensión de manera didáctica. Se organizan en once bloques temáticos, coincidentes con la estructura de la asignatura de Geografía de España de 2º de Bachillerato. Su objetivo es ayudar en la preparación del examen de ingreso a la universidad.

El glosario se ofrece en tres formatos: Excel, PDF y como aplicación *web* con posibilidad de búsqueda alfabética, por palabra y por tema.

Además, se complementa con una página de [juegos geográficos](#) que consta de seis actividades para poner en práctica los conocimientos adquiridos, de tipo crucigrama, test, definiciones y ruleta de palabras.

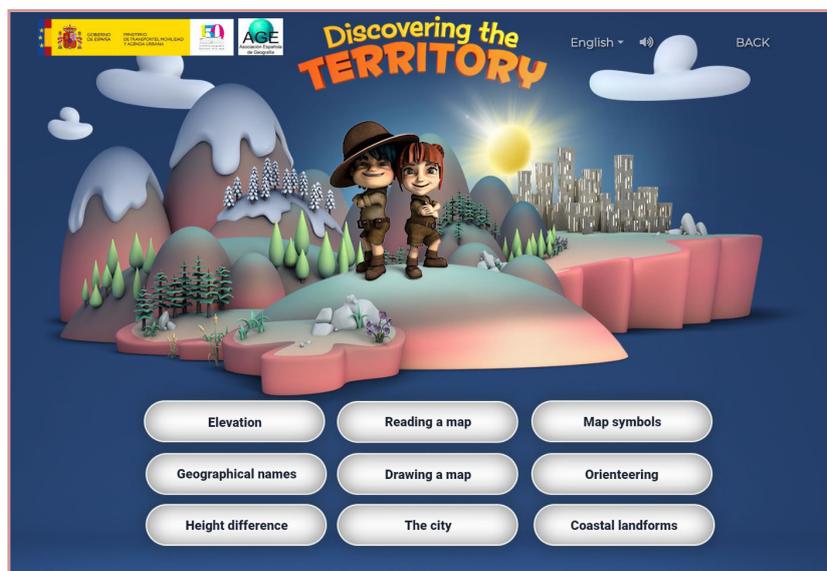
Actividades de Geografía con visualizadores para ESO y Bachillerato. Utilización de Iberpix y el Comparador de ortofotos del IGN

Este conjunto de actividades se publicó como un libro digital con el objetivo de ofrecer a los docentes materiales didácticos desarrollados en entornos digitales. Consta de un conjunto de actividades para distintos niveles y áreas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, en relación con contenidos y estándares



de aprendizaje evaluables del currículo oficial. Las actividades fomentan el uso interactivo de mapas, cartografía de la ocupación del suelo y ortofotografías aéreas actuales e históricas con las que se puede trabajar a través de las herramientas Iberpix y el Comparador de ortofotos PNOA.

También se crearon diversos juegos que permiten aprender y repasar contenidos de geografía, diseñados para diferentes niveles educativos.



Cuaderno infantil de actividades GeoExplorer

Consiste en un cuaderno de actividades dirigido a niños y niñas a partir de 6 años para iniciarse en el conocimiento de la geografía y las ciencias de la Tierra de manera divertida. Permite dibujar, colorear, recortar y aprender más a través de enlaces a otros recursos.

El cuaderno en papel puede adquirirse en la Tienda Virtual del CNIG. Además se ofrece en formato digital interactivo para descarga gratuita, tanto en español como en inglés.



GeoSapiens web y app GeoSapiens IGN para Android, iOS y Huawei

GeoSapiens es una aplicación gratuita de mapas interactivos para estudiar la geografía física y política de España, Europa y el mundo. Consta de diferentes juegos para repasar toda España o por comunidades autónomas, el mundo y por continente. Además, incluye un módulo de paisaje con dos juegos: reconocer los paisajes de los Parques Nacionales a través de una fotografía y encontrar una ubicación en el mapa a partir de una imagen aérea para conocer qué paisaje predomina en esa zona. La aplicación es bilingüe en español e inglés.



Escape Room virtual «La leyenda de las joyas perdidas»

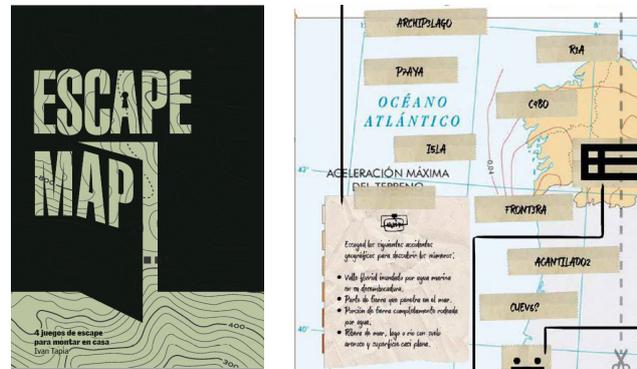
Se trata de una aventura en línea del tipo *Escape room* que consta de 6 enigmas a resolver en los que es imprescindible poner en práctica las habilidades cartográficas, utilizando mapas antiguos de los fondos de la Biblioteca del IGN, para resolver cada uno de ellos. Es un recurso ideal para jugar tanto en el aula (a partir de 12 años) como en grupos de amigos o familia, e incluso a nivel individual.



Dispone de una [versión imprimible en PDF](#) en caso de no disponer de conexión de internet en el momento de jugar.

Libro Escape Map

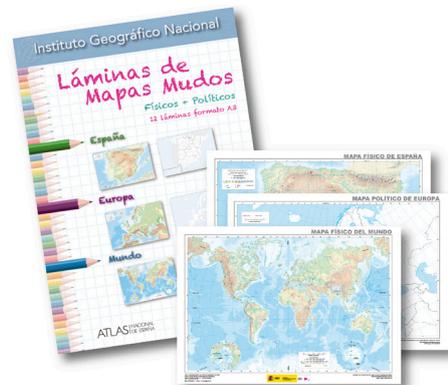
Este libro contiene 4 juegos de escape basados en mapas del IGN y del Sistema Cartográfico Nacional. Para resolver los enigmas, además de ingenio, es necesario emplear habilidades geográficas y cartográficas, por lo que resulta un material idóneo para estudiantes de geografía y amantes de los mapas en general.



Mapas Mudos

Se publicó una nueva edición de Mapas Mudos para el estudio de la geografía.

Se trata de una carpeta compuesta por 12 láminas en tamaño A3 con mapas mudos de España, Europa y el mundo en su formato físico y político. Incluye dos ejemplares de cada modelo.



Tienda Virtual

La Tienda Virtual del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), a la cual se accede a través de la dirección <https://www.cnig.es/>, ofrece al usuario particular la posibilidad de adquirir desde casa y de un modo rápido, sencillo y seguro, una gran variedad de productos geográficos en formato impreso, así como contratar algunos servicios del Instituto Geográfico Nacional (IGN), como los cursos en línea, o certificaciones de fototeca.

Las distintas agrupaciones de productos geográficos están organizadas en un menú desplegable al que se accede desde la cabecera de la web, en la pestaña «Productos». Las agrupaciones incluyen un contenido muy variado de productos, que van desde los mapas topográficos 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, acceso a la descarga de diversos libros digitales, etc. También es posible realizar la compra de entradas para visitar el Real Observatorio de Madrid o la inscripción a los cursos en línea que ofrece el IGN y CNIG. Desde esta web, además, está accesible toda la información sobre otros servicios





que se ofrecen, como son Fototeca, Laboratorio de Control de Calidad, Documentación Geográfica, Delimitaciones Territoriales, etc., así como los datos de contacto de los distintos puntos de venta que están distribuidos por toda la geografía española.

La *web* contiene un banner temático que se va renovando periódicamente, en el cual se van destacando distintos productos, campañas de promociones, nuevas convocatorias de cursos en línea, etc. Además, existen dos secciones dedicadas a destacar tanto las novedades de productos como algunas agrupaciones, con el fin de dotarles de mayor visibilidad durante un periodo de tiempo.

Lleva funcionando desde mediados del 2002, siendo 100% gestionada por el CNIG. Durante 2020 se atendieron 3.751 pedidos en línea, de los cuales 3.588 fueron desde España y el resto desde otros países, fundamentalmente europeos, como Reino Unido, Francia y Alemania, pero también desde Estados Unidos o Canadá. Esto se tradujo en que el número de productos o servicios tramitados desde la Tienda Virtual fue de 12.681, frente a los 11.708 de 2019. Este aumento en la compra *on-line* ha sido debido, en gran parte, al cierre obligado de todos los puntos de venta físicos durante los meses en los que se decretó el estado de alarma por la pandemia de COVID-19. A pesar del parón de ventas y atención presencial, la Tienda Virtual ha sido capaz de recuperar la gestión de la preparación y envío de pedidos de forma progresiva, gracias al esfuerzo y coordinación del departamento de productos geográficos del CNIG.

Además, cabe destacar las aproximadamente 387 solicitudes gestionadas desde dicha *web* para las inscripciones en los cursos *e-learning* de distinta temática.

En cuanto a los productos físicos más demandados durante 2020 se pueden reseñar el «Calendario IGN-CNIG 2021», así como la hoja «180 – Benasque» del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50) y el mapa temático «Caminos de Santiago en la Península Ibérica». También ha sido notable la venta del compendio del Atlas Nacional de España «España en mapas (Una síntesis geográfica)». En cuanto al Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25), la hoja «409-4 Calatayud» fue la más vendida. Y respecto a los mapas en relieve impresos sobre lámina de PVC, ha sido «Comunidad Valenciana (Relieve 1:300.000)» el de mayor número de ventas durante el año 2020. Respecto a los libros, destaca el éxito del «Anuario del Real Observatorio Astronómico 2020», así como la publicación de «Geexplorer», destinada a un público infantil.

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 *on-line*, se informa en qué tiendas se pueden comprar presencialmente, de forma personalizada, a través del buzón de consultas general (consulta@cnig.es).

Durante el último trimestre del 2020 se activó una promoción de descuento sobre las ventas, tanto *on-line* como presenciales, con motivo de la celebración del 150 aniversario del IGN (1870-2020).

La Fototeca

En el año 2020 el equipo de Fototeca continuó trabajando en las labores de 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 es-



tados de conservación referencias, así como la de vuelos de ámbito general como es el Interministerial, Nacional, Costas y Quinquenal.

La base de datos de Fototeca está plenamente operativa y se mantiene actualizada con la información procedente de los trabajos de digitalización, catalogación del archivo y nuevos vuelos del PNOA. Esta base de datos proporciona los datos necesarios para el correcto funcionamiento de los siguientes servicios:

- Certificación de fotogramas.
- Fuente de datos la Fototeca Digital (<http://fototeca.cnig.es/>).
- Fuente de catálogos de consulta online o *web* semánticas.
- Preparación de actualizaciones y nuevos productos de fotografía aérea en el Centro de Descargas.

Respecto a la parte digital del Archivo de Fototeca, durante el 2020 se continuaron los trabajos de escaneado del vuelo Interministerial. Este proyecto comenzó en el año 2015 y se terminará en el año 2021. También se ha trabajado en el desarrollo de un nuevo visualizador para la Fototeca Digital a partir de la API-CNIG realizando las primeras pruebas de uso a finales del año. Se estima que su publicación será efectiva en el segundo trimestre de 2021.

Los accesos a la Fototeca Digital (<http://fototeca.cnig.es/>) durante 2020, medidos con la herramienta *Google Analytics*, ascienden a un total de 195.719 sesiones, con la distribución de sesiones por meses que puede verse en la siguiente tabla.

2020	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
195.719	15.285	16.478	14.342	14.099	15.841	15.347	14.815	14.158	16.681	20.535	20.907	17.231

- Sesiones
 - En 2018 aumentaron un 2 %
 - En 2019 aumentaron un 5,7 %
 - En 2020 aumentaron un 5,4 %
- Usuarios:
 - En 2018 aumentaron un 1,6 %
 - En 2019 aumentaron un 8,2 %
 - En 2020, fueron 97.533 y aumentaron un 4,7 %

En cuanto a la atención de usuarios, se sirvieron un total de 2.454 productos correspondientes a fotografías, ortofotos y ampliaciones de fotografías, tanto imágenes digitales, como impresiones en *plotter*, laboratorio y PDF certificados. Se atendieron 166 usuarios de forma presencial y 1.110 por correo electrónico.

En comparación con los datos del año 2019 se observa una disminución en cuanto al número de productos servidos y usuarios atendidos presencialmente. Esto se debe al hecho de que no se realizaron citas presenciales durante los meses de marzo, abril y mayo debido a la situación especial producida por la COVID. Consecuentemente, se incrementó el número de consultas telefónicas y por vía e-mail.

Los datos más solicitados en formato digital fueron las imágenes más actuales de los vuelos PNOA en formato TIFF y ECW acompañadas de sus datos de aerotriangulación. En cuanto a ampliaciones en laboratorio fotográfico, el vuelo Interministerial fue el más demandado. En este sentido, la Fototeca ofrecen 14



formatos de impresión y la posibilidad de escanear y georreferenciar imágenes de negativos que todavía no están digitalizados.

Se puede añadir que, en la fototeca digital, solo se ha notado un ligero descenso en los meses de confinamiento, recuperado tras el verano y concluyendo con cifras superiores al 2019, posiblemente debido a que ofrece servicios de necesidad legal o similares la mayor parte de las veces.

Centro de Descargas

En el año 2020 se han añadido diez productos nuevos:

- Mapa de España 1:2.000.000 ráster.
- Mapa de España 1:2.000.000 vectorial.
- Mapa de España 1:1.250.000 edición impresa.
- Redes geodésicas.
- Mapa LIDAR 2ª cobertura.
- MDS05.
- MDP05.
- Mosaicos nacionales históricos Landsat.
- Cartografía antigua.
- Mapas y guías de Parques Nacionales.



También se han subido para descarga 78 actualizaciones del resto de productos que ya ofrecía el Centro de Descargas. En total en el año 2020, considerando la subida de productos nuevos y la ampliación y actualización de los productos existentes, se han llevado a cabo una media de siete actuaciones por mes.

Respecto a la web del Centro de descargas se han realizado las siguientes mejoras:

- Indicaciones para la selección de hojas MTN en el buscador.
- Publicación de las capas SIOSE y CORINE de máxima actualidad en el Carrusel de capas del visualizador.
- Inclusión de *recaptcha* en la descarga masiva y al seleccionar todos los ficheros, para evitar bots o ataques.
- Corrección de errores en la búsqueda por coordenadas y por hoja con la opción «Búsqueda por listado».
- En búsqueda por unidades administrativas se ha añadido la opción de buscar por Toda España y Mundo.
- Añadido el mapa mundial de Open Street Maps como fondo en el visualizador, detrás del WMTS del IGN-Base, para posibilitar las búsquedas mundiales.
- Nuevo orden de archivos en el resultado de las búsquedas según subserie, título, nombre y fecha.
- Inclusión en la página de FAQ la descripción del formato COG (Cloud Optimized GeoTIFF).

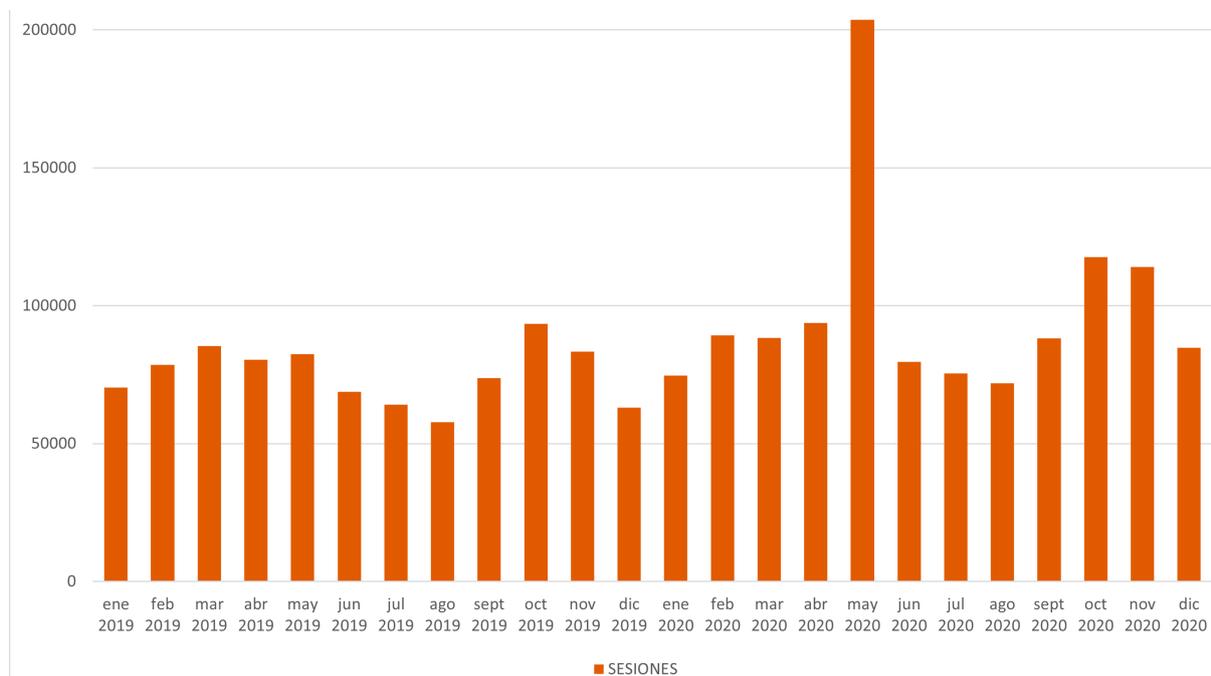
Estadísticas

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:

AÑO	SESIONES	Δ anual
2017	654.438	60,60%
2018	816.079	24,70%
2019	901.205	10,43%
2020	1.180.941	31,04%

En el año 2020, la media mensual de sesiones fue de 98.412.

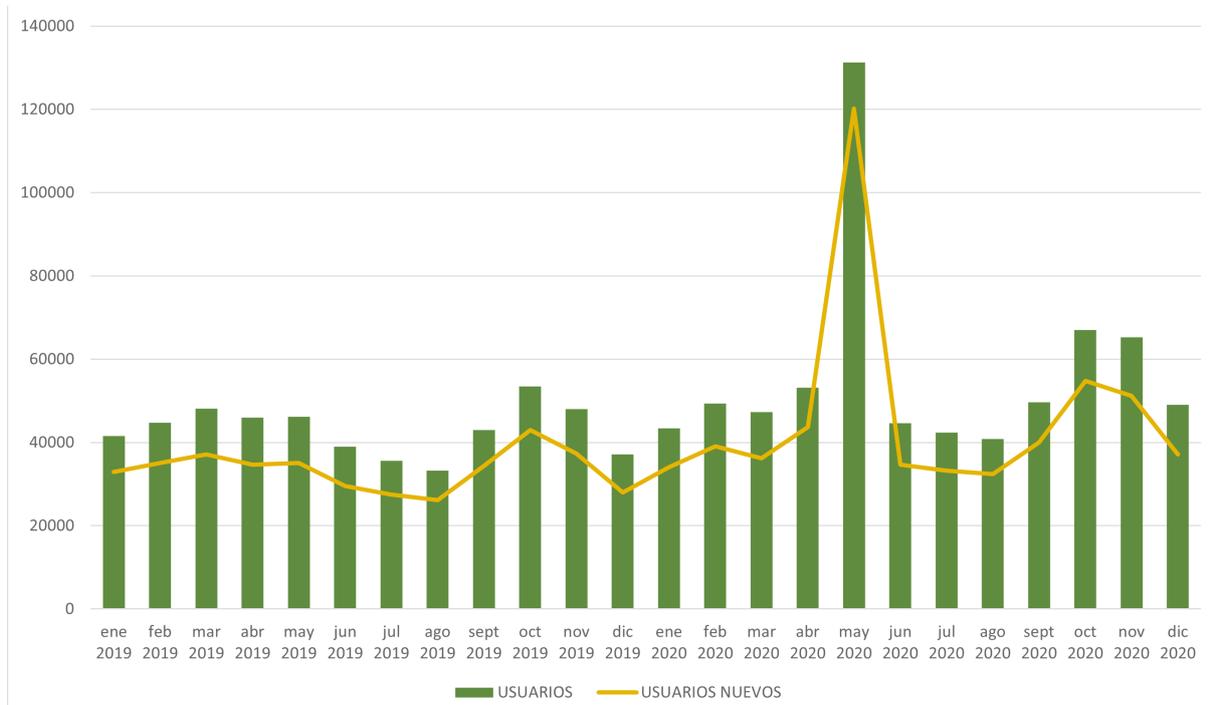
En la siguiente gráfica, realizada a partir de los datos recogidos por la herramienta *Google Analytics*, se puede ver observar el aumento progresivo de sesiones desde 2017. Como dato de interés se observa un máximo histórico en el mes de mayo con 203.594 sesiones:



El número de usuarios también ha estado aumentando desde el 2017 contando con 566.108 usuarios en 2020, siendo un 36,2% más que en 2019.

En el año 2020, la media mensual de usuarios fue de 47.176.





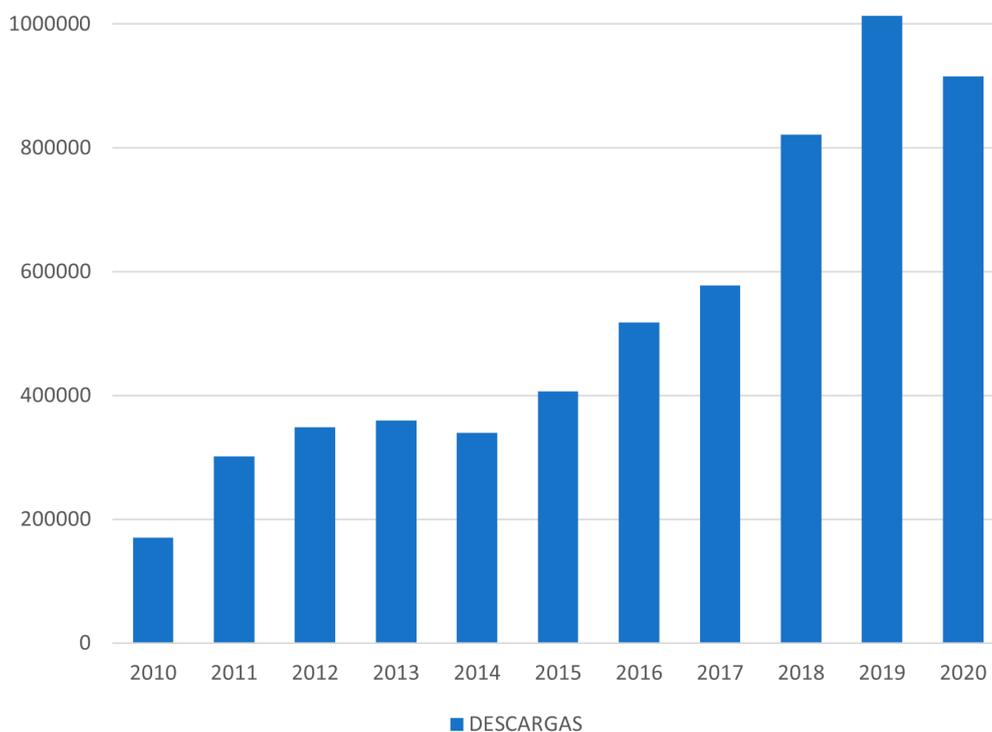
150

Según los datos recogidos a través de otra herramienta de desarrollo propio, se observa que el número de sesiones de descarga (que no es lo mismo que sesiones de acceso a la *web*), ha ido en aumento cada año desde la publicación de la nueva *web* en 2017, aunque en este último periodo se ha producido un descenso respecto al año anterior:

AÑO	SESIONES DE DESCARGA
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
2020	698.032
Total	4.543.837

Igualmente, el número de productos descargados ha ido aumentando año tras año, como puede observarse en la segunda columna de la siguiente tabla, aunque se observa un leve descenso en 2020. El número de ficheros descargado se consolida en torno a los 10 millones:

AÑO	TOTAL DESCARGAS	TOTAL 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
2020	916.057	9.835.698
Total	5.772.659	70.256.717





Debido a la situación provocada por la pandemia COVID-19, en 2020 se observa una disminución de las sesiones de descarga y del número de ficheros descargados, a pesar de que ha aumentado el número de sesiones y usuarios en más de un 30%. Se puede suponer que los aumentos de los últimos años han sido debido a las mejoras introducidas en el Centro de Descargas, el aumento de productos ofertados y a la mejora en las conexiones de internet, pero la reducción de muchas de las actividades de ciudadanos y empresas ha disminuido la necesidad de ficheros de uso masivo, tanto de ocio como profesional.

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 de otros organismos a través de servicios *web* de visualización y 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 2020:

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 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

Servicios de visualización y descarga del Sistema Cartográfico Nacional

Red de Transporte - Información Geográfica de Referencia	https://servicios.idee.es/wms-inspire/transportes https://servicios.idee.es/wfs-inspire/transportes
Mapa LiDAR	https://wmms-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://wms-fototeca.idee.es/fototeca
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/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

<https://servicios.idee.es/wms-inspire/riesgos-naturales/inundaciones>

Servicio de visualización Ministerio de Defensa, CEGET Y CECAF

Cartografía

<http://wms-defensa.idee.es/mapas>

De los servicios listados, los actualizados en 2020 son el servicio de visualización del Camino de Santiago, donde se han incluido más capas y el servicio de visualización de los fotogramas de la Fototeca del CNIG que se ha rehecho.

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 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>

Tanto en el catálogo de la IDEE como en el CODSI se lleva 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» puede accederse a:

<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 con los accesos a los servicios *web*, durante el año 2020 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 que son los mapas topográficos a diferentes escalas.



	Peticiones 2020	Peticiones 2019	Peticiones 2018
WMTS PNOA MA	6.172.695.458	5.006.315.444	2.821.439.560
WMTS Mapa base de España	6.149.213.927	4.596.328.242	1.921.207.935
WMTS	5.525.294.473	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 2020 fue de catorce. 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/>)
- *Flickr* (<https://www.flickr.com/photos/ign-cnig/>)

Durante el año 2020, el número de seguidores de *Facebook* ha llegado a la cifra de 75.362 seguidores y 73.950 me gusta, lo que supone un aumento de 2.234 y 1.604 respecto a las cifras del año anterior y pone de manifiesto como este canal se está consolidando como un medio de difusión muy importante en el contacto día a día con el ciudadano para informarle de las novedades en relación con los productos, servicios, eventos, etc.

También, se realizó la promoción en *Facebook* de varias publicaciones, con el objetivo de dar a



conocer la institución, conseguir seguidores, etc. En el mes de septiembre, coincidiendo con el aniversario del IGN, se lanzó un concurso en esta red social para celebrar nuestros 150 años de historia, que consistía en responder a diez preguntas relacionadas con las disciplinas científico-técnicas y actividades del IGN y CNIG a largo de todos estos años. Entre los acertantes, se sortearon tres lotes de productos cartográficos.

En lo que respecta al canal de *Twitter*, la cifra de seguidores ha crecido hasta llegar al valor de 20.470, lo que supone un aumento de 4.309 seguidores con respecto al año anterior. Además, durante este año como los años anteriores, los *post* más visitados a través de este canal han sido también difundidos en el canal de *Twitter* del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y de otros organismos del grupo MITMA y viceversa. La actividad en esta red social ha ido incrementándose, realizándose un mínimo de entre 15 y 20 publicaciones diarias y se ha colaborado con otras cuentas de organismos nacionales y europeos de referencia del ámbito, compartiendo contenido y realizando también cuestionarios y preguntas que permiten interactuar con los seguidores.



En relación con el canal de *Youtube*, el número de suscriptores ha alcanzado la cifra de 3.582, lo que supone un aumento de más de 1.300 nuevos seguidores; en este canal se publican vídeos educativos, entrevistas, *Webinar*, etc. relacionados con temas del IGN.

La red social *Instagram* ha conseguido un importante aumento de casi 2.000 nuevos seguidores con respecto al año anterior, superando la cifra de los 5.000, en concreto 5.171. Esta red social, en la que se realiza en torno a un par de publicaciones diarias (*feed*) y de 6 a 8 *stories*, tiene como finalidad publicar fotos y vídeos de productos, instalaciones, servicios, etc. de la actividad que se desarrolla en el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica, con el fin de acercar a los ciudadanos, de un modo más gráfico, los trabajos geográficos y científicos que se desarrollan en nuestras sedes y a través de las *stories*. También se lanzan preguntas y encuestas para que el público interactúe.

Como novedad, en el último trimestre del año se realizaron los dos primeros directos a través de esta red social para presentar el libro «Escape Map», en el que se contó con la colaboración del autor, Iván Tapia, y en el que se respondió a las preguntas de los usuarios conectados, sirviendo como una primera experiencia muy positiva en este tipo de difusión de cara al público:

- **Escape Room virtual «La leyenda de las joyas perdidas»** Se trata de una aventura en línea del tipo *Escape room* que consta de 6 enigmas a resolver en los que es imprescindible



poner en práctica las habilidades cartográficas, utilizando mapas antiguos de los fondos de la Biblioteca del IGN, para resolver cada uno de ellos. Es un recurso ideal para jugar tanto en el aula (a partir de 12 años) como en grupos de amigos o familia, e incluso a nivel individual.

- **Libro Escape Map.** Este libro contiene 4 juegos de escape basados en mapas del IGN y del Sistema Cartográfico Nacional. Para resolver los enigmas, además de ingenio, es necesario emplear habilidades geográficas y cartográficas, por lo que resulta un material idóneo para estudiantes de geografía y amantes de los mapas en general.

Cada entrevista reunió alrededor de 30 personas que siguieron animadamente el evento y tuvieron la oportunidad de interactuar con los profesionales del IGN y con el autor de los juegos de Escape.

La red social Pinterest, desde su creación en junio de 2019, ha alcanzado la cifra de 670 seguidores. Cuenta con un total de quince tableros, relacionados con las distintas actividades que realiza el IGN y en la que se publican fotos y vídeos, con el fin de potenciar la parte más visual de los trabajos y catálogo artístico del IGN. Los pines más guardados son los de la colección de instrumentos del IGN, los recursos educativos y los mapas antiguos.

Blog de la IDEE

El *Blog* de la comunidad de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (<http://blog-idee.blogspot.com.es/>) publica diariamente noticias y opiniones técnicas sobre el mundo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (aspectos legales, geoportales, nodos, jornadas y congresos, INSPIRE, etc.), la geomática, la información geográfica, la cartografía en la *web*, los servicios y los datos abiertos.

Algunos datos sobre el *Blog*-IDEE en el año 2020 son:

- Número de entradas publicadas: 192.
- Número de visitas: 51.029.

En cuanto a los accesos por países, el principal es España, con un 66,04 % de las visitas, seguido de EE.UU. (6,68 %), México (4,44 %) y otros países hispanoamericanos. El [artículo más visitado](#) ha sido el relacionado con la [Directiva 2019/1024](#), de datos abiertos y reutilización, seguido de «[Los WMTS de la IDEE al servicio de la lucha contra el COVID-19](#)» y «[El Geocodificador de Cartociudad](#)». Otros temas que suscitan gran interés son los relacionados con datos abiertos, cursos, jornadas y nuevos geoportales.

Boletín SobreIDEs

SobreIDEs es una iniciativa del Subgrupo de Trabajo Observatorio IDE del Grupo de Trabajo IDEE de la Comisión Especializada de Infraestructuras de Datos Espaciales del Consejo Superior Geográfico. El objetivo es ser un canal de comunicación para la difusión de novedades, noticias y temas de interés para la creciente comunidad IDE en España.

El boletín tiene una periodicidad mensual. Informa de la actualidad y novedades relacionadas con el mundo IDE. Se aloja en el geoportal de la IDEE y se distribuye por correo electrónico a los miembros del grupo de trabajo IDEE.





IGN 2020

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 del IGN (ign@mitma.es) y del CNIG (consulta@cnig.es), aunque también de otros buzones específicos, como el del Centro de Descargas (cddconsultas@cnig.es), el de sismología (sismologia@mitma.es), el de fototeca (fototeca@cnig.es), el de atención cartoteca y archivo (atencioncartoteca@cnig.es de reciente implantación), el de geodesia (buzon-geodesia@mitma.es), o el de documentación histórica (documentacionign@mitma.es), y otros (<http://www.ign.es/web/ign/portal/menu-contactar>). Solo el número de consultas efectivas que entran diariamente en el correo electrónico de Consulta del Centro Nacional de Información Geográfica suele superar los 10, con picos mayores en caso de eventos, acontecimientos o apertura de plazo de inscripción de cursos en línea, etc.

Prestación de servicios

Gestión y atención para distribución de productos analógicos y prestación de servicios

La gestión de la comercialización de publicaciones y servicios se ha venido tramitando por el CNIG desde hace muchos años mediante un sistema de gestión comercial propio (actualmente MapcomV2) que gestiona las entradas y existencias de artículos, todo el proceso de venta de productos y servicios bajo presupuestos, contratos o convenios, así como desde la tienda virtual. Igualmente gestiona la correspondiente facturación y parte de la contabilidad comercial. Integra también las TPVs de los puntos de venta en delegaciones y Casas del Mapa, la conexión con la tienda virtual, así como la aplicación GESALDIS para la autogestión por parte de los distribuidores de sus stocks y liquidaciones.

La cantidad de productos y servicios gestionados y adquiridos (servidos) por los usuarios particulares, organismos, librerías y distribuidores durante 2020 por cualquier medio, fue de unos 92.765 (sin incluir portes), mediante más de 7.645 pedidos finalizados, de los cuales 197 fueron pedidos de distribuidores. Solo entre cartografía impresa y libros se adquirieron 63.588 ejemplares, cifra considerablemente menor que la del año anterior, como consecuencia del impacto negativo de la pandemia COVID-19.

Además de productos analógicos dentro y fuera de la tienda virtual, se gestiona la atención comercial de las prestaciones de servicios como cursos en línea, visitas ROM, imagen aérea certificada, documentación de cartoteca/archivo, servicios astronómicos, etc., así como trabajos de delimitaciones territoriales, de observación del territorio y cartográficos, de imprenta, de laboratorio de calidad de papel, de geofísica y otros servicios que, bajo presupuesto o convenios y dentro de las competencias del IGN y CNIG, sean viables prestar sin perturbar el normal funcionamiento de las funciones ordinarias encomendadas a la institución. Hay que notar que el CNIG adquiere ciertos materiales necesarios para algunas de estas prestaciones comerciales.

Esta atención, según corresponda, se realiza presencialmente en las Casas del Mapa y otros puntos de información y venta, así como en la fototeca presencial y otras dependencias. A esto se suma los servicios prestados en línea con la tienda virtual y desde otras aplicaciones como la fototeca digital o el Centro de Descargas, así como la atención por correo electrónico o telefónico.



Como novedad, desde el mes de julio de 2020, el CNIG ha asumido la atención técnico-comercial de Cartoteca y Archivo Técnico, que hasta la fecha se limitaba solo a labores estrictamente comerciales (elaboración de presupuestos y realización de cobros, etc.). Desde este año la atención al ciudadano, tanto de manera presencial como telemática o telefónica, que se dirige a la institución en busca de la documentación histórica custodiada por el IGN, se realiza íntegramente por personal del CNIG, con la estrecha colaboración del personal del IGN competente en esta materia.

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 2020 las visitas a la web de sismología han sido superiores a treinta 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 2020 la actividad, sobre todo en forma de series sísmicas y enjambres, ocurrida en la isla de Tenerife y 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>

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.

Las visitas al real Observatorio son todas guiadas y tienen una duración máxima de una hora y treinta minutos. El recorrido 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.

Con el propósito de potenciar y mejorar las visitas en las que se demanda con frecuencia la realización de observaciones astronómicas, una de las cúpulas del edificio denominado «Sol» está equipada con un telescopio para la observación solar y para el seguimiento de fenómenos astronómicos destacables, como eclipses, conjunciones o tránsitos de Mercurio.

Durante el año 2020 ha recibido un total de 1.614 visitantes, un dato considerablemente inferior que otros años debido a que la programación habitual se vio interrumpida por la evolución de la pandemia provocada por la COVID-19.

Las visitas guiadas destinadas tanto a particulares como a centros educativos se cancelaron inmediatamente con el estado de alarma declarado a mediados de marzo, no volviéndose a abrir hasta el mes de octubre, excepto en el caso de las visitas de los centros educativos, que no se reactivaron en todo el año.

Debido a esta situación, el número de visitas de particulares se vieron reducidas, llevándose a cabo 85 visitas con 1.182 participantes, junto con 316 estudiantes de 14 centros de toda España 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 5 grupos con 116 participantes de entre los cuales se encontraron fundaciones y empresas nacionales de diversa índole.

En la reapertura tras el estado de alarma, se adoptaron además medidas preventivas en base a las directrices, protocolos y recomendaciones de las autoridades sanitarias, para poder realizar las visitas con la mayor seguridad. Todas ellas, detalladas en la *web* del IGN y en las redes sociales, fueron controladas durante la visita a nuestras instalaciones:

- Aforo limitado a 9 participantes.
- No deberá acudir a la visita si siente algún síntoma compatible con Covid-19, como tos, fiebre o sensación de ahogo, o si hubiera estado en contacto estrecho con alguien afectado por el virus en los últimos 14 días.
- Si en los 14 días siguientes a la visita presentase algún síntoma compatible o fuese diagnosticado como positivo en Covid-19, deberá comunicarlo a la mayor brevedad posible en el correo reservas.rom@cnig.es.
- Durante la visita usará mascarilla y respetará la distancia interpersonal mínima de metro y medio.
- A la entrada al recinto se desinfectará las manos con el gel que se pone a su disposición.
- No se podrá fumar en el interior de las instalaciones del IGN y CNIG.
- Estará atento a todas las indicaciones del guía sobre mantenimiento de distancias interpersonales o cualquier otra medida preventiva.

Se mantienen los métodos de difusión descritos en informes de años anteriores que no supongan una presencialidad para evitar el riesgo de contagio:

- Elaboración de una newsletter mensual para el público interesado.
- Comunicación diaria con los más de 10.000 seguidores de Twitter.



- Colaboración con Renfe desde 2018 gracias al cual se oferta la venta del billete junto con la visita al ROM para público escolar.
- Participación en la Semana de la Ciencia y la Innovación 2020 (2-15 noviembre).

La venta de entradas continuó realizándose a través de la página *web*, cuyo aspecto se ha renovado este 2020 con un diseño más atractivo. Además, se ha puesto en producción un nuevo sistema de reservas interno con el objetivo de mejorar la gestión.

La visita mantiene su 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 Repsol de 1854; continúa en la sala en la que se encuentra 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.

Durante el último trimestre del año, y para celebrar el 150 aniversario del IGN, se ha entregado a los visitantes del ROM un pequeño obsequio tras la realización de la visita, iniciativa que ha resultado de gran acogida entre el público.

Cabe destacar finalmente el papel de los guías, que durante el 2020 han seguido demostrando su apoyo a la institución, adaptándose a lo sucedido con el mejor carácter posible con el fin de poner fácil la situación tanto al resto del equipo como a los participantes de las visitas.

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 2020 la visita de 40 personas pertenecientes a un Instituto de Educación Secundaria de la provincia de Toledo, así como de algunos colegios de Educación Primaria con los que además se han realizado talleres educativos.

Visitas al Observatorio de Yebes

El aula de Astronomía es un espacio divulgativo que otorga un valor educativo al emplazamiento del Observatorio de Yebes. 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 Yeves.

El proyecto del Aula de Astronomía se vertebra en torno al convenio de colaboración suscrito por el Ayuntamiento de Yeves y el Ministerio de Fomento a través del Instituto Geográfico Nacional. Durante el año 2020 tan solo se recibieron unas 800 visitas en los dos primeros meses del año. Debido a la pandemia de COVID-19 las visitas se suspendieron desde la primera semana de marzo. Tan sólo se realizó un pequeño acto al aire libre con un aforo limitado en julio.

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. Este año, debido a las restricciones sanitarias solo se han podido recibir 2 grupos interesados en conocer *in situ* las instalaciones y personal que proporcionan información a las redes internet y redes sociales acerca de los avisos sísmicos.

162

Visitas a los Servicios Centrales del IGN

Durante el año 2020 se recibió a 496 visitantes pertenecientes a distintos centros educativos, universidades y otras instituciones. La visita comienza con la proyección de un vídeo muy pedagógico de las funciones y responsabilidades del IGN y del CNIG, acto seguido se realiza un recorrido por distintas dependencias 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 consultar y adquirir cualquiera de las publicaciones disponibles.

PRODUCCIÓN EDITORIAL

En cumplimiento con los objetivos recogidos en el Plan de Publicaciones Oficiales de la Administración General del Estado (AGE) para el año 2020, las publicaciones del Programa Editorial del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) como editorial del Instituto Geográfico Nacional (IGN), 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, vídeos editados (no las meras grabaciones o publicidad), aplicaciones móviles y aplicaciones web de uso diferenciado. No se incluyen la puesta a disposición de miles de ficheros de productos de información geográfica técnicos, que se distribuyen en el Centro de Descargas al que también se le dotó de NIPO general y DOI (<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 98 publicaciones programadas en 2020 se han editado 78 de ellas (10 arrastradas a 2021), generando 380 productos distintos, lo que supone un porcentaje de casi el 80% sobre lo planteado. Algunas de ellas han sido con motivo del 150 aniversario del IGN. Destacar que este año se han incluido también diversos vídeos educativos editados en inglés, así como el vídeo del 150 aniversario y se ha dotado de NIPO a la aplicación móvil y juego *web* interactivo de Geosapiens, así como a alguna sección *web* y varias historias interactivas *web*.

La tipología de las publicaciones editadas es la siguiente, de las cuales un 75% son gratuitas:

- Periódicas: 7 (9 %).
- Material cartográfico: 11 (14,1 %) en 285 productos distintos.
- Unitarias: 21 (26,9 %).
- *Apps*, vídeos, apartado *web* diferenciados y juegos: 21 (26,9 %).
- Otras (trípticos, folletos, etc.): 18 (23,1 %).

Atendiendo al soporte de las publicaciones realizadas, la distribución es la que figura a continuación:

- En línea: 53 (67,0 %).
- Papel: 24 (30,8 %), en 299 productos distintos, la mayor parte material cartográfico.
- Plástico: 1 (1,3 %), correspondiente a mapas en relieve.

Para la elaboración de las publicaciones analógicas comprendidas en el Programa Editorial, el CNIG gestiona la adquisición de los consumibles necesarios para la Imprenta Nacional del IGN (medio propio) o la elaboración externa en caso necesario. De acuerdo con las recomendaciones del Plan de Contratación Pública Verde, en la Imprenta Nacional del IGN (medio propio) se adoptaron hace tiempo medidas conducentes encaminadas a la implantación del modelo de eco-edición, como forma innovadora de gestionar el proceso productivo de las publicaciones. Tomando como referencia las publicaciones electrónicas, estas son más del 67% de las publicaciones de 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 (*Foresty 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 vídeos 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>
- <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>





Entre los libros digitales publicados y puestos a descarga gratuita durante 2020, y que se añade a los ya existentes, cabe destacar: la versión digital de «Tu amigo el mapa» que es del 2019; «Actividades de Geografía con visualizadores para ESO y Bachillerato»; «España, puente entre continentes»; «Panorama del Universo: Viaje por el mundo de la astronomía»; «Revisión del catálogo sísmico de las islas Canarias 1342-2000»; o el «Concurso de Narrativa Breve IGN 2020».

Durante el 2020 el número de descargas de libros digitales totales disponibles fue de 23.846 con un notable aumento respecto a 2019, siendo los más descargados:

- España en Mapas. Una síntesis Geográfica: 4.884
- Geoexplorer: 1.520
- Actividades de Geografía con visualizadores para ESO y Bachillerato: 1.502
- Catálogo de la Exposición de los mapas de la primera vuelta al mundo: 1.184
- Apuntes cosmográficos en la primera circunvalación de la Tierra: 1.002
- Cuestiones de Astronomía: 917

La aplicación móvil dotada de NIPO 2020, tanto *Android* como *Apple*, fue «Geosapiens». A su vez, los vídeos fueron las versiones en inglés de: «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 «Y lo llevas en el móvil», así como uno en conmemoración del 150 aniversario. También destacar el juego *web* interactivo de «Geosapiens», y la asignación de NIPO al Centro de Descargas, así como varias historias interactivas *web*.

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, se indican a continuación los productos de las publicaciones en papel ingresadas en almacenes para su venta durante el 2020, tanto novedades como nuevas ediciones, con NIPO 2020 e incluidas ediciones de NIPO 2019 que salieron a la venta ya en 2020, excluidas reimpresiones de estas y productos de terceros, y que se añaden a las ingresadas en años anteriores. Hay que tener presente el parón y restricciones por el hándicap de la pandemia de la COVID19, así como por una avería de largo recorrido de la máquina plegadora para formatos grandes, afectando a la elaboración y producción, lo que impidió que varias publicaciones, sobre todo cartográficas, editadas en 2020 no se pudieran finalizar y publicar ese año.

Cartografía:

- MTN25: 270 hojas de nueva edición, con una tirada mínima de 125 ejemplares cada una.
- MTN50: 3 hojas de nueva edición, con una tirada mínima de 125 ejemplares cada una.
- Mapas en relieve: 3 (Andalucía, Cuenca hidrográfica del Ebro, Península Ibérica) con una tirada de 850, 500 y 100 ejemplares, respectivamente.



- Mapas de cartografía antigua: 1 (Mapa del principado de Asturias, 1870) con una tirada de 970 ejemplares.
- Mapas y láminas generales: 2 (Península Ibérica, Baleares y Canarias Mapa físico 1:1.250.000; Láminas de Mapas Mudos (físicos + políticos) 12 láminas formato A3) con una tirada de 330 y 1020 ejemplares, respectivamente.

Libros y folletos:

- Destacando el libro de actividades Geoexplorer.
- Anuario del Real Observatorio Astronómico Nacional: publicación que contiene fenómenos astronómicos, calendarios y tiempos, efemérides astronómicas, catálogos, datos de la Tierra, tablas complementarias y artículos de divulgación.
- Panorama del Universo: Viaje por el mundo de la Astronomía.
- Apuntes Cosmográficos de la 1ª circunvalación de la Tierra.
- Geodesia Física.
- Calendario IGN-CNIG 2021.
- Otras publicaciones, como el libro de la historia de IGN, han quedado pospuestos por las circunstancias.
- En colaboración con la editorial Planeta se ha publicado el libro Escape Map.

TRABAJOS REALIZADOS COMO CONSECUENCIA DE LA COVID-19

Recursos educativos del IGN y el CNIG para el aprendizaje desde casa

El IGN y el CNIG aportaron sus recursos educativos para el estudio de la geografía desde casa durante el confinamiento. El Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP) lanzó el portal Aprendo en casa, una *web* con materiales y recursos educativos online para canalizar y facilitar recursos, herramientas y aplicaciones de calidad al profesorado, las familias y el alumnado.

En las secciones destinadas a las familias y a los docentes (Recursos para el aprendizaje en línea) se recogen diferentes iniciativas por nivel educativo y disciplina. Tanto para Educación Infantil y Primaria como para Secundaria y Bachillerato, en el apartado de Ciencias sociales, se recomienda como recurso para geografía la *web* Educa IGN, destacando algunos de sus materiales.

Por otra parte, RTVE coordinada con el MEFP y con la ayuda de una serie de instituciones, editoriales y canales de vídeos educativos, emitieron durante los meses de confinamiento el programa Aprendemos en casa en La 2 y Clan TV y un equivalente en *web*, el canal EduClan, como herramientas educativas para las familias durante el cierre preventivo de los centros. RTVE emitía durante las mañanas de los días laborables contenidos educativos en estos dos canales, dedicados cada día a una materia. Los martes, días dedicados a las ciencias sociales, se emitieron una serie de vídeos educativos y divulgativos elaborados por el IGN y el CNIG.

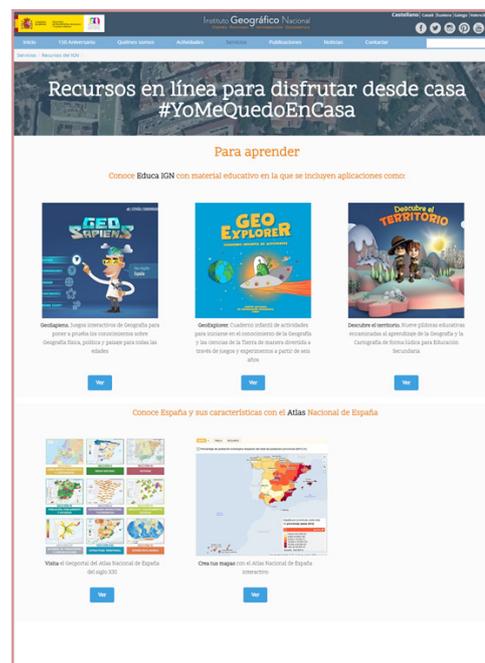


Recursos en línea para disfrutar desde casa

En el mes de mayo de 2020 el IGN y el CNIG reunieron en su *web* un conjunto de recursos gratuitos para entretener y formar durante el periodo de confinamiento.

Se pueden encontrar en la página *web* #YoMeQuedoEnCasa, y que está dividida en los siguientes bloques:

- Para aprender: incluye una serie de materiales didácticos de la *web* Educa IGN así como la posibilidad de conocer España y sus características con el geoportal del Atlas Nacional de España del siglo XXI y su aplicación interactiva para el análisis y creación de mapas.
- Para dejar volar tu imaginación: recopila algunos de los libros digitales disponibles a descarga e historias interactivas.
- Para disfrutar de tesoros cartográficos: permite conocer los fondos cartográficos del IGN a través de visitas virtuales a sus exposiciones y aplicaciones interactivas para descubrir mapas antiguos y compararlos con los actuales.
- Para conocer la Tierra desde el aire: se trata de una selección de visualizadores cartográficos de diversas temáticas (ocio, terremotos, etc.).
- Para acercarte a las estrellas y conocer la Astronomía: con información práctica sobre las estaciones, los eclipses, las lluvias de estrellas, etc.
- Conjunto de vídeos del canal YouTube del IGN.



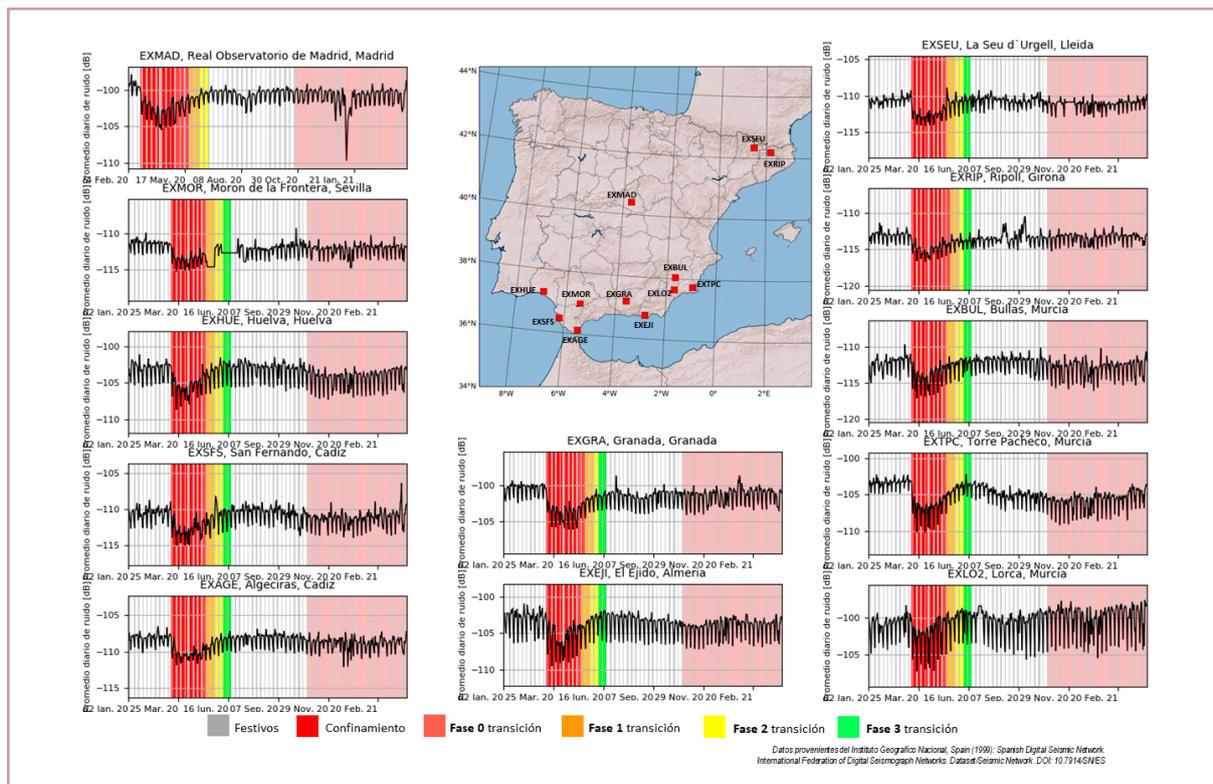
Análisis del ruido Sísmico durante la pandemia COVID-19

La *red de acelerómetros* de la *Red Sísmica Nacional* está ubicada dentro de núcleos urbanos repartidos en las regiones con mayor actividad sísmica de España. El objetivo de estas estaciones sísmicas es registrar los movimientos fuertes del suelo generada por terremotos. Al estar situados dentro de poblaciones registran un nivel de ruido cultural o antrópico muy alto y son sensibles a las variaciones de vibración del suelo generadas por las diferencias en las actividades humanas en el entorno poblacional.

En el nivel de ruido medio diario de las estaciones sísmicas se puede ver el efecto de disminución, cese y reanudación de las actividades humanas durante las distintas fases del confinamiento debido a la pandemia COVID-19 y durante el retorno progresivo según el Plan de Transición hacia una nueva Normalidad aprobado por el Gobierno el 28 de abril de 2020.

Para informar a los ciudadanos del nivel de ruido registrado, se publicó en la *web* del Instituto Geográfico Nacional una sección con información semanal del *análisis del Ruido Sísmico*. Además, en el Real Observatorio de Madrid se dispone de una estación acelerométrica del Instituto Geográfico Nacional que recogió con precisión los niveles de actividad antrópica, ruido cultural que está fuertemente relacionado con la actividad humana.





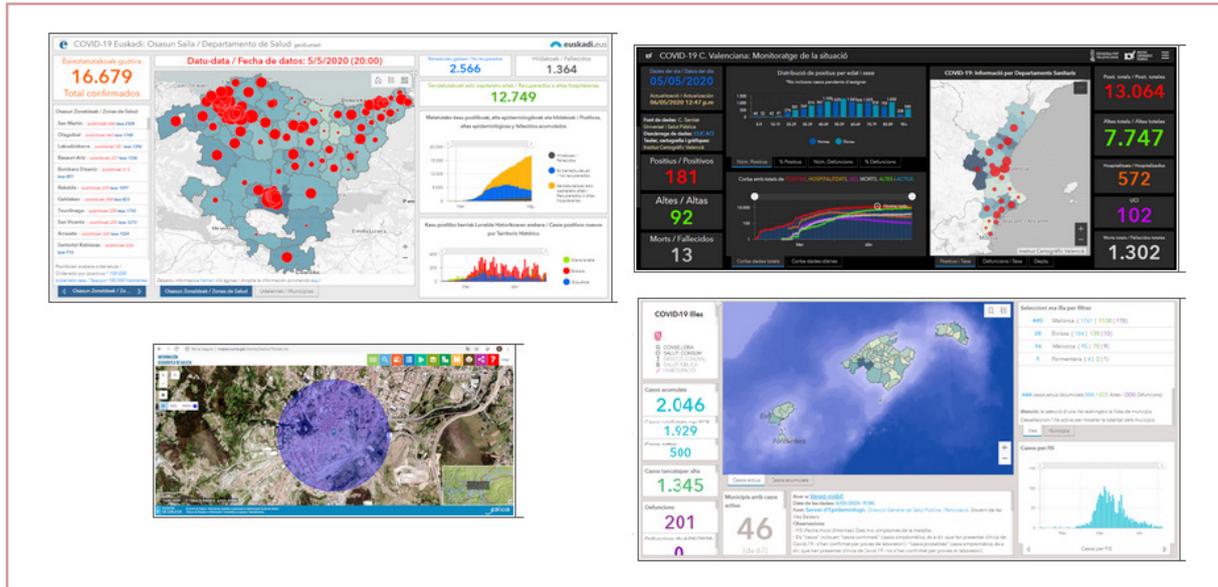
Nueva sección para recopilar los recursos COVID-19 en el geoportal de la IDEE

El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), como responsable de la gestión del geoportal de la IDEE, y bajo el marco estratégico del Instituto Geográfico Nacional, diseñó, en abril de 2020, una nueva sección que recopila los recursos abiertos e interoperables sobre el coronavirus. La URL de la sección es <https://www.idee.es/web/idee/covid-19>

Debido al alcance y gravedad de la pandemia de la COVID-19 y la relevancia de los recursos de la infraestructura de datos espaciales de España (IDEE) en la gestión de este tipo de crisis, en 2020 se ha realizado una recopilación de aplicaciones web nacionales y regionales que se han desarrollado específicamente para difundir el conocimiento y facilitar la toma de decisiones.

En esta sección, sobre la COVID-19, se pueden encontrar datos, mapas, visualizadores, servicios interoperables OGC (*Open Geospatial Consortium*), cuadros de mandos, atlas y otros directorios de recursos procedente de los siguientes organismos: Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA), Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), geoEuskadi y Open Data Euskadi, Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón, Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECyL), el Ayuntamiento de Madrid, la Infraestructura de Datos de Canarias (IDECAN), la Consejería de Sanidad de Cataluña, CREAM y el portal de datos abiertos de la Generalitat de Catalunya, la Consejería de Salud y Consumo e Infraestructura de Datos Espaciales de las Illes Balears (IDEIB), la Generalitat Valenciana y el Institut Cartogràfic Valencià, Xunta de Galicia, el ayuntamiento de Zaragoza, el ayuntamiento de Madrid y los recursos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agencia Urbana.





BIBLIOTECA, CARTOTECA Y ARCHIVO TOPOGRÁFICO

El Real Decreto 645/2020, de 7 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, establece, entre otras funciones del Instituto Geográfico Nacional, «La gestión de los fondos históricos, cartográficos y documentales, de los fondos bibliográficos, de la colección de instrumentos y del resto del patrimonio histórico del Instituto Geográfico Nacional, promoviendo su conocimiento en la sociedad».

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 tiene encomendadas el Instituto en materia cartográfica.

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 dentro de la unidad general de Biblioteca:

- La Biblioteca, propiamente dicha.
- La Cartoteca.
- El 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 (ign.es), así como servicios de información y atención al público por correo electrónico, teléfono o presencialmente en la propia Biblioteca. 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. También dispone de una valiosa colección de mapas. Algunos de los cuales se remontan al periodo incunable. 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 los fondos bibliográficos y cartográficos de la Biblioteca mediante adquisiciones de obras de interés en el mercado de antigüedades o por donación. En 2020, hay que destacar la adquisición de: Un ejemplar en latín del incunable *Liber Chronicarum* (1493); la edición en italiano de la *Geographia* de Ptolomeo editada por Ruscelli en 1561; edición de 1545 en alemán de la *Cosmographia* de Münster; el atlas náutico de Francesco Maria Levanto, *Prima parte dello Specchio del Mare* (1664); el *Atlas Novus* (1733) de Matthaues Seutter, con mapas iluminados a mano.

La Cartoteca ofrece un servicio de atención al público, tanto presencial como por correo electrónico. Gran parte de sus fondos cartográficos están digitalizados y aquellos propiedad del IGN o libres de derechos se pueden consultar y descargar gratuitamente en la *web* del IGN, dentro del apartado «Catálogo de la Cartoteca» y también en el Centro de Descargas: 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 introducción 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 en las que los ayuntamientos vecinos acuerdan sus límites jurisdiccionales.



Liber Chronicarum (1493), abierto por la vista de Núremberg





El Archivo atiende también peticiones de los usuarios y una gran parte de su documentación se puede descargar gratuitamente a través del Centro de Descargas (actas de deslinde, cuadernos de campo, minutas cartográficas, planos de poblaciones y planos de edificios).

La atención de pedidos que devengan gastos de digitalización, puesta en soporte y distribución se lleva a cabo en colaboración con el Centro Nacional de Información Geográfica, que es el organismo competente para esta labor de tipo comercial.

Fondo bibliográfico

La Biblioteca cuenta con dos grupos de fondos claramente diferenciados:

- a) Monografías:
 - Libros: En torno a unos 16.000 ejemplares.
 - Folletos técnicos: Aproximadamente 3.000 ejemplares.
- b) Publicaciones seriadas:
 - Periódicas: 35 títulos de revistas técnicas adquiridas mediante suscripción, que pueden ser consultadas por el personal del IGN a través del portal electrónico, más 30 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.

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, como unidad dentro de la Biblioteca, 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 10 %). Estas cifras aproximadas varían de manera continua con la entrada de nuevas publicaciones. En 2020 se incorporaron 13.648 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 bibliotecas y 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 1478. 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. Durante 2020 se prorrogó la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo. La expedición de Magallanes y Elcano», inaugurada





el 26 de abril de 2019 y que finalizará el 26 de marzo de 2021. Las restricciones de aforo establecidas en 2020 han reducido el tamaño de los grupos de visitantes presenciales, aunque, como ya es habitual, se ha publicado una visita virtual que permite consultar la exposición a través de la página *web* del IGN.

El 14 de septiembre de 2020, su Majestad Felipe VI inauguró la exposición «150 años del Instituto Geográfico Nacional», que reúne una colección de documentos, mapas, instrumentos, fotografías, uniformes y otros objetos de gran interés en la recreación de este siglo y medio de existencia de nuestro Instituto.





150 aniversario de El Instituto Geográfico Nacional

La creación del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el 12 de septiembre de 1870, fue el paso definitivo para la institucionalización en nuestro país del acceso al conocimiento en las ramas de la ciencia dedicadas al estudio de la Tierra, su estructura, los elementos que la componen y el espacio circundante, pues, pese a su trascendental impacto en la evolución humana a lo largo de la Historia, no se institucionalizó por parte de los Estados hasta el siglo XVIII.

En estos 150 años, el IGN ha sido la institución española de referencia en disciplinas como la geodesia, la geofísica, la astronomía, la cartografía y la información geográfica, e incluso en algunas otras que después fueron atribuidas a otros organismos especializados, como la meteorología, la estadística, el catastro o la metrología.

Actualmente, los resultados de su actuación son esenciales para la toma de decisiones de todas las Administraciones Públicas, para el desarrollo empresarial de España e, incluso para el quehacer cotidiano.

PROGRAMA DE ACTOS, EVENTOS Y ACTIVIDADES DESARROLLADOS

Durante el año 2020, el IGN ha realizado una serie de actividades para conmemorar sus 150 años de historia entre las que destacan:

Ciclo de conferencias

Con motivo del 150 aniversario del Instituto Geográfico Nacional programó en 2020 un ciclo de conferencias de contenido divulgativo y científico-técnico relacionado con las áreas de conocimiento de Astronomía, Geodesia, Geomática y Cartografía. Debido a las restricciones de aforo impuestas por la pandemia COVID-19 se grabaron para emitirlas en formato de videoconferencia y están disponibles en el canal de YouTube del IGN.

Las conferencias celebradas en 2020 fueron:

- 19 de febrero de 2020: La conferencia impartida por Pere Planesas, el astrónomo describió la evolución de la Astronomía desde las primeras manifestaciones de la observación del cielo en el Paleolítico, hasta la época previa a la revolución científica del Renacimiento europeo. También explicó





cómo en los siglos previos a la invención del telescopio, el estudio de los cielos progresó gracias a las antiguas civilizaciones que florecieron en Asia, Europa y el norte de África entre la prehistoria y la Edad Media. El acto fue presidido por Lorenzo García Asensio, director General del IGN, José Antonio López Fernández, subdirector General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales, y Rafael Bachiller, director del Observatorio Astronómico Nacional.

- 27 de febrero de 2020: La conferencia impartida por el geodesta Marcelino Valdés, describió la evolución del posicionamiento terrestre y su instrumentación desde el uso del gnomon hasta los modernos GNSS, como GPS o Galileo. En el acto participaron Lorenzo García Asensio, Director General del IGN y Fco. Javier González Matesanz, Subdirector General de Geodesia y Cartografía.

Sitio web del 150 Aniversario del Instituto Geográfico Nacional

El 24 de febrero se publicó un nuevo sitio *web* con motivo de la celebración del 150 aniversario de la organización que tenía su acceso desde la *web* institucional.

El diseño implementado tiene como objetivo ofrecer al usuario la información de un modo sencillo y para ello la navegación se realiza mediante un menú vertical desplegable. Dado que esta página *web* forma parte del sitio *web* institucional su diseño es coherente con esa imagen, pero además se han tenido en cuenta los tres colores que utiliza el logo oficial del 150 aniversario.

En esta *web* se ofrece la programación de actos realizada, información de exposiciones, congresos, eventos y otras actividades como, por ejemplo, el ciclo de conferencias, el acceso a las fotografías, imágenes, documentación y otros recursos relacionados.

Toda la información disponible se puede consultar en:

<https://www.ign.es/150-aniversario>

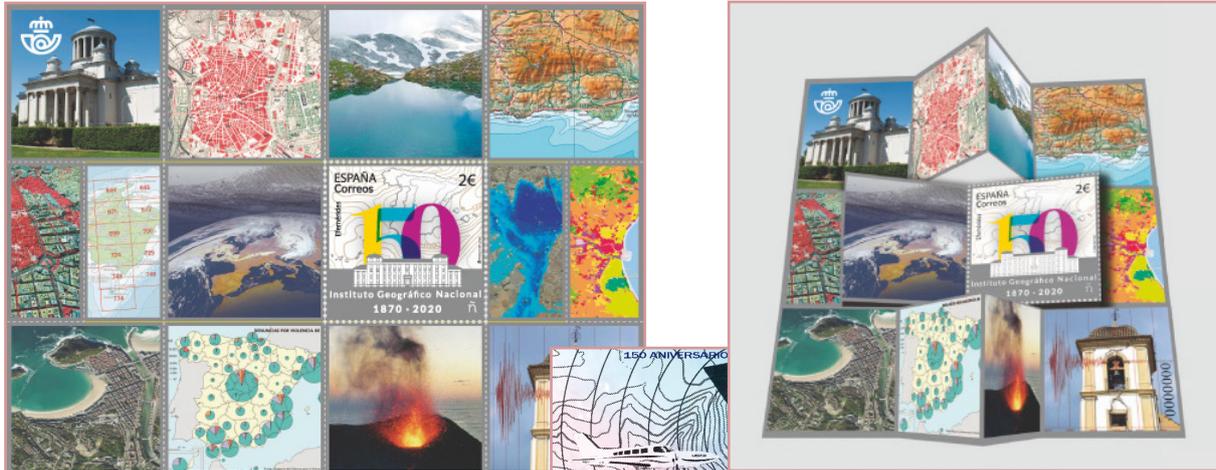


Sello conmemorativo. Serie «Efemérides»

El miércoles 13 de mayo de 2020 se publicó en el Boletín Oficial del Estado, la Resolución de 7 de Mayo de 2020, de la Subsecretaría de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, sobre la emisión y puesta en circulación del sello «Efemérides–2020. 150 Aniversario Instituto Geográfico Nacional (1870-2020)».

Dentro de la serie «Efemérides», se ha emitido una hoja bloque denominada «150 Aniversario Instituto Geográfico Nacional (1870-2020)» que cuenta con un sello y 13 imágenes que ilustran la labor que realiza el Instituto Geográfico Nacional.





La venta y puesta en circulación de la serie se inició el día 14 de mayo de 2020 y la distribución a los puntos de venta cesará el 31 de diciembre de 2022.

En el mes de septiembre, el día 14 se emitió dentro de la serie «Aniversario», con motivo del día 12 de septiembre, en el que se cumplieron nuestros 150 años de historia, un segundo Sello denominado «Aniversario. 150 años del Instituto Geográfico Nacional».



Cupón de la ONCE

La ONCE se sumó en la celebración del 150º Aniversario del Instituto Geográfico Nacional al dedicar a esta efeméride el cupón del domingo 13 de septiembre de 2020.

El cupón conmemorativo del 150º Aniversario del IGN fue presentado en la sede central del IGN, en un acto que contó con la participación del subsecretario del Departamento y presidente del Consejo Superior Geográfico, Jesús Manuel Gómez, del director general de la ONCE, Miguel Carballada, del director general de Políticas de Discapacidad del Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, Jesús Celada, y del director general del IGN, Lorenzo García Asensio.





Su Majestad el Rey Felipe VI inaugura la exposición «150 años del Instituto Geográfico Nacional»

El lunes 14 de septiembre, día exacto en que se cumplía el 150 aniversario de la publicación en la Gaceta de Madrid —el equivalente de la época al actual Boletín Oficial del Estado— del Decreto por el cual se creaba el entonces llamado Instituto Geográfico, su Majestad el rey Felipe VI inauguró la exposición «150 años del Instituto Geográfico Nacional», acompañado por el ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, José Luis Ábalos; el subsecretario del Departamento, Jesús Manuel Gómez; y el director general del IGN, Lorenzo García. La presentación corrió a cargo del comisario de la muestra, Marcos Pavo, jefe del Área del Registro Central de Cartografía del IGN.



Lotería Nacional con motivo del 150 aniversario

La Lotería Nacional celebró los 150 años del Instituto Geográfico Nacional el sábado día 19 de septiembre con un décimo especial que ya se encuentra a la venta.

El sorteo se celebró a las 13:00 horas desde el Salón de Sorteos de Loterías y Apuestas del Estado, y la emisión constaba de diez series de 100.000 billetes cada una.

Video del 150 aniversario del Instituto Geográfico Nacional

El 7 de octubre se publicó un video conmemorativo del 150 aniversario del Instituto Geográfico Nacional.

El video, con una duración de 8 minutos, relata la historia y evolución de la institución desde su fundación en 1870, hasta hoy en día, reseñando los hitos más importantes y los trabajos y responsabilidades que asume actualmente en Cartografía, Geodesia, Astronomía, Sismología, Vulcanología, Astronomía, Observación del Territorio, Difusión, etc.

Para la creación del video han colaborado las diversas subdirecciones del IGN, aportando documentación, material gráfico, y colaborando en las grabaciones en las diferentes sedes.

Se puede acceder al video en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=DjmgVITwOsM>

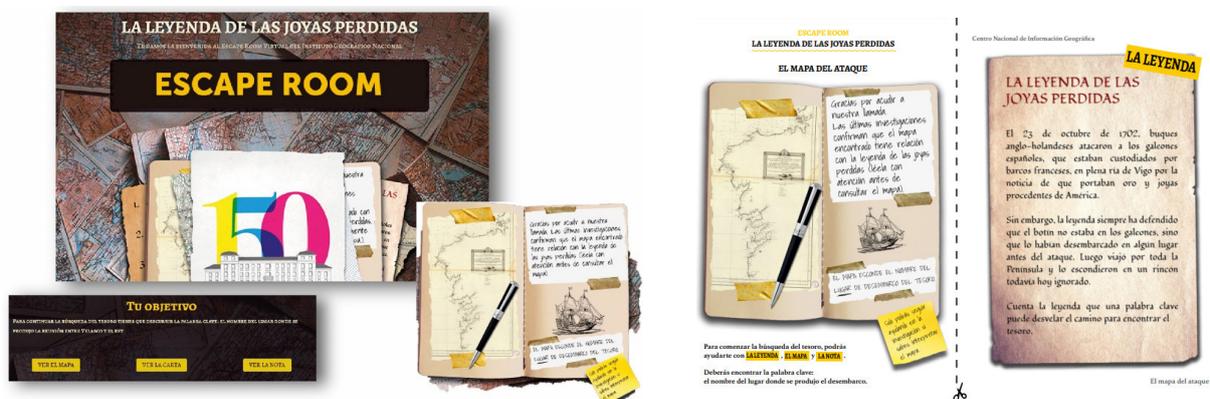


Taller Escape Room geográfico : La leyenda de las joyas perdidas

Consistió en vivir una experiencia de *Escape Room* aprendiendo sobre mapas y geografía mientras se resolvían los seis enigmas que se ocultaban en el juego.

El IGN diseñó por primera vez la aventura «La leyenda de las joyas perdidas» en la conmemoración de su 150 aniversario, a la que invitó a participar a usuarios intrépidos que estuvieran dispuestas a embarcarse en esta misión. Para completar cada enigma era imprescindible utilizar habilidades geográficas y cartográficas, utilizando mapas antiguos de los fondos de la Biblioteca del IGN

Enlace al *Escape Room*: <http://educativo.ign.es/escape-room/>



Historia interactiva del Instituto Geográfico Nacional (1870-2020)

Se trata de una aplicación *web* que muestra a los usuarios la historia y cometidos de la institución.

Esta *web* combina textos, mapas, imágenes y contenido multimedia para mostrar la evolución del IGN desde 1870 hasta la actualidad, la actividad de los distintos departamentos que lo componen y los trabajos que se han desarrollado.



El contenido se organiza en pestañas o apartados desde los que se puede navegar e interactuar con los recursos. Al final de cada apartado y en la última pestaña se relatan curiosidades y anécdotas acumuladas a lo largo del siglo y medio de vida de la institución. Se puede profundizar en cada una de las áreas temáticas a las que se dedica el IGN gracias a los enlaces a otros recursos y páginas *web* que se indican.



La elaboración de este recurso ha sido posible gracias a los profesionales de la institución y de su organismo autónomo, el Centro Nacional de Información Geográfica que, además de desarrollarlo, han colaborado aportando información, documentación y material gráfico, fotográfico y audiovisual, entre otros.

Hay que destacar que esta historia interactiva ganó el concurso de *StoryMaps* de la Conferencia Esri España de 2020.

Enlace a la historia interactiva:

<https://www.ign.es/web/resources/publicaciones/150aniversario/index.html>

Concurso en las Redes Sociales del IGN

Del 1 al 18 de octubre de 2020, se realizó a través de las Redes Sociales del IGN el concurso «Ponte a prueba con el test del IGN en nuestro 150 aniversario», con el que se celebraban los 150 años de historia con todos nuestros seguidores de *Facebook*.

El concurso consistió en responder diez preguntas con tres opciones de respuesta, de las cuales sólo una era la correcta, relacionadas con las disciplinas científico-técnicas y actividades del Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica a lo largo de todos estos años. Entre los acertantes, se sortearon tres lotes de productos cartográficos.

178

El concurso tuvo una participación de 170 seguidores y para entrar al sorteo, era necesario obtener una puntuación mayor a 5. Los participantes demostraron lo bien que conocen a esta institución, ya que el 60 % de las preguntas obtuvo un porcentaje de acierto mayor al 75 % y ninguna de las preguntas obtuvo una puntuación inferior al 50 %, lo que implica que todos pudieran optar al premio.

Especial del 150 aniversario del IGN en la revista Mitma

La revista «Mitma» del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en su nº 705 de julio-agosto de 2020, dedica una edición especial al 150 aniversario del IGN, pero no fue publicado hasta finales de noviembre.

En esta edición, a partir de 13 artículos redactados por los técnicos del IGN-CNIG, se hace un recorrido a lo largo de la historia del IGN, como organismo público dónde en sus 150 años de historia ha sido una institución española de referencia. Sus





objetivos y funciones han ido evolucionando al ritmo que marca el paso del tiempo siendo un organismo puntero en todas sus disciplinas, aunque siempre conservando su esencia.

A lo largo de su historia el IGN ha sido objeto de varias reformas, coronando así siglo y medio de ingeniería geográfica, en cuyo transcurso ha venido desarrollando la observación, medición, análisis, evaluación y representación de nuestro territorio y del espacio exterior en disciplinas como la geodesia, la geofísica, la astronomía y la cartografía, entre otras, convirtiéndose en una institución pública española de referencia científico-técnica a nivel nacional e internacional.



IGN

Dirección General del
Instituto Geográfico Nacional

General Ibáñez de Íbero, 3
28003 – MADRID (España)
www.ign.es



Instituto Geográfico
Nacional 1870 · 2020



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL

