

Modelos geológicos estandarizados: ¿qué ventajas nos ofrecen?

Aplicaciones directas derivadas de la nueva cartografía geológica 1:25.000 de la Comunitat Valenciana

María Jesús Mancebo Mancebo
Alejandro Robador Moreno
Sandra Mink
CN-IGME CSIC

REVISTA **Mapping**
Vol.35, 222, 4-5
2026
ISSN: 1131-9100

La cartografía geológica es la representación de los diferentes tipos de materiales (rocas y sedimentos) que afloran en la superficie terrestre. Debido a su nivel de abstracción, se trata de una información compleja, difícil de transmitir y difundir para ser usada y reutilizada.

Los modelos de datos para el almacenamiento de la información cartográfica nacional desarrollados hasta ahora por el Instituto Geológico y Minero de España (CN-IGME CSIC): **MAGNA** y **GEODE** consisten en tablas planas con una información muy limitada, ceñida a una descripción de la litología en forma de texto y a la edad de las unidades geológicas, que puede encontrarse codificada. Son modelos enfocados principalmente a representar la información geológica que tradicionalmente se plasma en los mapas editados. Esta circunstancia supone una clara limitación en cuanto a la gestión y explotación de esa información y del conocimiento geológico en general. Además, la convierte en una información muy alejada de usuarios no expertos.

La llegada de la Directiva INSPIRE y su filosofía destinada a poner a disposición pública la información geográfica de calidad y de relevancia para la generación y control de políticas ambientales comunitarias, ha supuesto un revulsivo que ha hecho replantearse los modelos de datos existentes. La adopción de las normas técnicas y protocolos para la estandarización de la información geológica ha supuesto grandes avances y beneficios en el acceso a esta información. En el caso concreto del CN-IGME CSIC, esta adaptación se ha focalizado en el desarrollo de los servicios de localización (**metadatos**) y de **visualización**.

En cuanto a la homogeneización, con la adaptación de modelos estándar y vocabularios necesarios para aumentar la interoperabilidad y capacidades de explotación de la cartografía geológica, ha sido abordada con un éxito relativo debido a la complejidad de la información geológica. Hasta el momento este apartado se enfoca más en un sentido práctico de cumplir la normativa sin suponer todavía una explotación útil.

Para avanzar en este sentido, el grupo de investigación **GI-CARTO** del **CN-IGME CSIC** ha desarrollado un nuevo modelo de datos basado en estándares internacionales: INSPIRE y **GeoSciML** (*Geoscience Markup Language*) con elementos propios de la cartografía del CN-IGME, con el que se quiere demostrar que la gestión y el valor añadido de la información organizada de esta manera es eficaz y ofrece resultados aplicables a distintos ámbitos relacionados con el territorio.

Este nuevo modelo tiene como finalidad crear una única base de datos geológica que recoja los objetos geológicos comúnmente descritos y representados en mapas, ampliando su capacidad con información adicional que tradicionalmente se encontraba en memorias y en otras bases de datos geológicas externas y que no se recogía en modelos anteriores.

Consta de un núcleo básico para la descripción de los elementos geológicos y sus características elementales: unidades geológicas, estructuras geológicas y geomorfología. Estos elementos se vinculan a uno o varios eventos geológicos en orden cronológico, que permiten registrar su historia geológica. Los eventos son descritos a través de un rango de edades, los procesos geológicos y los ambientes de formación. Este núcleo se extiende para abordar una descripción más detallada de los elementos básicos, incluyendo la descripción de la litología, la estratigrafía, el metamorfismo y la alteración.

La geometría se trata independientemente de la información geológica descriptiva, por lo que a un objeto geológico se le pueden vincular distintas geometrías conformando un modelo de datos apto para tratar información multiescala.

Un aspecto importante que destacar es que el modelo se construye sobre la base de vocabularios controlados de términos científicos, desarrollados y adoptados como estándares por la comunidad geológica, y también otros vocabularios nuevos, propios del CN-IGME, como el **vocabulario de rocas**. Este

desarrollo es fundamental para describir y limitar el dominio geocientífico y usar una semántica inequívoca que asegure la comprensión y la comunicación de la información permitiendo su interoperabilidad a nivel europeo e internacional.

El modelo permite la generación de diversas «vistas» o representaciones de la información con base en las necesidades de los usuarios. Para agilizar el modelo en su utilización en aplicaciones basadas en mapas a través de la web, se desarrollarán capas de información individuales que recojan la información esencial y faciliten su interpretación.

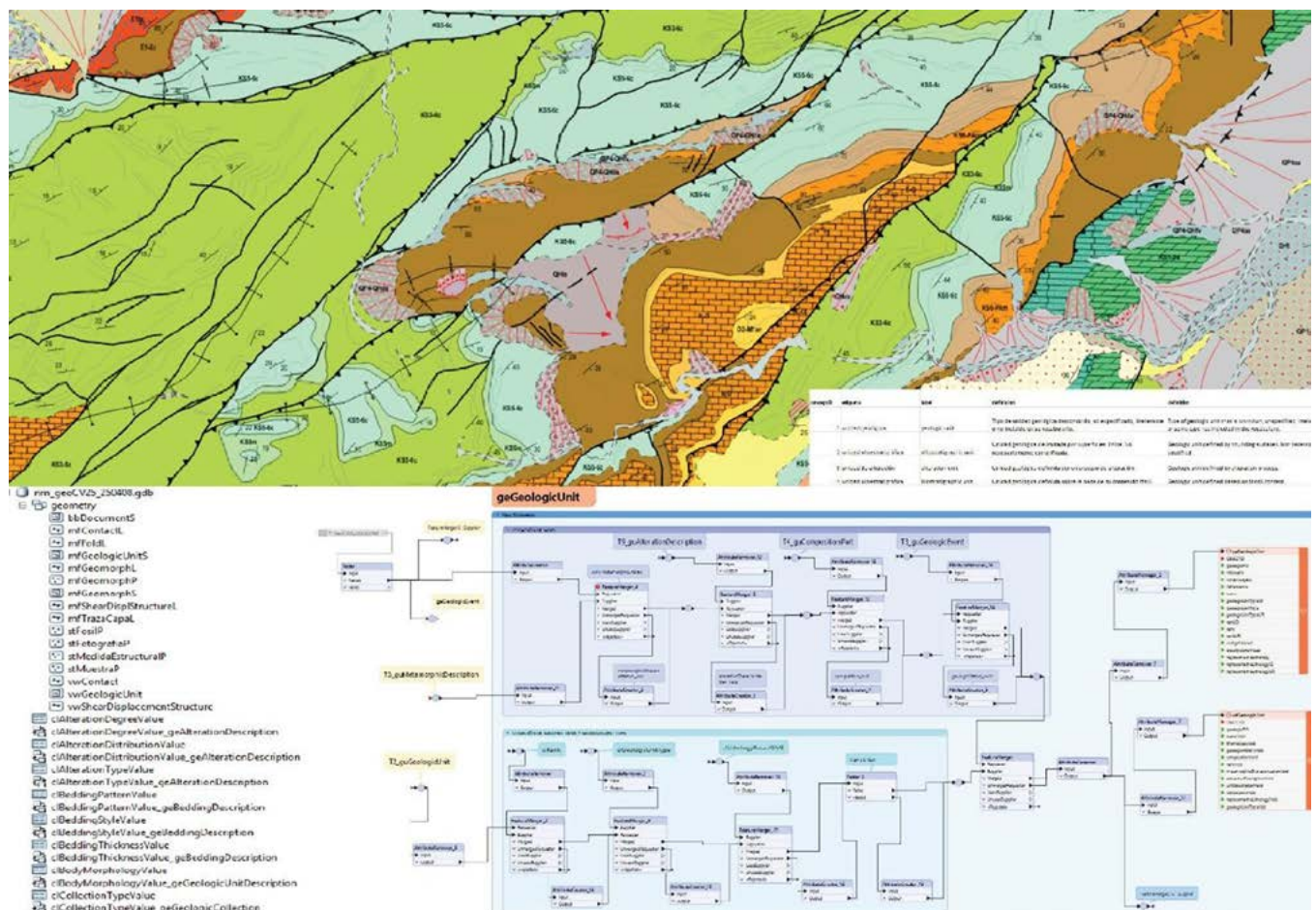
Para poder comprobar la funcionalidad de este nuevo enfoque se ha aplicado este modelo a la nueva cartografía geológica a escala 1:25.000 de un sector de la Comunitat Valenciana recientemente elaborada mediante un convenio entre el Institut Cartogràfic Valencià (ICV) y el CN-IGME CSIC.

De una forma directa, a partir del modelo, se pueden obtener cartografías derivadas como la cartografía litológica, que tiene aplicaciones en la prospección de áreas con posibilidad de albergar yacimientos de recursos minerales, en la delimitación de sectores con

mayor riesgo frente a movimientos sísmicos o como orientación para la ubicación de vertederos, entre otras utilidades.

Mediante una reclasificación de las unidades litológicas también se pueden obtener cartografías de erosionabilidad, que permitirían estimar, de forma relativa, el tipo y volumen de carga sólida que podría ser aportada a las cuencas fluviales en episodios de elevadas precipitaciones y de permeabilidad, con utilidades para la gestión de los acuíferos. Además, la combinación de la cartografía litológica con los datos de las características de la estratificación de las unidades geológicas del modelo es fundamental para determinar la competencia de los terrenos para estudios geotécnicos y para la elaboración de mapas de erosionabilidad.

En síntesis, constituye una infraestructura de conocimiento geocientífico multidisciplinar de la que se pueden derivar diferentes productos para atender todos los requerimientos de los usuarios y diversas geotemáticas, poniendo en valor su uso como herramienta de planificación en diversos ámbitos como los recursos minerales, la ordenación del territorio, el urbanismo o la prevención de riesgos, entre otras.



Modelo aplicado a la cartografía geológica.

Plan de adquisición y tratamiento de datos batimétricos en 18 embalses de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 6-7
2026
ISSN: 1131-9100

Sergio Molina Blázquez
Julián Rejas Ayuga
Gerencia de Sistemas de Información
Geográfica, Tecnologías y Servicios
Agrarios, S.A.

Borja Rodríguez Cuenca
Dirección General del Agua,
Ministerio para la Transición Ecológica
y el Reto Demográfico (MITECO)

Agustín Sevilla Briceño
Oficina de Planificación Hidrológica,
Confederación Hidrográfica del Miño-Sil

Los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) y, en concreto los Modelos Digitales del Terreno (MDT) son datos cuya adquisición y producción están ampliamente extendidas y se utilizan en numerosas aplicaciones científicas y de ingeniería.

En España existen varias coberturas nacionales de MDT. Las primeras se elaboraban a partir de datos altimétricos procedentes de la restitución de vuelos fotogramétricos. Desde el inicio del **proyecto PNOA-LiDAR**, en la primera década de los 2000, los MDT se generan a partir de nubes de puntos clasificadas. En ambos casos se obtiene un modelo digital continuo de toda la superficie terrestre emergida; sin embargo, la topografía de las tierras sumergidas sigue siendo, en la mayoría de los casos, desconocida.

La penetración del LiDAR aéreo en masas de agua es muy limitada, lo que impide que los modelos digitales contengan información en estas zonas. Para obtener datos batimétricos es necesario realizar una adquisición específica y adaptada a cada masa de agua continental. Este trabajo se ha llevado a cabo la batimetría y medición geofísica de 18 embalses de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

Uno de los principales retos ambientales en la gestión de los embalses en España es la interrupción del transporte de sedimentos. Hasta la fecha, en la **Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil** no se ha evaluado la pérdida de capacidad por sedimentación en sus embalses, ni, por tanto, el volumen de sedimentos acumulados en ellos. Por otro lado, el efecto de la colmatación de los embalses origina importantes problemas, como la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua, problemas de estabilidad, modificación del transporte de nutrientes y materia orgánica, alteración de la pendiente longitudinal del cauce, limitación del uso recreativo o propensión a la eutrofización.

El desarrollo tecnológico de los últimos años permite generar modelos digitales batimétricos de alta precisión, obtenidos a partir de la información topográfica proporcionada por ecosondas multihaz, que permiten la digitalización del medio subacuático mediante la captura de nubes

de puntos con elevada densidad por metro cuadrado y cobertura total del terreno a modelar. Estos avances han favorecido un importante progreso en la digitalización hidráulica, permitiendo la determinación rigurosa y fiable del volumen real y actualizado de los embalses.

El objetivo de este trabajo es dar continuidad a las coberturas nacionales de MDT terrestres mediante la generación de modelos digitales batimétricos para, de este modo, poder actualizar los datos relativos a los volúmenes almacenados en los embalses. Esto se ha logrado mediante la realización de un vuelo LiDAR en sincronía con una campaña topobatimétrica llevada a cabo mediante una embarcación tripulada.

Mediante el vuelo LiDAR se cubrió la región perimetral de los embalses y se llevó a cabo en época de estiaje. La campaña batimétrica se realizó en la época del año con mayor nivel de agua, generalmente durante la primavera. De esta manera se garantizó un solape entre el vuelo LiDAR y la nube de puntos batimétrica, lo que permitió comprobar la calidad altimétrica de las nubes de puntos y asegurar la continuidad del modelo digital resultante. El resultado de estas operaciones es la obtención de una nube de puntos con información continua tanto en territorio sumergido como emergido, lo que permitió generar un modelo digital del terreno tierra-agua (Figura 1).

Como complemento a las labores topobatimétricas también se desarrolló una campaña geofísica, que permitió determinar el espesor de los sedimentos almacenados en los 18 embalses analizados.

Se ha comprobado que la información generada es de gran precisión y utilidad, ya que permite dar continuidad a los MDT de tierras emergidas y actualizar la topografía del territorio sumergido. De este modo, es posible conocer con precisión la capacidad real de los embalses y cuantificar el espesor de los sedimentos depositados. En el futuro se prevé llevar a cabo trabajos similares en otros embalses de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil y del resto de demarcaciones hidrográficas del territorio nacional.



Figura 1. Vista en RGB de la nube de puntos PNOA-LIDAR de segunda cobertura en la que no hay puntos en el embalse.

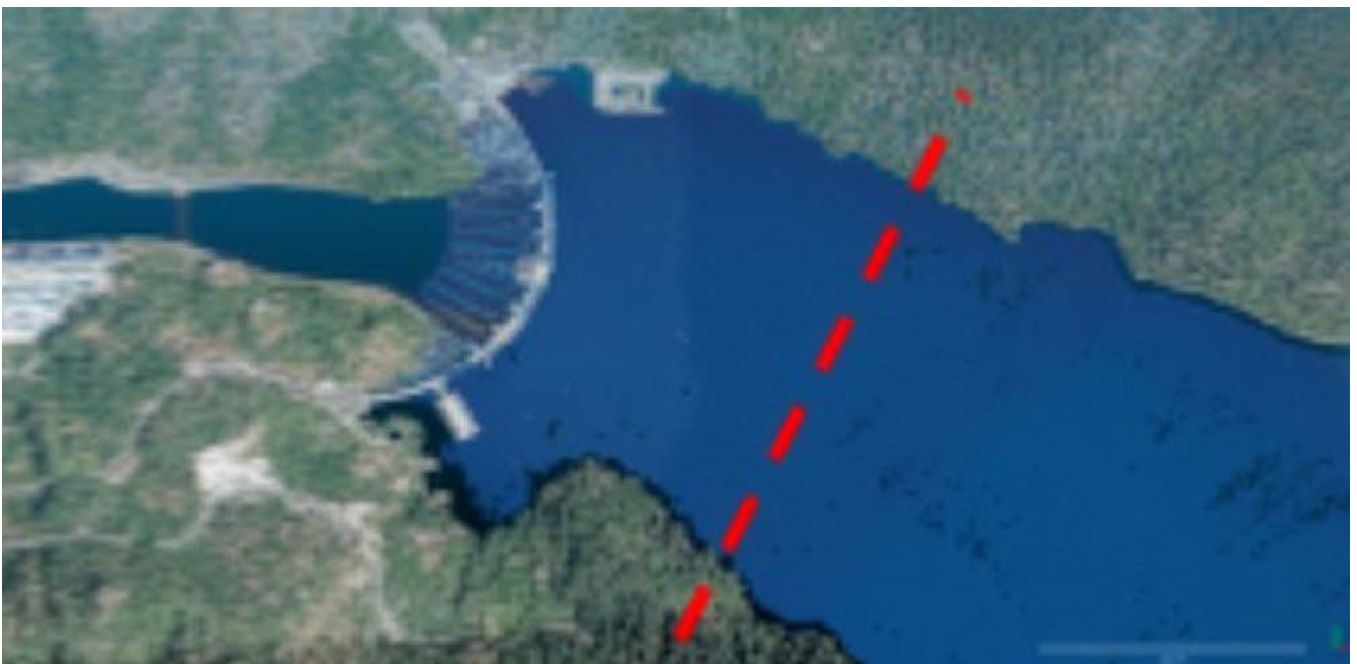


Figura 2. Superposición a la misma de la nube de puntos obtenida en la campaña topobatimétrica del embalse de San Esteban en la provincia de Ourense.

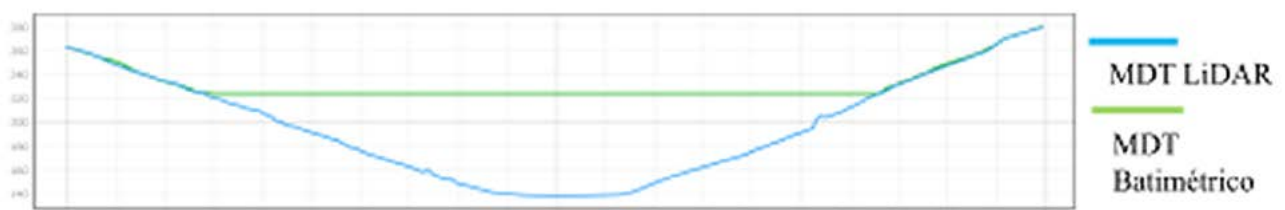


Figura 3. Perfil transversal del MTD de la segunda cobertura PNOA-LIDAR y del MTD generado con la combinación vuelo LIDAR + campaña batimétrica.

Cartografía y normalización del callejero municipal mediante el desarrollo de un SIG

Problemáticas y ejemplos de éxito en municipios asturianos

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 8-9
2026
ISSN: 1131-9100

Tomás Ramón Álvarez
Carlos Sánchez López
Adrián Sánchez López
GeoNalón, S. Coop. Astur.

El Padrón municipal de habitantes constituye el «registro administrativo donde constan los vecinos de un municipio», de acuerdo con la **Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local**. En él deben figurar, entre otros datos, «el domicilio habitual, con especificación de la referencia catastral». Si bien la competencia sobre la delimitación y denominación de entidades, núcleos de población y vías dentro del término municipal recae sobre los ayuntamientos, conforme con el **Real Decreto 1690/1986, de 11 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Población**

y Demarcación Territorial de las Entidades Locales, el Instituto Nacional de Estadística (INE), junto con la Dirección General de Cooperación Autonómica y Local, dictan **instrucciones técnicas** sobre la gestión del Padrón municipal y, por ende, de dicha división en entidades y vías y cómo numerar las viviendas.

El apartado 14 de las instrucciones técnicas explicita el deber de los consistorios de «mantener [...] la correspondiente cartografía o, en su defecto, referencia precisa de las direcciones postales [...]». Asimismo, podrá elaborarse y mantenerse una cartografía digital».



Visor del callejero municipal y numeración de viviendas

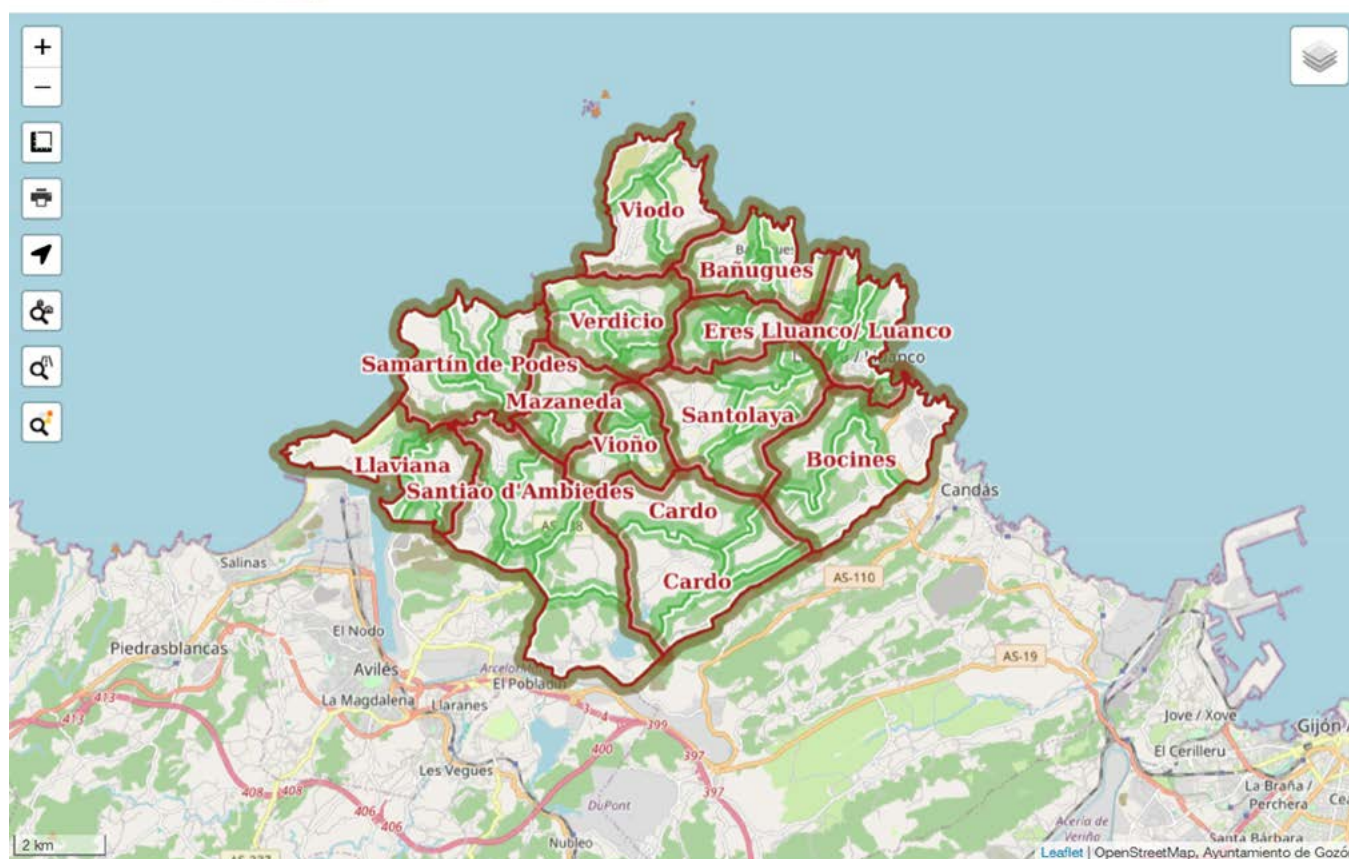


Figura 1. Aspecto del visualizador del callejero municipal de Gozón.

Aunque estas normas se han adoptado sin mayor problema en la mayor parte de los núcleos urbanos asturianos (villas y ciudades), no así en el entorno rural, donde el poblamiento es heredero directo de la organización tradicional del espacio desde la época altomedieval, tal y como señala *Sociedad y organización tradicional del espacio en Asturias* (García Fernández, 1988), que lo define como «aldea de elementos disociados» que a partir del siglo XVIII conoce un «poblamiento disperso de carácter intercalar». A esta evolución se deben sumar los procesos de industrialización y periurbanización que afectan a este territorio durante los siglos XX y XXI, dando lugar a un espacio geográfico que tiene difícil encaje en la normativa establecida por el INE. Es por ello por lo que la mayor parte del territorio asturiano fuera de los núcleos urbanos se numera como *diseminado*, dentro de *tramos sin vía* o, directamente carece de numeración, con los problemas que supone a la hora del acceso a servicios básicos (emergencias, correos e incluso contratación de teléfono, internet, etc.) para sus pobladores. A esta problemática se suma la falta de cumplimiento, por parte de muchos ayuntamientos, de la obligación de mantener una cartografía actualizada del callejero municipal.

En este contexto, los sistemas de información geográfica (SIG) permiten mantener una base de datos con componente espacial en la que recoger el callejero municipal con-

forme a las normas INE, redundando en una mejor gestión municipal y la localización inequívoca de cada domicilio.

GeoNalón ha desarrollado una metodología (Sociedad Cooperativa Asturiana) para la localización de cada habitante dentro del municipio y, posteriormente, la creación un SIG del callejero padronal de acuerdo con las normas del INE en el que se recoja la división en entidades colectivas y singulares, núcleos y diseminados, secciones y distritos censales, así como los tramos de las vías y numeración de viviendas.

La arquitectura del sistema se basa en PostgreSQL con la extensión PostGIS para extender las capacidades geoespaciales del primero. Además, se usa Geoserver como servidor de mapas y Leaflet como librería de desarrollo de los visualizadores web. Este ecosistema permite generar visualizadores cartográficos accesibles tanto para personal municipal sin formación técnica específica como para la ciudadanía, fomentando la transparencia y la consulta pública del callejero.

Una vez que contamos con datos interoperables, es sencillo comunicárselo a otras administraciones interesadas (servicios de emergencias, Catastro, etc.) así como a empresas tecnológicas del ámbito de la navegación digital, en el contexto de un mundo digital donde aparecer en aplicaciones de mapas empresariales supone estar realmente en el mapa.



Figura 2. Aspecto del visualizador del callejero municipal de Gozón sobre la entidad singular de La Granda, entidad colectiva de San Martín de Podes.

Digitalización y acceso abierto al Patrimonio Cartográfico Catastral Histórico Español

Proyecto de la Dirección General del Catastro para preservar y difundir la cartografía histórica a través de la Sede Electrónica del Catastro

Luis Julián Santos Pérez
Sara Lorite Martínez
Pablo Gómez Domínguez
Dirección General del Catastro

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 10
2026
ISSN: 1131-9100

La cartografía catastral actual está estrechamente vinculada a su evolución histórica. El Avance Catastral, el Catastro Topográfico Parcelario, las fotografías aéreas retintadas, entre otros productos, constituyeron el soporte gráfico y territorial imprescindible para la gestión catastral. Este patrimonio cartográfico catastral histórico español posee una magnitud considerable y un gran valor, por lo que resulta fundamental su conservación y puesta a disposición de la ciudadanía.

Se entiende por Cartografía Histórica toda aquella, tanto rústica como urbana, que no está vigente; por lo tanto, no se actualiza ni está disponible, de forma general, en la **Sede Electrónica del Catastro** (SEC).

La **Dirección General del Catastro** (DGC) dispone de un amplio volumen de información cartográfica, desde la primera década del siglo XX hasta la primera del siglo XXI, tanto en formato analógico como digital (escaneado).

La DGC está finalizando un ambicioso proyecto que consiste en poner a libre disposición, a través de la SEC, sus fondos de cartografía histórica catastral en formato digital. Actualmente, alrededor del 90 % de este patrimonio ya se encuentra digitalizado y disponible para su descarga gratuita en el apartado de **Difusión de Datos Catastrales** de la SEC.

Todo ello se enmarca dentro de la iniciativa INSPIRE y otras directivas europeas, que plantean retos y ofrecen oportunidades para que esta información llegue a todos los ciudadanos, especialmente a técnicos y fedatarios públicos que necesitan la cartografía catastral histórica como base para su trabajo.

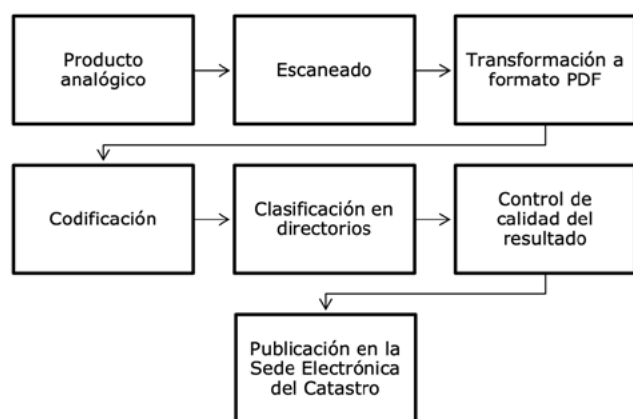


Figura 1. Esquema del procesado completo.

Una vez digitalizados los documentos cartográficos, estos se han transformado a formato PDF, codificándolos según normas que permiten unificar los criterios entre las distintas gerencias, y organizándolos en árboles de directorios tras su compresión.

Los productos cartográficos catastrales históricos disponibles para la cartografía rústica son: Avance Catastral, Catastro Topográfico Parcelario, Fotografía Aérea Retintada y Renovaciones. Para la cartografía urbana, los productos disponibles son: Implantación y Revisiones.

Es importante recalcar que esto no implica que todas las provincias dispongan de todos los productos para todos los municipios, ya que su existencia depende de diversos factores.

Por otra parte, junto con la cartografía, existe una gran cantidad de información alfanumérica asociada, también disponible para su descarga. Esta incluye datos sobre las características de las parcelas (Hojas de Características, relacionadas mediante numeración con la cartografía correspondiente) y sobre los propietarios de parcelas por municipio (Relación de Propietarios).

Los documentos se ofrecen en ficheros comprimidos en formato PDF, agrupados por municipio y tipo de producto. Para acceder a la descarga de los mismos solo se exige un medio de autenticación electrónica (certificado digital o Cl@ve) y aceptar una licencia de uso. En el **documento de especificación** de este formato puede consultarse más información acerca de este producto.

Aunque la mayor parte de la cartografía catastral histórica ya se encuentra disponible para su descarga en formato digital, el personal del Catastro continúa trabajando en la digitalización de aquellos productos que aún no lo están.

Asimismo, una vez finalizada esta primera fase, se estudiará la posibilidad de georreferenciar, cuando sea viable, algunos de estos productos, con el objetivo de facilitar su uso, especialmente por parte de técnicos que los emplean en su labor profesional.

De esta forma, la DGC refuerza su firme compromiso con el mantenimiento y la conservación de la documentación histórica catastral, y al mismo tiempo incrementa la cantidad de información catastral disponible de forma libre y gratuita a través de la SEC.

Visualizador Urbanístico del Geoportal

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 11-12
2026
ISSN: 1131-9100

Jose Maria Boyano Sánchez
Juan Jesús Cerezo Arilo
Susana Granado González
Ayuntamiento de Madrid

El **Visualizador Urbanístico del Geoportal del Ayuntamiento de Madrid** cumplirá en diciembre de este año cuatro años desde su **presentación oficial a Colegios Profesionales, Notarios y Registradores**. Presentación, que fue retransmitida a través del canal de YouTube del Geoportal por el anterior Área de Gobierno de Desarrollo Urbano (en la actualidad, A.G. de Urbanismo, Medio Ambiente y Movilidad).

Durante este tiempo, el Visualizador Urbanístico del Geoportal se ha consolidado no solo a nivel local, ya que cuenta en la actualidad con más de 5.000 usuarios y más de 15.000 consultas semanales; siendo actualmente la aplicación de referencia en la consulta de datos, información y documentación urbanística de la ciudad de Madrid, para empresas, administraciones y ciudadanía en general.

Antecedentes

De la necesidad de una migración informática surge la oportunidad de generar un nuevo proyecto: un nuevo visualizador urbanístico que sustituya al anterior y que cambie, para siempre, la forma de consultar, obtener y

reutilizar los datos, tanto urbanísticos como relacionados. Un visualizador que tenía entre sus objetivos la integración de otras aplicaciones, la funcionalidad para webs municipales y la incorporación de otros conjuntos de datos relacionados con la información urbanística.

Inmersos en los preparativos iniciales del proyecto, irrumpe la crisis sanitaria y el 14 de marzo se declara el estado de alarma. En pleno inicio de la pandemia del COVID-19 arranca el confinamiento y coincidiendo en el tiempo, por vez primera en el Área de Gobierno de Desarrollo Urbano (actual Área de Gobierno de Urbanismo, Medio Ambiente y Movilidad), se genera un grupo de trabajo multidisciplinar interáreas, con los distritos y en el que juega un papel fundamental por el aspecto tecnológico el organismo autónomo de Informática del Ayuntamiento de Madrid (IAM).

Un grupo de trabajo conformado por personal técnico-jurídico municipal, con demostrada experiencia en el campo de urbanismo, que, en la actualidad, continúa trabajando en el proyecto, aportando, contribuyendo e innovando, no solamente en la actualización de la aplicación y funcionalidades, sino también mejorando, desde el

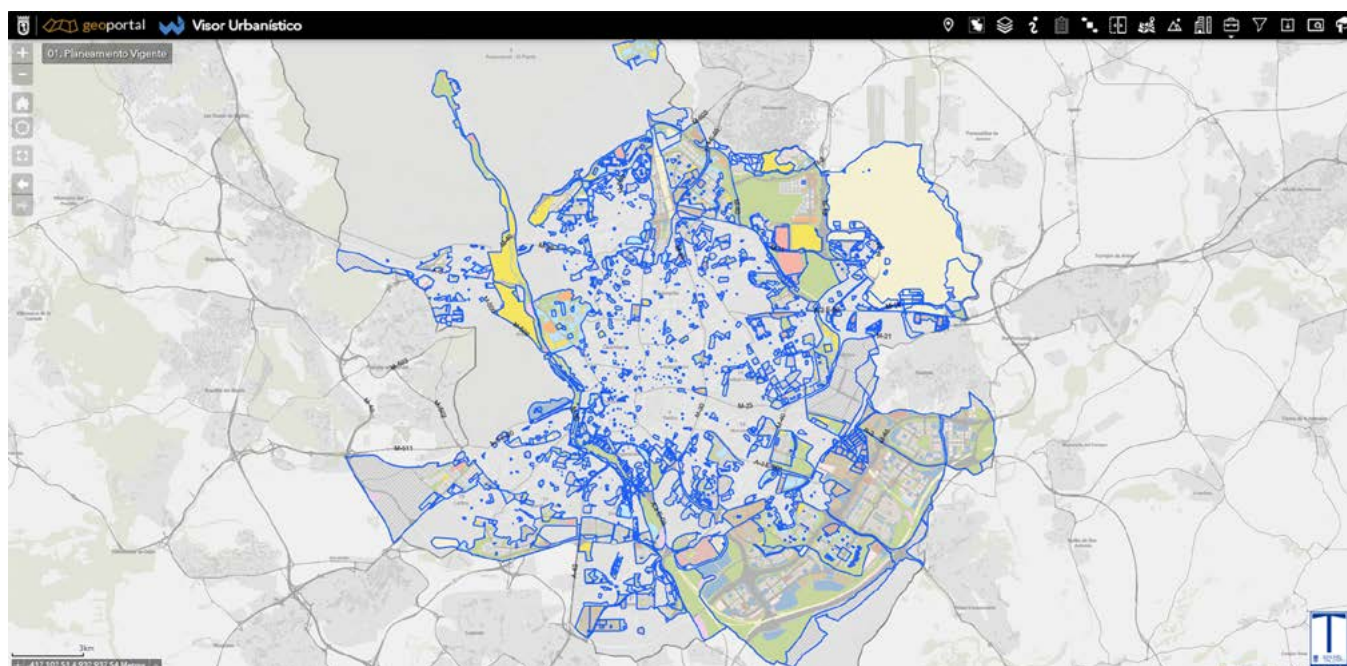


Figura 1. Visualizador Urbanístico del Geoportal del Ayuntamiento de Madrid.



Figura 2. Informe semanal de uso del Visualizador Urbanístico del Geoportal.

punto de vista de la información y los datos urbanísticos, los contenidos incluidos en este visualizador.

Grupo multidisciplinar concebido desde su nacimiento, con la idea clara de crear un grupo diverso, heterogéneo, altamente profesional, con sensibilidades diferentes y percepciones de la información urbanística distintas, procedentes de los diversos servicios partícipes en las diferentes fases del proceso urbanístico, desde la fase inicial del planeamiento, la gestión urbanística, la ejecución de la ordenación, el otorgamiento de licencias, la disciplina urbanística y la información a la ciudadanía, que ha configurado a este Visualizador Urbanístico del Geoportal el carácter que lo define: versatilidad.

Evolución

La Dirección General de Planificación Estratégica tiene entre sus competencias, según Acuerdo de la Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid de 29 de junio de 2023 de organización y competencias del Área de Gobierno de Urbanismo, Medio Ambiente y Movilidad, «10º.1.7.b) Difundir, actualizar e integrar en una única plataforma digital "Visualizador Urbanístico" los elementos urbanísticos de información, planeamiento, gestión y ejecución».

En cumplimiento de dicha competencia, la Subdirección General de Innovación e Información Urbana desarrolla la tecnología geoespacial aplicada al análisis urbano y ambiental de la ciudad a través del Geoportal del Ayuntamiento de Madrid. Coordina y dirige los trabajos de actualización e innovación de nuevas tecnologías en la plataforma del Visualizador Urbanístico del Geoportal, para una correcta integración de la información urbanística territorial, así como de sus elementos urbanísticos de planeamiento, gestión y ejecución, base del

concepto de geoinformación municipal, en la que el resto de los servicios municipales (Áreas y Distritos) tienen competencia en la materia, básica para su gestión.

Un ejemplo de innovación aplicado a la obtención de información urbanística es el **Prototipo Cibeles+ para acceder a la Información Urbanística**, el cual permite el acceso a este tipo de información en un punto cualquiera del territorio municipal, sin más que invocar a un altavoz inteligente mediante la voz, accediendo, a partir de los parámetros básicos ya obtenidos, a las disposiciones normativas asociadas a dichos parámetros.

El resultado obtenido sobre un texto normativo redactado hace más de veinticinco años (Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997) nos ha permitido poner de manifiesto que, por un lado, es posible contar con una herramienta universal de acceso a la normativa sin programar reglas o contemplar casuísticas específicas, y por otro, que, si se quieren implantar este tipo de servicios, las normativas técnicas deben tener una redacción técnica también, huyendo de los formalismos propios de este tipo de textos. Todo ello, tomando como base de extracción de los datos de la plataforma Visualizador Urbanístico del Geoportal del Ayuntamiento de Madrid.

Descripción Técnica

El Visualizador Urbanístico del Geoportal es una aplicación web desarrollada cuyo diseño facilita la consulta, visualización y análisis de la información urbanística vigente en el municipio, integrando datos espaciales y normativos en una interfaz accesible y moderna.

El visualizador se apoya en la infraestructura del Geoportal municipal, utilizando tecnologías SIG (Sistemas de Información Geográfica) basadas en estándares OGC (Open Geospatial Consortium), como WMS y WFS, para la interoperabilidad de datos.

Compatible con dispositivos móviles y navegadores modernos, permite el acceso en movilidad y cumple con criterios de accesibilidad web.

La interfaz permite búsquedas ágiles: localización por diferentes vías; consulta de la normativa urbanística; consulta y navegación intuitiva por capas temáticas; el intercambio entre los dos visualizadores que conforman esta aplicación (visualizador PGOUM97 y visualizador de planeamiento vigente); la integración de otras aplicaciones, como Google Maps o el Gemelo Digital; un abanico de herramientas al servicio del cliente y un acceso al canal de ayuda del visualizador urbanístico del Geoportal.

La aplicación está en constante actualización a través de los despliegues que la desarrollan, los últimos cambios normativos que se implementan y los despliegues cartográficos, gracias a un equipo multidisciplinar que trabaja en su mantenimiento y evolución.

La **Red de Transporte de Alta Definición (RTAD)** es el proyecto de evolución de la Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (**IGR-RT**), cuyo objetivo principal es la generación automatizada de datos geoespaciales de alta resolución de la red viaria. Para ello, se emplean algoritmos de Inteligencia Artificial aplicados sobre imágenes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), imágenes satelitales y nubes de puntos LiDAR (PNOA-LiDAR).

Durante los años 2023 y 2024 se completó la primera fase del proyecto, centrada en el desarrollo de modelos avanzados de Deep Learning para la detección automática de elementos clave de la red viaria, tales como marcas longitudinales, señales puntuales, rotondas y puentes. Asimismo, se implementaron procesos orientados a optimizar los resultados obtenidos e inferir información con un mayor nivel de detalle.

Actualmente, se está ejecutando la segunda fase del proyecto, cuyo propósito es doble: por un lado, aplicar la metodología desarrollada en los flujos de trabajo existentes dentro del proceso de producción de datos; por otro, migrar, integrar y consolidar la información generada al conjunto de datos de la IGR-RT. Esta etapa presta especial atención a la preservación de la integridad y riqueza de los datos, garantizando la conectividad de la red viaria, la precisión temática y la coherencia entre los distintos componentes del sistema.



Figura 1. Resultado de la detección automática de marcas longitudinales. Proyecto RTAD.

Dado que la Inteligencia Artificial es una disciplina en constante evolución, el enfoque adoptado en el proyecto se basa en la mejora continua. En este sentido, los modelos y desarrollos realizados no se consideran definitivos, sino sujetos a una evolución y optimización permanentes. Esta estrategia permite asegurar que las soluciones implementadas se mantengan alineadas con las necesidades cambiantes de los usuarios finales, así como con las tendencias tecnológicas emergentes en el ámbito de la gestión y el análisis de datos geoespaciales.

Avances correspondientes a la segunda fase del proyecto y líneas de trabajo desarrolladas en esta etapa:

- Mejora y optimización del proceso de inferencia del sentido de circulación. Esta línea de trabajo se centra en perfeccionar el modelo de regresión del acimut de flechas viales, con el fin de ampliar su compatibilidad a todos los tipos de flechas presentes en la red. Asimismo, se incorpora el análisis de otras señales horizontales, como las marcas de detención y las inscripciones de «ceda el paso», con el objetivo de reforzar la capacidad de inferencia del sentido de circulación, especialmente en entornos urbanos.
- Extracción de superficies de calzada. Se está desarrollando un nuevo modelo de segmentación semántica orientado a la extracción precisa de la superficie de la calzada, incluidos los arcenes, con el objetivo de generar representaciones tridimensionales de dichas superficies.
- Utilización de modelos de terceros. Esta línea contempla el análisis de la viabilidad y aplicabilidad de modelos previamente desarrollados y publicados por terceros. Se trabaja en la adaptación del entorno de trabajo para facilitar su integración en el flujo de producción existente.
- Expansión del conjunto de datos. Se está incorporando información proveniente de sensores adicionales, como datos LiDAR e imágenes satelitales, en los modelos ya desarrollados. Esta ampliación permitirá mejorar tanto la precisión como la resolución de los resultados obtenidos.

Asistentes de Inteligencia Artificial en las geotecnologías

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 14-15
2026
ISSN: 1131-9100

Jose Jiménez Viciano
Catalina Escudero Muñoz
Esri España

La inteligencia artificial (IA) ha aterrizado en nuestras vidas en todos los niveles y ámbitos, y, cómo no, también se está instaurando en las geotecnologías.

Dentro del amplio mundo de la inteligencia artificial se incluye el subconjunto de IA generativa (como ChatGPT), así como los LLM (*Large Language Models*), grandes modelos de lenguaje que se entrenan con volúmenes masivos de datos, como millones de gigabytes de texto de Internet, para comprender y generar lenguaje natural.

Gracias al procesamiento del lenguaje natural (PLN), la IA permite a los ordenadores comprender y procesar el lenguaje humano, facilitando las respuestas para poder resolver diferentes problemas.

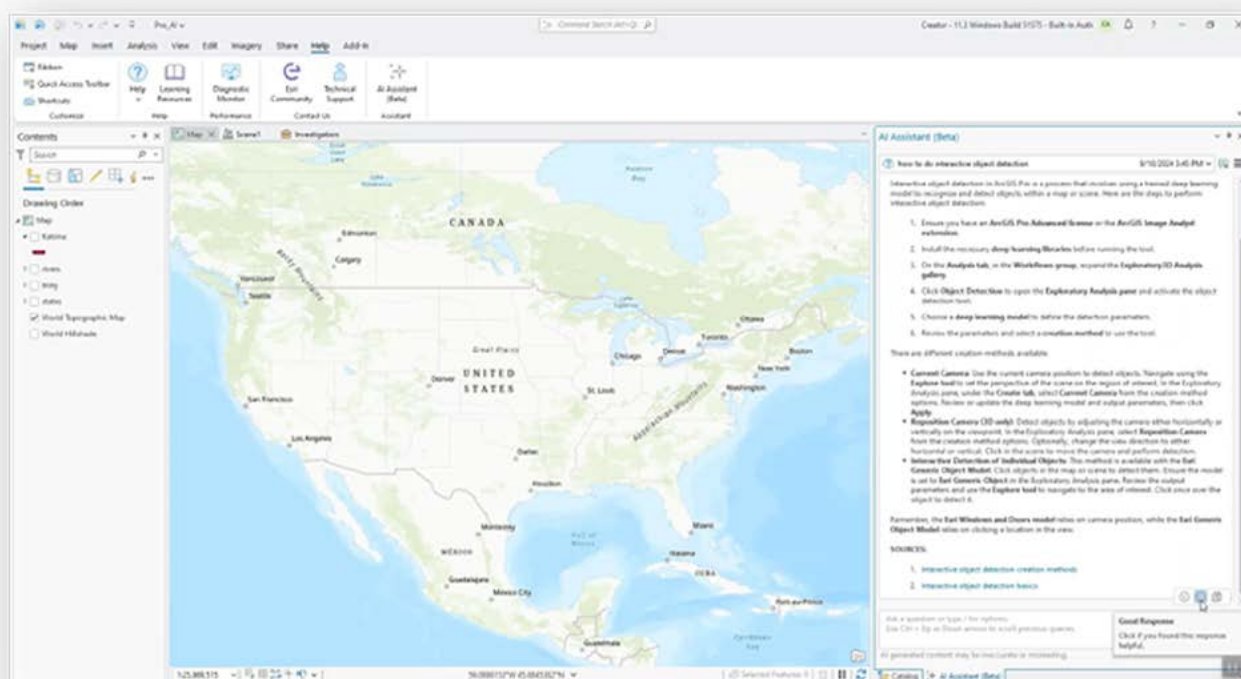
Dentro del mundo de las geotecnologías, también se están incorporando estos modelos en forma de asis-

tentes para que diferentes usuarios puedan preguntar y obtener respuestas a problemas y necesidades en el ámbito geoespacial.

En concreto, desde la empresa ESRI se está trabajando en la creación de diferentes asistentes y agentes de IA, tanto para nuevos usuarios, ayudándoles a empezar a interactuar con la información geoespacial, eliminando así la barrera de entrada, como para los usuarios más expertos, permitiendo simplificar flujos de trabajo SIG más avanzados.

Dentro de ArcGIS, el administrador de la organización es el encargado de activar estas capacidades y ponerlas así a disposición de los usuarios para su utilización dentro de las aplicaciones cotidianas.

Actualmente, en algunas aplicaciones de ArcGIS ya se dispone de asistentes y agentes de IA, tanto en completo



funcionamiento, como en funcionalidad beta. Entre ellas, cabe destacar los asistentes para:

- ArcGIS Pro, herramienta SIG de escritorio. Con capacidad de ayuda en la búsqueda de documentación, acceso a las herramientas de geoproceso, generación de expresiones y capacidad de crear funciones personalizadas.
- ArcGIS Survey123, aplicación web y móvil para captura de datos mediante formularios inteligentes. Con capacidad de sugerir y crear encuestas mediante lenguaje natural, traducción a diferentes idiomas e interpretación de imágenes para la extracción automática de información.
- ArcGIS Hub, aplicación web para difusión y consulta de datos abiertos, ayudando en la búsqueda y consulta de los mismos de una forma sencilla.
- ArcGIS Map Viewer, aplicación para el diseño y configuración de mapas web, facilitando la creación y simbolización de capas de información, sin necesidad de conocer todas las herramientas disponibles.

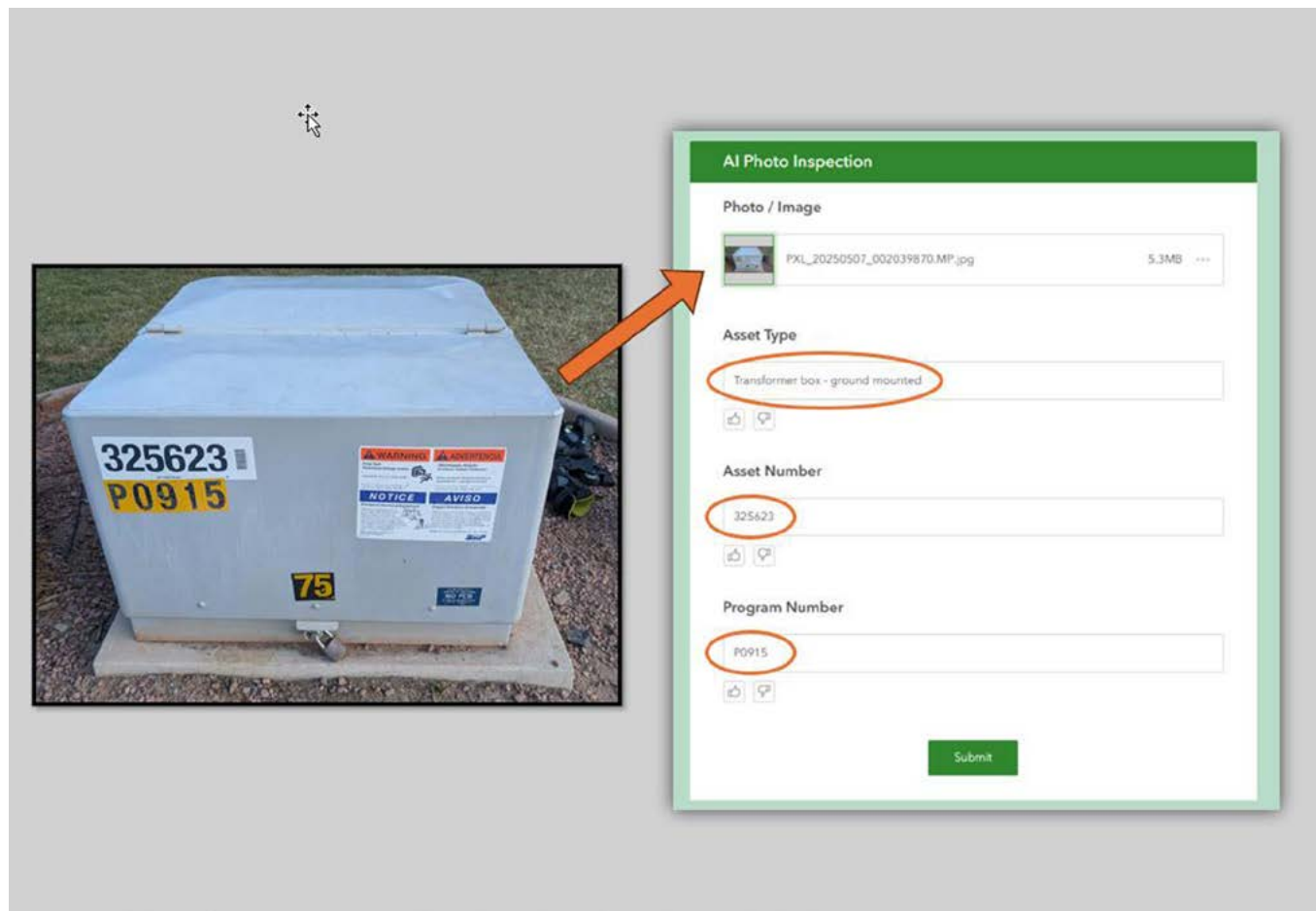
Además, es un sistema abierto a la incorporación e integración de modelos de IA generativa para diferentes casuísticas dentro de las aplicaciones creadas con ArcGIS, ya sea en forma de un nuevo *widget* o de una nueva aplicación

completa creada con el amplio abanico de herramientas y el marco de desarrollo proporcionado.

Una de las principales preocupaciones con la IA es la protección de los datos privados. Los modelos de IA se nutren principalmente de los datos proporcionados para poder seguir reentrenándose y mejorar los resultados. Este modelo es muy potente, pero a la vez preocupante porque puede llegar a incumplir con las directrices de privacidad y protección de datos.

Es por ello por lo que, desde Esri se hace mucho hincapié en el desarrollo y la implementación de la **IA de confianza en la tecnología ArcGIS**, centrada en la seguridad, la privacidad, la transparencia, la equidad, la fiabilidad y la responsabilidad. Esto refleja los valores y el compromiso de Esri con la innovación responsable.

En resumen, los asistentes y agentes de IA en ArcGIS tienen el objetivo de acelerar la toma de decisiones y mejorar la productividad en todos los niveles de usuario a través de interacciones de lenguaje natural. Se trata de una tecnología que ha llegado para quedarse y transformar nuestro mundo, así que lo mejor es adaptarse, integrarse y aprovechar su potencial para nuestro trabajo, siempre de una forma segura y confiable.



Combinación de la GeolA y productos fotogramétricos para la generación de cartografía

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 16-17
2026
ISSN: 1131-9100

Catalina Escudero Muñoz
Jose Jiménez Viciano
Esri España

La gran disponibilidad de imágenes capturadas por múltiples sensores permite que hoy en día estos datos de entrada sean un activo indispensable para múltiples organizaciones. Esto es sin duda una oportunidad, pero a la vez un desafío por el gran volumen de datos. El uso de Inteligencia Artificial en combinación con SIG, más conocido como GeoInteligencia Artificial o GeolA, permite hoy en día extraer información de las imágenes de una forma automática y escalable, y transformarla en información útil para diversas aplicaciones, como la planificación urbana, la monitorización ambiental, la detección de cambios de uso de suelo, etc.

La calidad de los datos de entrada para estos flujos de trabajo es de gran importancia, por lo que la generación de contenido base preciso y detallado determinará la precisión de los resultados extraídos con GeolA. El *Reality Mapping* es el uso de técnicas avanzadas para la creación de productos de alta precisión derivados de imágenes, nubes de puntos LIDAR o ambos. A través de técnicas avanzadas, es posible generar «Ortofotos Verdaderas», Modelos Digitales de Superficie (MDS), Nubes de Puntos y Mallas 3D.

La relevancia de generar productos de alta precisión determina en muchos casos la calidad de los resultados obtenidos en los análisis posteriores. Una buena práctica es la creación y uso de «Ortofotos Verdaderas» para realizar este tipo de análisis. La «Ortofoto Verdadera» es un producto geométricamente preciso sin oclusiones y abatimientos, aspecto fundamental a la hora de generar cartografía y capturar elementos como huellas de edificios, copas de árboles, aceras, etc.

En muchos casos, el abatimiento y la oclusión pueden significar un inconveniente a la hora de realizar una comparación en el tiempo y detectar cambios, sin depender



de la dirección en la cual se haya capturado la imagen.

Contando con los datos de entrada óptimos, la GeolA puede permitir a las organizaciones generar cartografía de una forma escalable y reducir los tiempos de trabajo manual.

Dentro de la Inteligencia Artificial, los modelos de *Deep Learning* permiten trabajar con múltiples tipologías de datos de entrada y realizar diferentes tareas, como la clasificación de píxeles, detección de objetos, detección de cambios, etc. La integración de modelos preentrenados en el *Living Atlas* de Esri permite que diferentes perfiles de usuarios, independientemente de su nivel de experiencia o infraestructuras disponibles, puedan emplear hoy en día estas técnicas avanzadas y escalar sus flujos de trabajo.

ArcGIS permite cubrir el flujo de trabajo completo, ya sea utilizando modelos ya existentes, y disponibles dentro de ArcGIS, o entrenando estos modelos para ajustarse a las necesidades concretas.

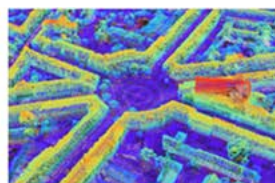
En resumen, la combinación del uso de GeolA, datos de entrada de calidad, como la «Ortofoto Verdadera», y análisis SIG, permite a los organismos productores de cartografía automatizar sus flujos de trabajo y reducir las tareas manuales, obteniendo un gran beneficio de productividad y eficiencia.



Modelo Digital de Superficie



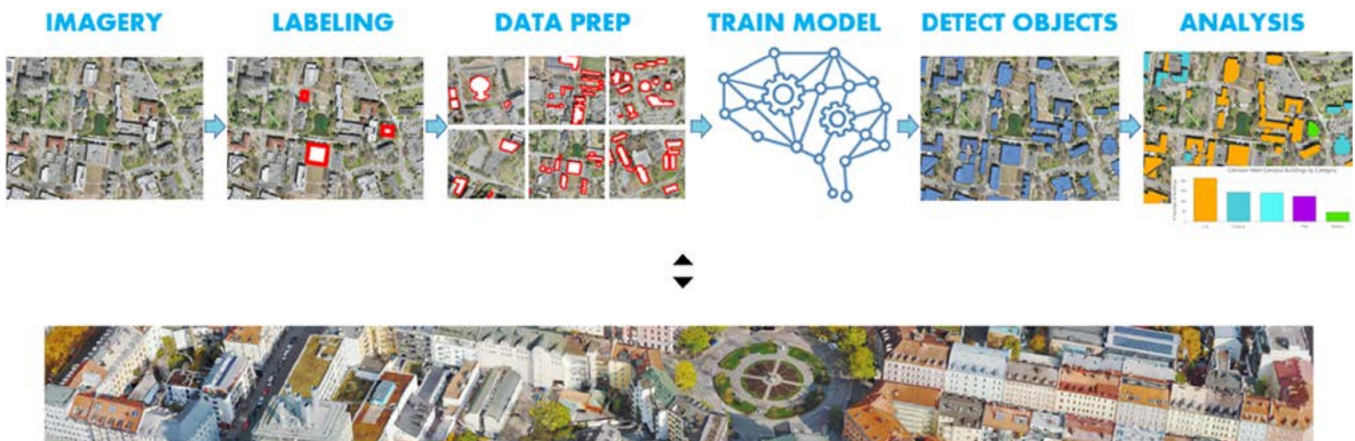
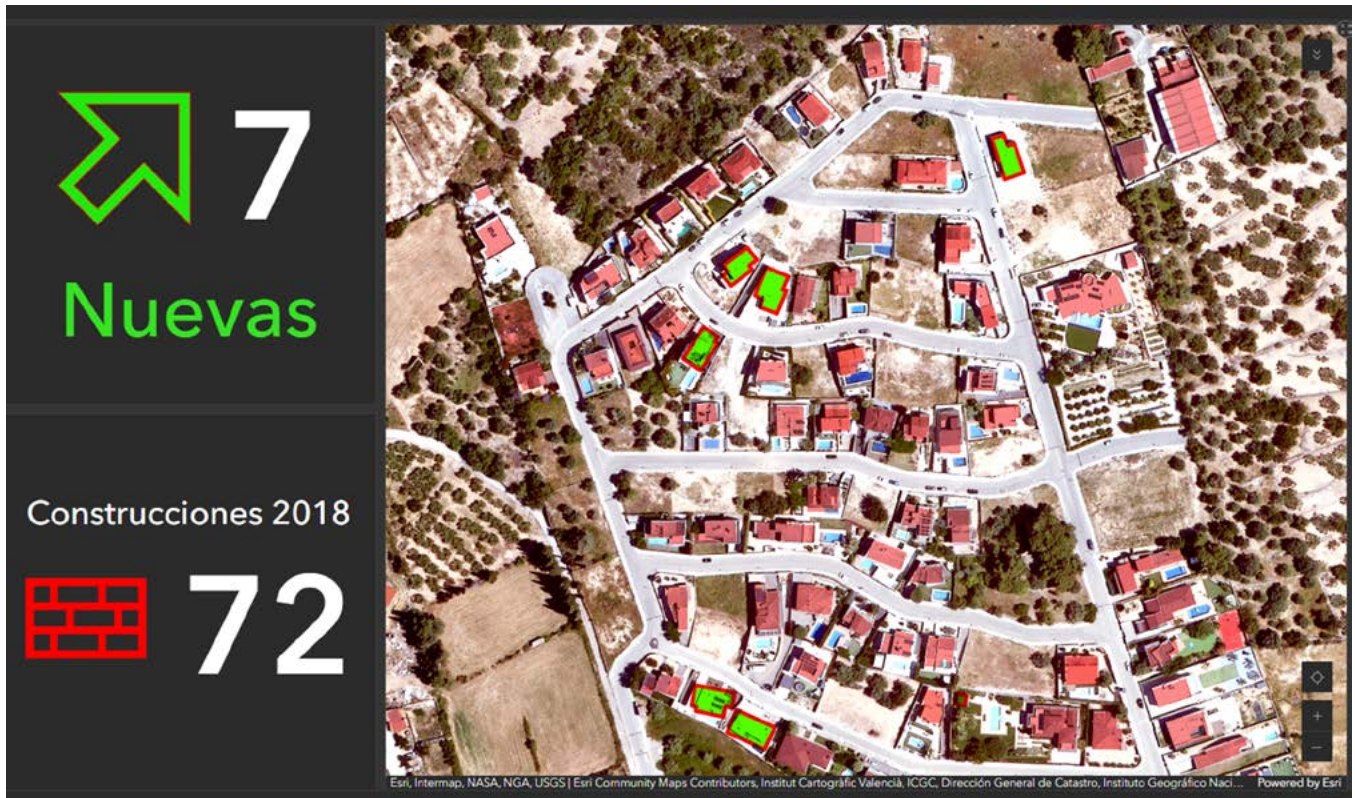
Ortofoto Verdadera



Nube de puntos



Malla 3D



La IDE como base para visualizaciones web avanzadas

Del dato interoperable al análisis interactivo

Elena Canga
Covadonga Prendes Perez
Centro Tecnológico y Forestal de la
Madera (CETEMAS)

Miguel García Coya
Martí Pericay Prat
Geomatico S. Coop. Galega

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 18-19
2026
ISSN: 1131-9100

La función y la enorme utilidad de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), los geoportales y los estándares promovidos por el OGC (Open Geospatial Consortium) están fuera de toda duda. Durante los últimos 30 años, organizaciones públicas y privadas han dedicado importantes esfuerzos a publicar sus datos geográficos de forma estandarizada, cumpliendo con los objetivos de interoperabilidad definidos por iniciativas como INSPIRE. Esta construcción colectiva ha sido clave para garantizar un acceso abierto y reutilizable a la información geoespacial sin introducir sesgos que favorezcan a unos actores frente a otros, sentando una base sólida y democrática para el ecosistema geoespacial.

Sin embargo, la necesidad de la industria y de los usuarios de contar con experiencias de visualización y análisis ricos, ágiles y expresivos ha impulsado el desa-

rollo de soluciones que, en ocasiones, se sitúan más allá de los estándares. Desde los primeros KML popularizados por Google hasta las actuales teselas vectoriales de Mapbox o los COG (Cloud Optimized GeoTIFF), han ido apareciendo formatos y herramientas diseñadas para ofrecer mayor eficiencia, personalización y capacidad de análisis.

Los geoportales basados en servicios WMS (Web Map Service) y WFS (Web Feature Service) permiten servir grandes volúmenes de datos con notable eficiencia, pero que adolecen de limitaciones importantes en cuanto a usabilidad e impacto. La visualización suele ser muy estática y no permite una interacción muy ambiciosa con los datos. Hoy en día, los usuarios esperan algo más: dinamismo, cambio de simbolización en tiempo real, filtros rápidos, representaciones 3D o

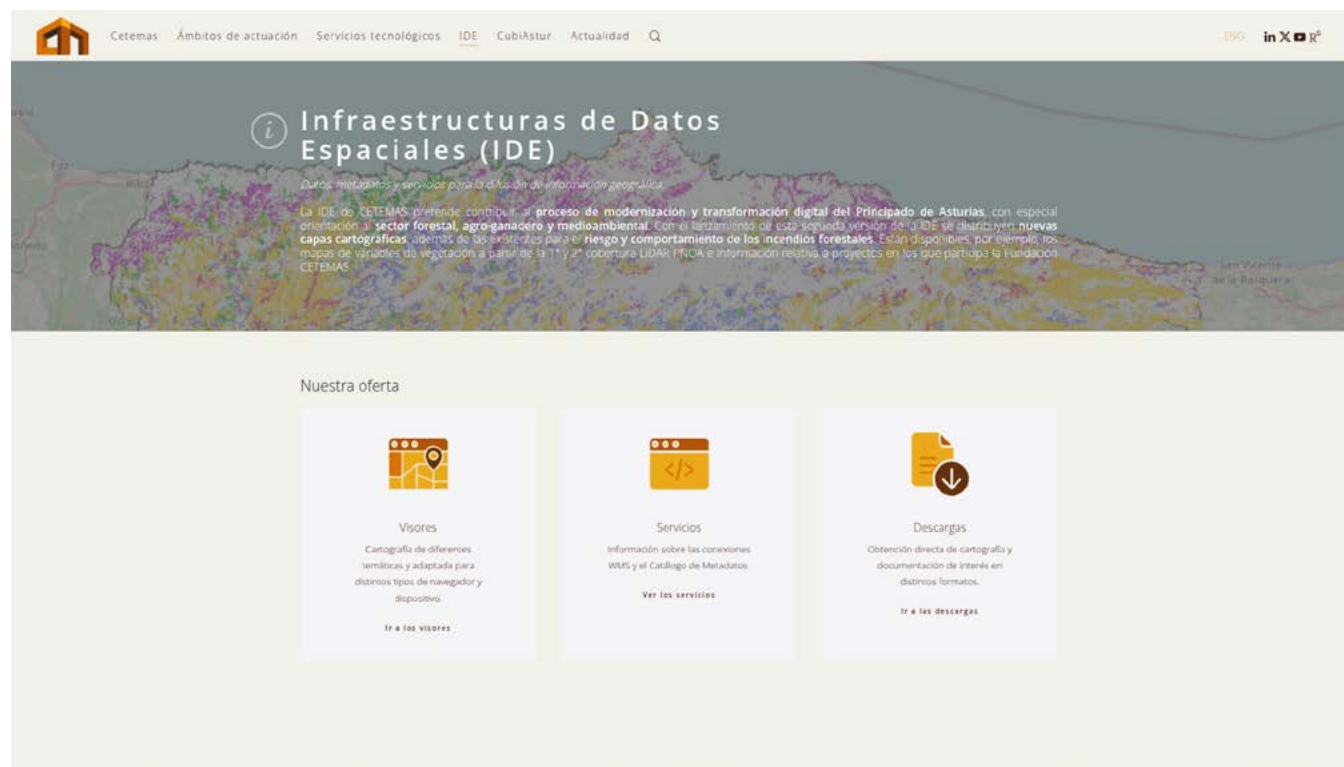


Figura 1. *Porta de la IDE de CETEMAS*

estadísticas enlazadas que respondan a selecciones espaciales, temporales o alfanuméricas.

Todo esto es posible gracias a un cambio de paradigma basado en la renderización en cliente —a menudo acelerada por GPU (Graphics Processing Unit o Unidad de Procesamiento Gráfico)—, que libera al servidor de tareas pesadas y permite una experiencia de usuario mucho más fluida. Formatos como las teselas vectoriales o el COG, al optimizar el tamaño y estructura de los datos, han sido claves en esta evolución.

Pero ¿es posible combinar lo mejor de ambos mundos? ¿Pueden las organizaciones que gestionan nodos IDE resolver casos de uso más específicos, manteniendo una base sólida, interoperable y sostenible, mientras alimentan visualizadores modernos, dinámicos e impactantes? ¿Estamos preparados para que una IDE no sea solo un repositorio, sino también un motor para la creación de valor añadido?

Un ejemplo es el caso de la Fundación CETEMAS (Centro Tecnológico de la Madera de Asturias), que publica y gestiona sus datos cartográficos mediante una IDE desarrollada íntegramente con *software* libre —con PostgreSQL/PostGIS y GeoServer como núcleo— y que mantiene y crea mapas de forma autónoma a través de un geoportal basado en MapStore.

Además, está sirviendo como plataforma para el desarrollo de herramientas específicas, diseñadas para dar respuesta a necesidades concretas a través de visualizadores ligeros y flexibles.

Estos visualizadores, contruidos con tecnologías recientes de visualización web, no solo mejoran la estética y usabilidad, sino que permiten una explotación más rica de los datos. Gracias al apoyo de extensiones desarrolladas dentro de comunidades de *software* libre, es posible consumir los servicios de la IDE de una manera mucho más adaptada a los requerimientos actuales. Esto facilita la transición desde una simple publicación de datos conforme a estándares hacia un análisis personalizado, potente y orientado al usuario final.

Este sistema no solo cumple con los requisitos de interoperabilidad y sostenibilidad, sino que también introduce elementos de innovación tecnológica relevantes:

- **Integración directa de teselas vectoriales en los diferentes visualizadores**, generadas a través de extensiones de código libre mantenidas por la comunidad, lo que permite renderización en cliente con alto rendimiento.
- **Alimentación de visualizadores con COGs y datos ráster ligeros**, que permiten consultas interactivas y descargas optimizadas.
- **Despliegue continuo con Docker y CI/CD**, facilitando actualizaciones ágiles y colaborativas.

Este caso demuestra que es posible construir puentes entre la interoperabilidad de los estándares y la innovación tecnológica, abriendo nuevas posibilidades para el futuro de las IDE y su papel en la generación de valor público y científico.

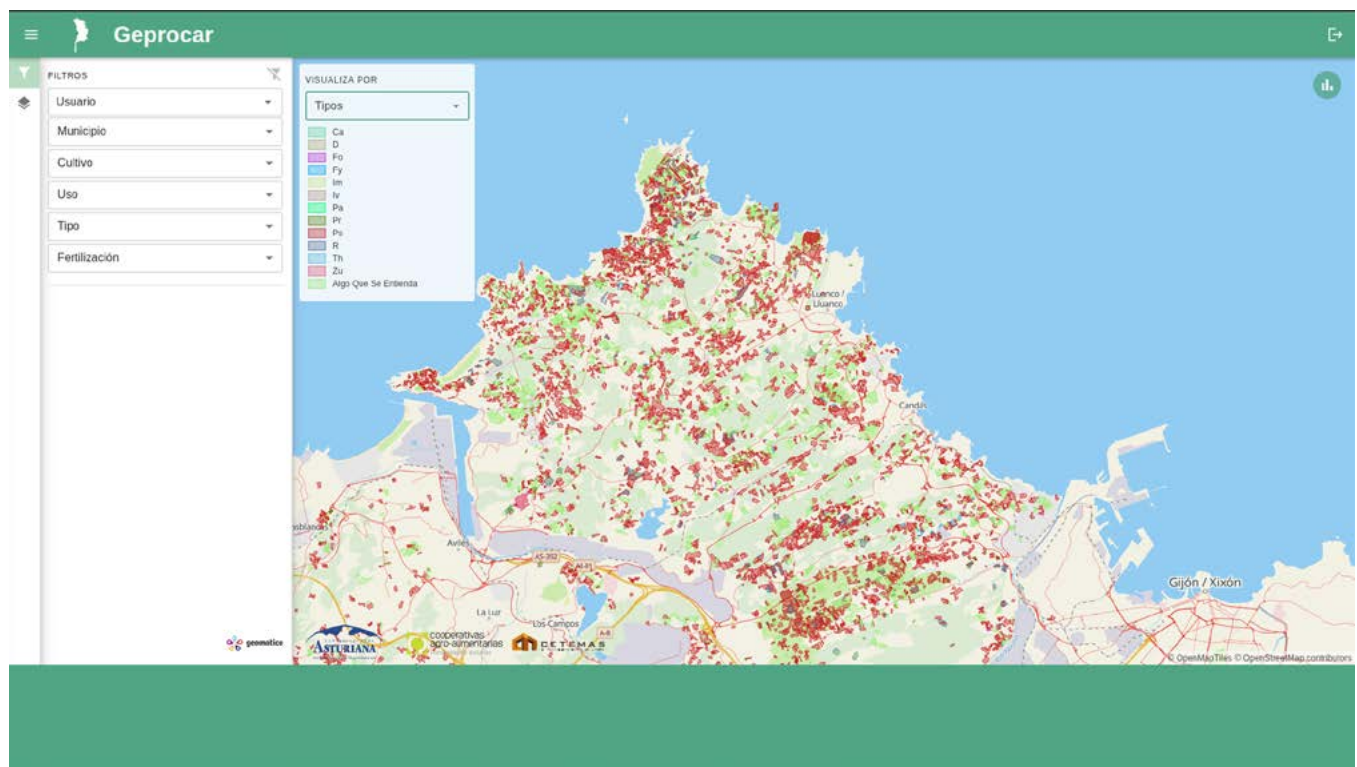


Figura 2. Ejemplo de *visualizador explotando servicios IDE*: <https://clas.geomatico.es/>

Aplicación de la norma UNE 0080:2023 Evaluación del Gobierno, Gestión y Gestión de la Calidad del Dato sobre el conjunto de datos IGR-Redes de Transportes

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 20
2026
ISSN: 1131-9100

Alicia González Jiménez
Cristina Calvo Guinea
Jesús González Roldán
Gonzalo Moreno Vergara
Instituto Geográfico Nacional

La norma **UNE 0080** es una guía para facilitar la evaluación de los procesos definidos en las normas **UNE 0077** Gobierno del Dato, **UNE 0078** Gestión del Dato y **UNE 0079** Gestión de la Calidad del Dato y obtener al final del análisis un indicador del grado de madurez que la organización tiene sobre el objeto de negocio analizado.

A propuesta y en coordinación con la Dirección General del Dato (D.G. Dato, Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública), con especial interés en la puesta en práctica de dicha guía sobre un conjunto de datos real, desde el Instituto Geográfico Nacional se ha realizado el ejercicio de implementarla sobre un objeto de negocio concreto y con un alcance acotado: los procesos implicados en la actualización del subconjunto de datos de la red viaria de la **Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT)** en el escenario de trabajo interno.

La IGR-RT es un conjunto de datos geoespaciales de infraestructuras del transporte compuesto por los modos de red viaria, por raíl, aéreo, marítimo y cable, y sus conexiones intermodales. Este conjunto de datos es generado en el marco de cooperación del **Sistema Cartográfico Nacional** e impulsado y promovido por el **Instituto Geográfico Nacional (IGN)**, quien garantiza la completitud de la producción en todo el territorio nacional.

El proyecto se ha estructurado en tres fases principales:

1. Evaluación inicial con base en las evidencias que posibilitan medir el grado de capacidad de desarrollo de los procesos que contempla cada una de las tres normas.
2. Implementación de propuestas de líneas de mejora según las conclusiones del diagnóstico de la fase previa, durante un periodo de cuatro meses.
3. Evaluación final para verificar el grado de madurez de la organización en el proceso de negocio concreto indicado anteriormente.

El ejercicio ha sido realmente interesante para el IGN, pues le ha facilitado el acercamiento práctico a esta serie de normas que, si bien su contenido aborda conceptos sumamente cercanos y familiares, casi intrínsecos, al ámbito de los datos geográficos (gestión de datos, metadatos, interoperabilidad, calidad, etc.), lo realiza desde una perspectiva de estrategia y gobierno de dato basada en capacidades de procesos, a la que quizás no estamos tan acostumbrados.

Por su parte, la D.G. Dato ha podido extraer una serie de conclusiones de este conjunto de normas, verificando la gran utilidad de la guía en el proceso de acercamiento a las normas UNE 0077, 78 y 79, e identificando aspectos de mejora a adoptar en siguientes versiones, en el marco de trabajo de mejora continua.

Las siguientes líneas de acción contemplan el asentamiento y la difusión interna del trabajo realizado, y el planteamiento de extender el alcance de este ejercicio a otros objetos de negocio, con el fin último de obtener la retroalimentación correspondiente y mejorar las evidencias generadas en materia de estrategia y gobierno de dato, al contemplar una cobertura mayor de productos.

Además, como cierre al trabajo realizado y con el planteamiento de la motivación que puede suponer para el acercamiento a estas normas por parte de otros proyectos, también se está evaluando la posibilidad de realizar el ejercicio de certificación en la implementación de estas normas.

Más información sobre IGR-RT, véase [aquí](#).



Figura 1. Esquema el marco normativo UNE implicadas en el proyecto.

Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica

Observación del
Territorio

Tecnologías de la
Información

Geofísica

Geodesia

Cartografía

www.ign.es



@ignspain



DESCARGA NUESTROS PRODUCTOS

consulta@cniq.es

General Ibáñez de Ibero 3. Madrid, 28003
91 597 95 14 - consulta@cniq.es - www.ign.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



Hacia una interoperabilidad «APIficada»

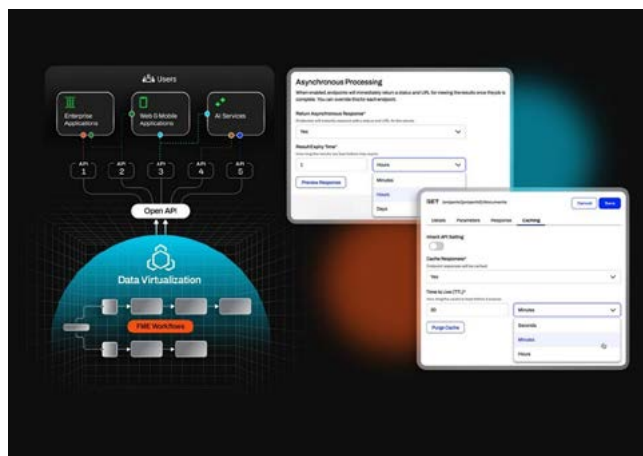
REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 22
2026
ISSN: 1131-9100

Publicación de servicios OGC API Features y Processes con tecnologías de virtualización de datos

Yansa Tejada Mengibar
Francisco Girón Gesteira
con terra

En el contexto de la evolución tecnológica de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), el desarrollo de servicios web conformes a los estándares de la *Open Geospatial Consortium* (OGC) representa un eje fundamental para garantizar la interoperabilidad de los datos geospaciales. En particular, los nuevos estándares **OGC API** —centrados en arquitecturas *RESTful* y en el uso de *OpenAPI* para su descripción— ofrecen una alternativa moderna y escalable a los servicios tradicionales basados en WMS, WFS o WPS.

En esta sesión presentaremos un enfoque metodológico para la creación de servicios **OGC API - Features** y **OGC API - Processes** mediante el uso de tecnologías de **virtualización de datos**. Este enfoque permite acceder y publicar información geoespacial distribuida sin necesidad de replicar físicamente los datos. A través de una capa virtual, es posible consultar y manipular datos provenientes de múltiples fuentes como si estuvieran integrados en un único sistema, sin necesidad de copiarlos, moverlos ni desplegar *software* adicional. Esta capacidad facilita la integración de múltiples fuentes heterogéneas (bases de datos espaciales, servicios externos, archivos, etc.) y su exposición como servicios web estandarizados en tiempo real.



Las plataformas de automatización y transformación de datos, como FME, juegan un rol clave en la implementación práctica de esta estrategia. En particular, la funcionalidad de **Data Virtualization** permite definir vistas lógicas de datos que pueden ser consumidas a través de servicios OGC API, aportando beneficios en términos de mantenimiento, seguridad y eficiencia operativa. Esta virtualización actúa como un *middleware* que abstrae la complejidad de las fuentes originales y permite definir procesos geoespaciales reutilizables que se pueden ejecutar como *endpoints* OGC API.

- *Processes*, accesibles desde clientes externos o flujos de trabajo automatizados.

Desde una perspectiva teórica, la propuesta se enmarca en los principios de la interoperabilidad definidos por **INSPIRE**, así como en las recomendaciones del grupo OGC para la adopción progresiva de APIs modernas.

Este enfoque es coherente con las obligaciones derivadas del Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138 relativo a los Conjuntos de Datos de Alto Valor (*High-Value Datasets*), que establece que determinados conjuntos —entre ellos los datos geoespaciales— deban ser puestos a disposición de forma gratuita, en formatos legibles por máquina y accesibles mediante interfaces de programación de aplicaciones (API). La adopción de estándares como OGC API - *Features* y OGC API - *Processes* representa una forma efectiva y conforme de cumplir con este mandato normativo, asegurando la interoperabilidad técnica y semántica de los datos en el contexto de la Directiva (UE) 2019/1024 sobre datos abiertos y reutilización de la información del sector público.

La propuesta aboga por una transición gradual desde las IDE tradicionales hacia un ecosistema basado en APIs abiertas, interoperables y fácilmente consumibles por aplicaciones modernas. El uso de tecnologías de virtualización de datos constituye una herramienta clave para hacer posible esta transición, minimizando los costes de integración y maximizando la reutilización de los activos de datos existentes.

La transformación digital ha impulsado la adopción de Gemelos Digitales (*Digital Twins*) como herramientas esenciales para la planificación, gestión y toma de decisiones en diversos ámbitos territoriales. Estos modelos virtuales, que replican con alta fidelidad entidades y procesos del mundo real, ofrecen capacidades sin precedentes para la visualización, simulación y análisis predictivo.

Desde «con terra» nos hemos posicionado a la vanguardia del desarrollo e implementación de soluciones de Gemelos Digitales a gran escala, facilitando una gestión más eficiente y proactiva en ciudades y regiones. Este resumen presenta dos casos de estudio significativos en Alemania: el Gemelo Digital para la Gestión de Riesgos de Desastres en el estado de Renania del Norte-Westfalia (NRW) y el Gemelo Digital del estado de Sajonia (SN), enfocado en la planificación de infraestructuras.

El Gemelo Digital para la Gestión de Riesgos de Desastres en Renania del Norte-Westfalia (NRW) es una innovadora herramienta para la prevención y respuesta ante emergencias. Como primer Gemelo Digital a nivel estatal de Alemania, emplea un modelo digital 3D para ayudar a proteger contra riesgos ambientales. Esta solución es de acceso público como Open Data desde septiembre de 2024 a través de www.dz.nrw.de.



El segundo caso de estudio es el Gemelo Digital del Estado de Sajonia (SN), impulsado por la Autoridad Estatal de Información Geográfica de Sajonia (GeoSN). El objetivo de este proyecto es crear un modelo digital 3D integral de Sajonia centrado en el nuevo emplazamiento de construcción de la línea ferroviaria entre Dresde (Alemania) y Praga (Chequia). La integración de datos BIM y GIS es crucial en este contexto, permitiendo una comprensión holística de los proyectos de infraestructura.

Ambos proyectos demuestran cómo los Gemelos Digitales en 3D representan un cambio de paradigma (*game changer*). Su desarrollo se fundamenta en la reutilización de recursos existentes, especialmente las infraestructuras de datos espaciales (IDE) consolidadas. Permiten la integración continua de una amplia variedad de datos, incluyendo datos en tiempo real y de sensores, datos de edificaciones y BIM, así como imágenes detalladas. Estos sistemas ofrecen un soporte unificado para ciudades y regiones, proporcionando un acceso «fácil de usar» a través de un navegador web y atrayendo a nuevos usuarios hacia la información geoespacial.

La evolución conceptual que proponen estos sistemas va desde «mirar el mapa» hasta «sumergirse en el mapa» e incluso «ser parte del mapa», en línea con la visión futura del metaverso o realidades inmersivas.



La función notarial y la geomática: alianza por una seguridad jurídica

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 24
2026
ISSN: 1131-9100

Un acuerdo estratégico para integrar información técnica y notarial en los procedimientos de subsanación de discrepancias catastral

Dña. Carmen Rodríguez Pérez
Consejo General del Notariado

José Antonio López Medina
Colegio Oficial de Geomática y Topografía

El **Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica (COIGT)** y el **Consejo General del Notariado (CGN)** han suscrito un Convenio Marco de Colaboración que sienta las bases para una relación institucional estable y operativa entre ambos colectivos profesionales. El acuerdo surge del reconocimiento mutuo de que los procedimientos administrativos y jurídicos que afectan a la delimitación y representación de la propiedad inmobiliaria requieren la colaboración efectiva entre técnicos especialistas en geomática y fedatarios públicos.

Ambas instituciones son corporaciones de derecho público con competencias bien definidas: el COIGT representa a los profesionales de la ingeniería geomática y topográfica, ejerciendo funciones como el visado obligatorio de trabajos técnicos y el asesoramiento en materia territorial; el CGN, por su parte, representa al notariado español, siendo responsable, entre otras funciones, de la administración de la Sede Electrónica Notarial (**SEN**) y del desarrollo de sistemas telemáticos que garanticen la seguridad jurídica en el ejercicio notarial.

El objeto principal del convenio es articular mecanismos de colaboración y asesoramiento técnico y jurídico para mejorar la tramitación de los procedimientos de subsanación de discrepancias entre la realidad física, la representación gráfica catastral y la registral en el ámbito del

artículo 18.2. Estos procedimientos, de gran trascendencia práctica, requieren habitualmente la intervención conjunta de técnicos y notarios, por lo que se considera estratégico institucionalizar esa cooperación.

Entre las actuaciones previstas, destaca la creación de una **bolsa de técnicos** colegiados por parte del COIGT, cuya existencia será comunicada por los notarios a los interesados en los procedimientos. Los informes elaborados por estos técnicos estarán visados por el COIGT, lo cual garantiza su calidad técnica y su respaldo mediante un seguro de responsabilidad civil, aportando así seguridad y confianza al proceso.

Asimismo, el convenio establece el **intercambio de información mediante la SEN**, con la creación de un espacio específico para el COIGT, desde el cual se podrá compartir documentación técnica de forma segura y eficiente. Ambas instituciones se comprometen a diseñar **formatos estandarizados** para dictámenes técnicos que faciliten la interpretación y correspondencia entre las distintas representaciones gráficas y la realidad física de los inmuebles.

Estos datos se intercambiarán en formatos estandarizados que cumplan con la normativa INSPIRE, siendo datos interoperables, indicados para el almacenamiento de datos espaciales y que cumplen con la normativa actual de la **Ley 14/2010**, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (**LISIGE**).

Otro pilar esencial del convenio es el desarrollo conjunto de **planes de formación** destinados a técnicos, notarios y personal de notarías. Estos programas buscarán una mejor comprensión de los procedimientos y herramientas utilizados por ambas partes, fortaleciendo la colaboración práctica y la calidad del servicio prestado a la ciudadanía.

La gestión y supervisión del convenio estará a cargo de una **Comisión de Seguimiento** integrada de forma paritaria por representantes del COIGT y del CGN. Esta comisión se encargará de coordinar la ejecución de las actividades, resolver dudas interpretativas y promover nuevas líneas de cooperación.

Este convenio representa un ejemplo de innovación institucional orientada a mejorar la eficiencia, seguridad y calidad en los procedimientos relacionados con la información geoespacial y jurídica, posicionando a ambas instituciones como actores clave en la modernización del servicio público.

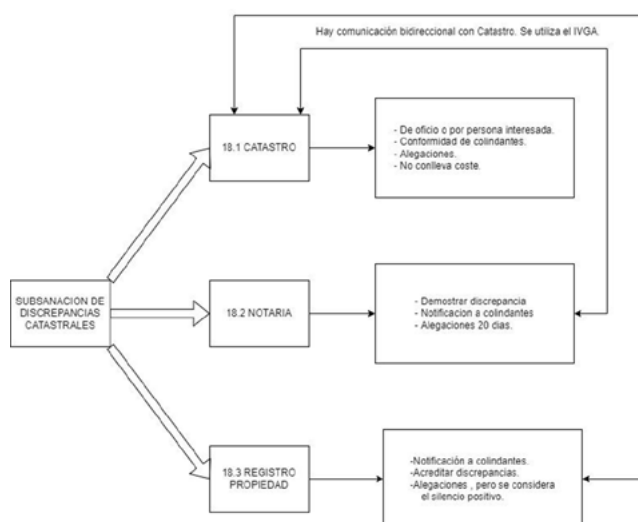


Figura 1. Ejemplo de situaciones para la subsanación de discrepancias según el artículo 18.

OGC-API Coverages y Datos de Alto Valor

El desarrollo de las OGC-API Coverages en el CNIG

Patricia Perelló Martín de las Mulas
María José García Rodríguez
Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 25-26
2026
ISSN: 1131-9100

Los estándares de Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) de *Open Geospatial Consortium* (OGC) son actualmente los estándares más novedosos para servir datos geoespaciales de la manera más eficiente y sencilla a través de un servicio web. Las API de OGC son API centradas en recursos que utilizan prácticas modernas de desarrollo web como OpenAPI y RESTful. El **Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)**, con el propósito de estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías y estándares con respecto a los datos abiertos, ha publicado los servicios **API Features**, **API Processes**, **API Maps** y **API Coverages** para los datos disponibles, tanto del Sistema Cartográfico Nacional como del Instituto Geográfico Nacional.

OGC API Coverages es una especificación moderna que permite el acceso a datos geoespaciales en forma de coberturas, como imágenes de satélite, modelos digitales del terreno y mapas ráster. Está fundamentada en una API web estructurada conforme al Esquema de Implementación de Coberturas (CIS) 1, que representa una evolución del estándar de OGC para **Servicios Web de Coberturas (WCS)**. Recientemente, en el O. A. CNIG se ha publicado la **API de Coberturas**, basada en la versión borrador del estándar «**OGC API Coverages Part 1: Core**» (2023) que reúne los requisitos principales y mínimos del servicio.

Para su implementación se ha utilizado el **software pygeoapi** sobre un entorno *Docker*. Durante esta fase se han identificado diversos problemas técnicos y se han analizado, tanto las ventajas como las limitaciones asociadas a la disponibilidad de coberturas para su descarga. Con el objetivo de mejorar la eficiencia y la funcionalidad del servicio, se realizaron diversas personalizaciones sobre la instalación original, siendo la más destacada la incorporación de límites al tamaño máximo de descarga, que han sido ajustados en función de cada colección de datos. Esta modificación ha sido desarrollada en colaboración con el equipo responsable de pygeoapi. Asimismo, se han llevado a cabo adaptaciones relacionadas con el idioma y la apariencia del servicio, con el fin de mejorar

la experiencia de usuario.

Una de las ventajas principales de esta API es su capacidad para ofrecer datos de forma eficiente mediante el enfoque de servicios bajo demanda. Esto permite a los usuarios solicitar únicamente los subconjuntos de datos que realmente necesitan, evitando así la descarga de grandes volúmenes de información innecesaria. Esta API de Coberturas mejora la eficiencia en el uso de los recursos, reduce los tiempos de respuesta y favorece la escalabilidad de las aplicaciones que consumen estos servicios.

Los datos de las coberturas publicados provienen del **Modelo Digital del Terreno (MDT05)** del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea del Instituto Geográfico Nacional, disponibles en diferentes resoluciones (1000, 200, 25 y 5 m) y de la **Peligrosidad asociada a las Zonas Inundables por inundación fluvial y costera** con periodos de retorno de 500, 100 y 10 años del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), y están disponibles en dos formatos de descarga: **COG** y **JSON**.

Estos datos forman parte de los conjuntos de datos de alto valor (*High-Value Datasets*, HVD), definidos en el **Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138** de diciembre de 2022, que se caracterizan por su alto potencial para generar beneficios socioeconómicos y medioambientales. El reglamento establece que, para facilitar su publicación y promover su reutilización, es fundamental que estos datos estén disponibles en un formato legible por máquina y accesibles a través de API, lo que permite un acceso automatizado y eficiente a la información.

Desde el CNIG se desarrollan e implementan políticas conforme a las directivas europeas en materia de datos geoespaciales con el objetivo de garantizar la interoperabilidad, accesibilidad y reutilización de los datos geoespaciales, cumpliendo así con la Directiva INSPIRE y los principios FAIR para los conjuntos de datos de alto valor, que refuerzan las políticas de datos abiertos en los Estados miembros para que sean fáciles de encontrar, accesibles, interoperables y reutilizables.

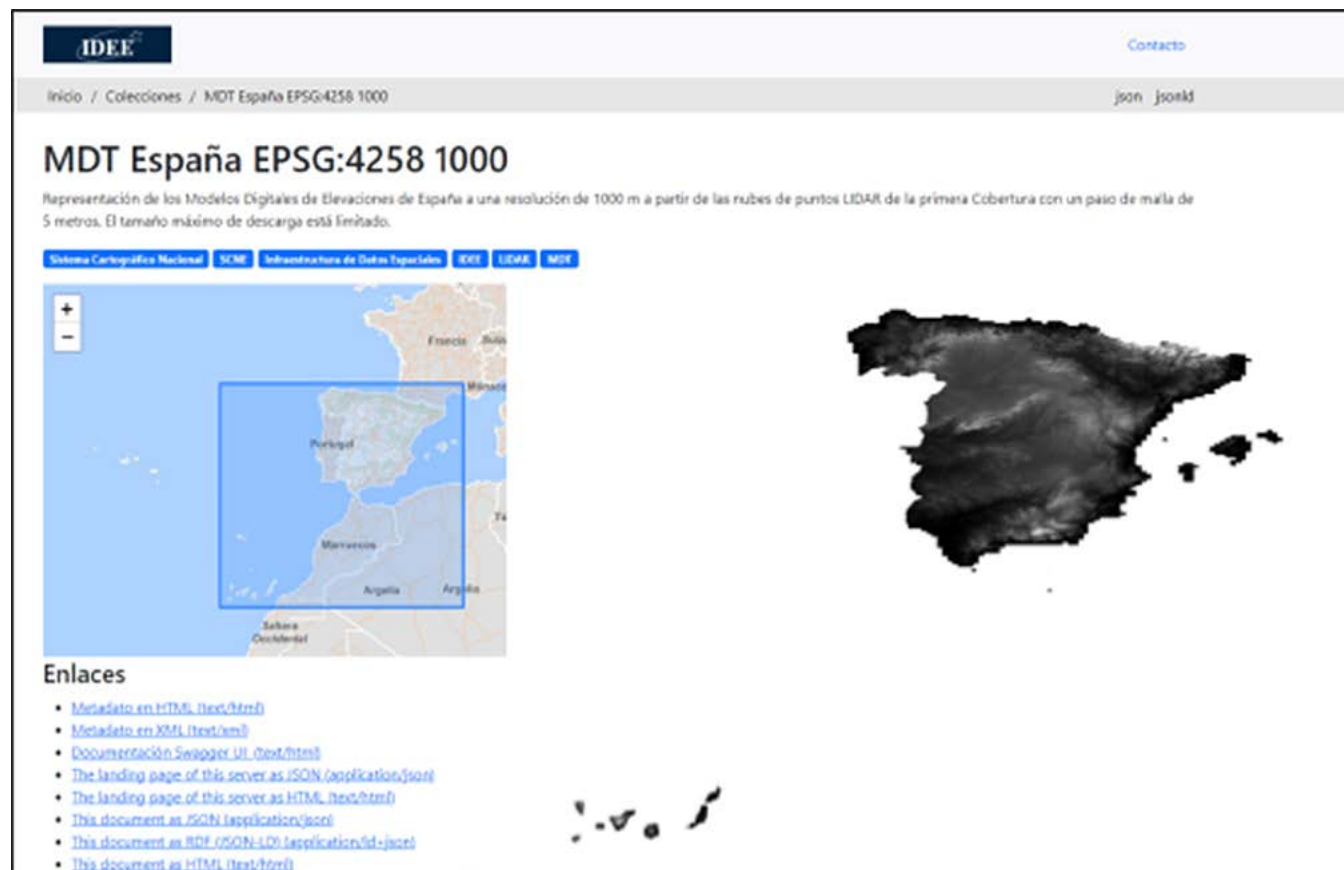


Figura 1. Representación de los Modelos Digitales de Elevaciones de España a una resolución de 1.000 m.

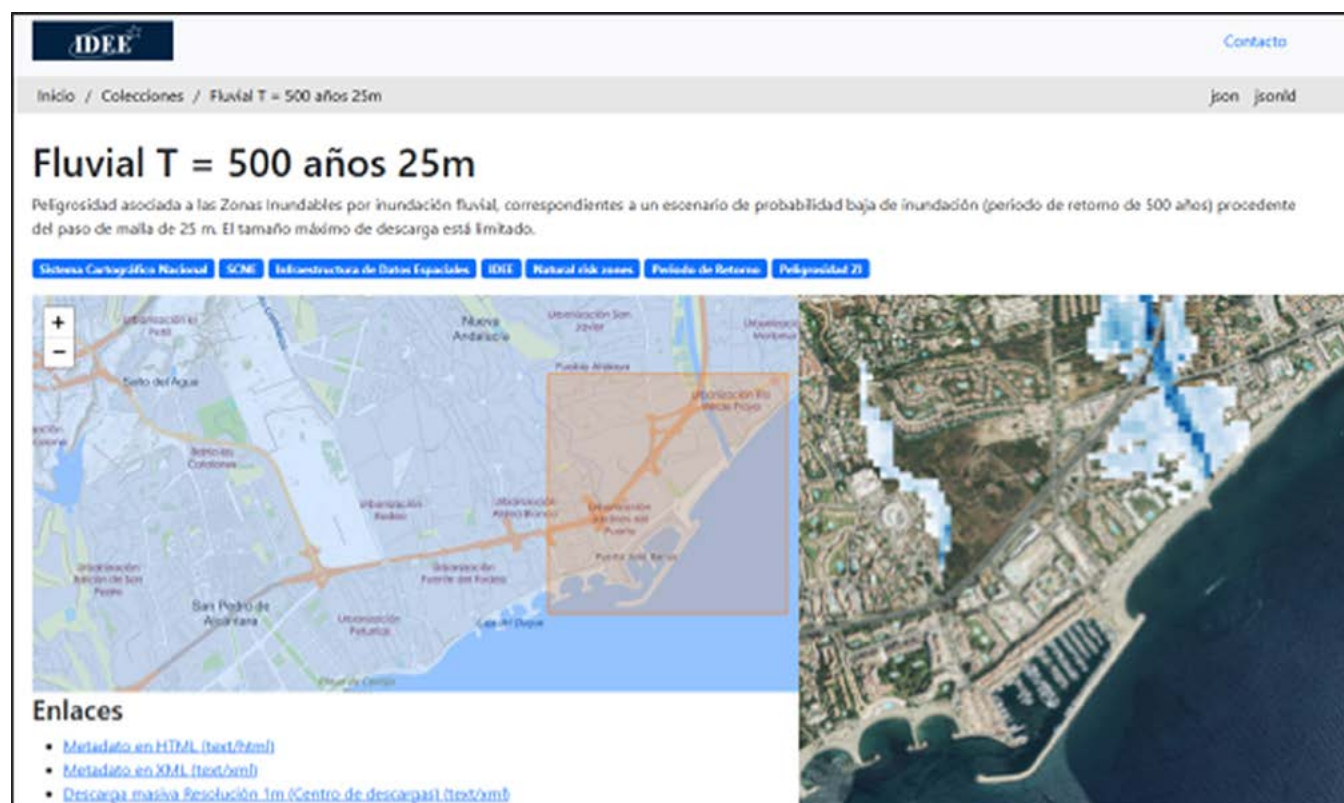


Figura 2. Peligrosidad asociada a las Zonas Inundables por inundación fluvial.

Optimización de la logística para el abastecimiento de biomasa en plantas deshidratadoras de alimentos mediante Sistemas de Información Geográfica

Caso de estudio: Zacatecas, México

Carlos Vargas Salgado
Instituto de Ingeniería
Energética, UPV

Orlando Graterol Bernadas
Eloína Coll Aliaga
Càtedra Governança de la
ciutat de València, UPV

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 27-28
2026
ISSN: 1131-9100

El proyecto, disponible a través de su **ficha técnica** en la web de ExploraUPV, consiste en realizar una transición de método de combustión para plantas de deshidratado de alimentos en Zacatecas, México [1], solventando así la necesidad de reducir el impacto ambiental y avanzar hacia un modelo energético sostenible que considere el uso de biomasa como alternativa viable.

El objetivo principal ha sido la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la identificación y análisis de puntos de recogida de biomasa, con el fin de ser transportada hasta plantas deshidratadoras de alimentos, seleccionando los trayectos óptimos con base a costes generales de traslado y operación, así como a la accesibilidad del terreno y las distancias en

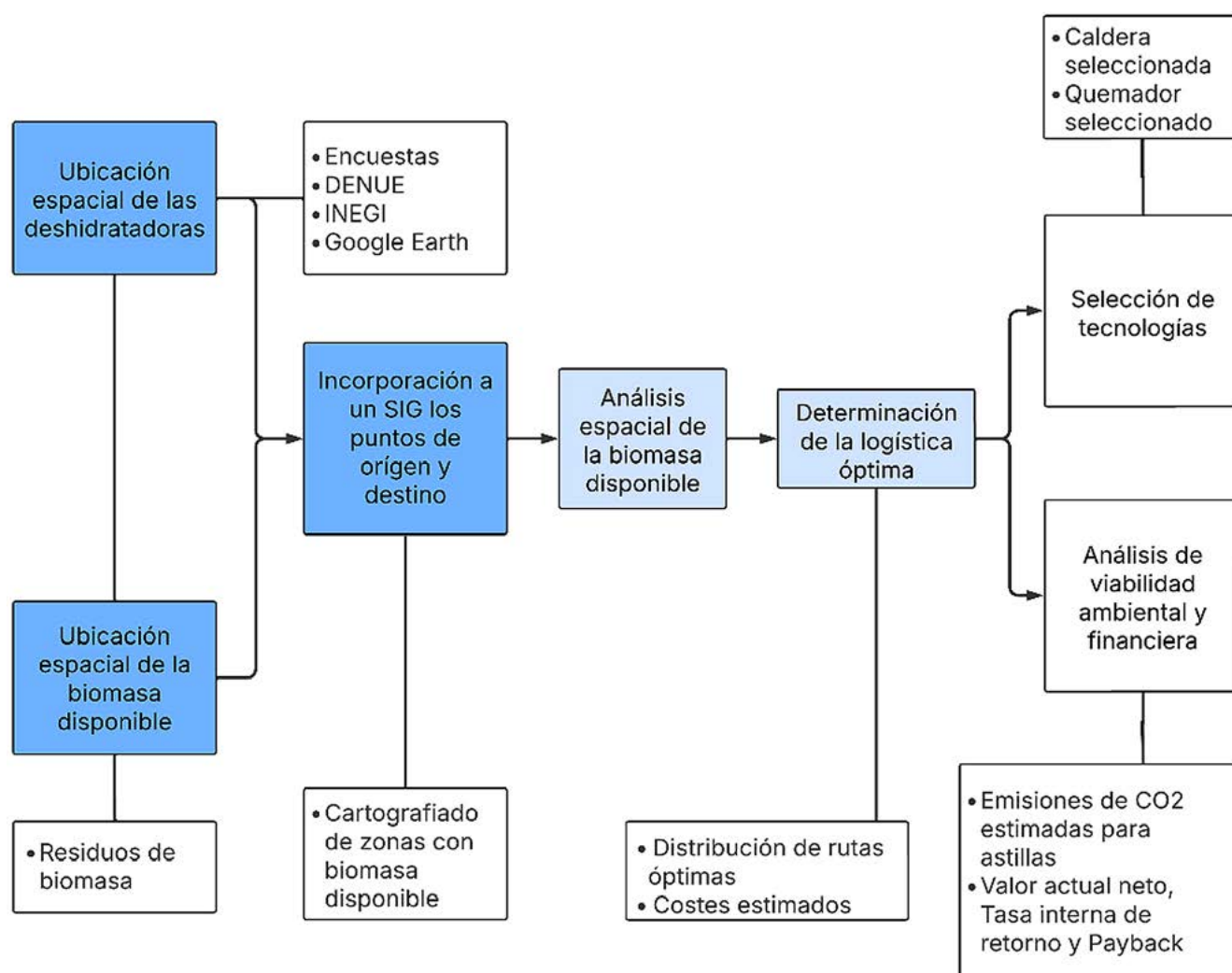


Figura 1. Flujo de ejecución del proyecto. Fuente: elaboración propia.

tránsito. El flujo de trabajo y su metodología se muestra en la Figura 1.

Las herramientas utilizadas han sido el *software* de Quantum GIS (QGIS) para la gestión de SIG, junto a la herramienta para manejo de ubicaciones espaciales (Google Earth), herramientas para la planificación, gestión y análisis económicos (Microsoft Project y Excel), y compiladores de código para el lenguaje de programación Python, con el cual se resuelvan tareas complejas que han requerido de iteración.

Se ha generado cartografía, tanto de las plantas deshidratadoras como las fuentes de biomasa, diferenciando entre residuos provenientes de aserraderos y biomasa residual de campo, con datos obtenidos mediante entrevistas de campo en suelo mexicano, junto con datos extraídos del portal del Directorio Nacional de Unidades Económicas DENUÉ [2]. Además, se han realizado presupuestos para ambas alternativas, calculando indicadores económicos como el **Payback**, **VAN** y **TIR**, permitiendo comparar resultados y estudiar la viabilidad del cambio en el método de combustión, gracias a indicadores de costes obtenidos del estudio y análisis de energías potenciales con fines de costes logísticos y demanda de mercado, publicado por Tauro et al. (2018) [3], junto a indicadores de salario mínimo de México [4].

El resultado obtenido ha sido la producción de cartografía para 43 plantas deshidratadoras dentro de la dirección estatal de Zacatecas, sobre las cuales se han calculado un total de 44.901 toneladas de biomasa necesarias anualmente para realizar el cambio de combustión correctamente, cálculos sobre la disponibilidad de biomasa en la zona de estudio con radios de afección de 50, 100 y 150 kilómetros de cada planta, los cuales han devuelto capacidades de residuos combinando fuentes de campo y aserraderos de 11.552 toneladas, 38.386 y 49.101 toneladas respectivamente. Se han generado también dos capas en formato vectorial que representan dos métodos de distribución distintos, y reflejan un total de 225 y 197 rutas óptimas de transporte de biomasa, según el tipo de camión que realice el transporte y la clasificación del camino existente tomando en cuenta costos de distancia, capacidad de suministro y necesidades energéticas de cada planta, permitiendo establecer un esquema de logística sostenible que facilite la transición hacia energías renovables en el sector agroindustrial de Zacatecas.

Este proyecto contribuye a la reducción de emisiones de carbono y al fortalecimiento de la seguridad energética en la región, promoviendo un uso eficiente de los recursos naturales y mejorando la viabilidad económica del sector deshidratador. Además, se alinea con desarrollos recientes en la literatura científica que abordan la necesidad de articular modelos energéticos descentralizados, mediante tecnologías accesibles y planificación espacial informada. Por ejemplo, el trabajo de Zhang et al. (2022) [5] demuestra cómo el uso de SIG permite optimizar los modelos logísticos en cadenas de suministro de biomasa, identificando ubicaciones óptimas para plantas de cogeneración y minimizando distancias de transporte, costos operativos y emisiones de CO₂, mediante un enfoque integral que incluye también pretratamientos como torrefacción o compresión de biomasa, lo cual es aplicable sobre regiones extensas con distribución dispersa de recursos como Zacatecas.

Referencias

- [1] C. A. Vargas Salgado, Uso de combustión de la biomasa como apoyo a un sistema de secado solar para mitigar las pérdidas postcosecha en las zonas rurales de Zacatecas, México. 2024. Accessed: May 14, 2025. [Online]. Available: <https://aplicat.upv.es/exploraupv/ficha-proyecto/proyecto/20240118>.
- [2] «Directorio Nacional de Unidades Económicas. DENUÉ», Censos Económicos 2014, 2014, Accessed: Feb. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>.
- [3] R. Tauro, C. A. García, M. Skutsch, and O. Masera, "The potential for sustainable biomass pellets in Mexico: An analysis of energy potential, logistic costs and market demand", 2018, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.rser.2017.09.036.
- [4] Ministerio de Hacienda y Gobierno de México., «Indicadores salario mínimo México». Accessed: Mar. 03, 2025. [Online]. Available: http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx.
- [5] J. Zhang, X. Zhang, A. Rentizelas, C. Dong, and J. Li, "Optimisation of Logistic Model Using Geographic Information Systems: A Case Study of Biomass-based Combined Heat & Power Generation in China", Applications in Energy and Combustion Science, vol. 10, p. 100060, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.JAECS.2022.100060.

Inteligencia Artificial en el mantenimiento catastral

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 29-30
2026
ISSN: 1131-9100

Detección de omisiones de construcciones mediante modelos

David Pérez Terrazas
Luis González-Carpio Fernández
Ana Isabel Martos Torres
Dirección General del Catastro

Actualmente, la **Dirección General del Catastro** tiene en marcha diferentes proyectos, todos ellos orientados a garantizar la calidad de la base de datos catastral y, en particular, a conseguir que la descripción catastral de los bienes inmuebles sea correcta y esté permanentemente actualizada.

Dentro de estos proyectos, y desde hace aproximadamente dos años, se ha incorporado la posibilidad de emplear la inteligencia artificial (IA) como una herramienta adicional en el mantenimiento catastral. Su uso se ha visto justificado por su agilidad, que permite cubrir grandes extensiones de territorio de manera rápida, y por los buenos resultados mostrados previamente en otros trabajos cuando se emplean elementos visuales como ortofotos.

Por todo ello, el objetivo de este proyecto es el desarro-

llo de modelos de IA capaces de detectar de manera ágil omisiones de construcciones en la base de datos catastral, incluyendo su localización sobre la cartografía y distinguiendo entre cinco tipologías de construcción: viviendas unifamiliares, piscinas, edificaciones y almacenes agrarios, balsas de agua para riego e invernaderos.

Dadas las distintas características que presentan estas tipologías, se han realizado dos modelos diferentes. El primero de ellos enfocado en la detección de viviendas unifamiliares y piscinas, mientras que el segundo está orientado a la detección de las tres tipologías restantes: edificaciones y almacenes agrarios, balsas de agua para riego e invernaderos.

Como paso previo al entrenamiento de los modelos, y al tratarse de un aprendizaje supervisado, se selec-

Tabla 1. Nº de imágenes y construcciones etiquetadas para el entrenamiento de 2 modelos de IA.

MODELO	TIPO CONSTRUCCIÓN	Nº IMÁGENES	Nº CONSTRUCCIONES
A	Viviendas	8.000	43.390
	Piscinas		26.118
B	Edificaciones agrarias	7.000	19.098
	Invernaderos		15.624
	Balsas de riego		12.351
		15.000	119.581

cionan 15.000 ortofotos del PNOA (**Plan Nacional de Ortofotografía Aérea**) de máxima actualidad. Sobre estas imágenes se etiquetan todas las construcciones existentes correspondientes a las cinco tipologías seleccionadas.

En total, se etiquetan cerca de 120.000 construcciones, incorporando para cada tipología la mayor variabilidad posible. Esta estrategia tiene como objetivo que los modelos entrenados posteriormente incluyan toda la heterogeneidad presente a lo largo de todo el territorio nacional y, por tanto, las variaciones inherentes al territorio no influyan en la precisión de los modelos obtenidos.

Adicionalmente, sobre las ortofotos con las construcciones etiquetadas, se aplican diversos filtros para identificar diferentes características extras como bordes, colores o texturas que ayuden al modelo con la posterior identificación de las construcciones. Además, estos filtros se complementan con el empleo de redes neuronales convolucionales (CNN) preentrenadas.

El entrenamiento de los modelos se lleva a cabo mediante técnicas de *Deep Learning*, utilizando la plataforma **BigML**. Para ello, se empleó el 80% del conjunto de datos (formado por las ortofotos etiquetadas y la informa-

ción extra obtenida con los filtros y las CNN). El 20% restante del conjunto de datos se reserva para la validación externa de los modelos entrenados.

En lo que respecta específicamente a los modelos de IA diseñados para la detección de viviendas unifamiliares y piscinas, los resultados obtenidos en la validación externa del mejor modelo seleccionado (para un umbral de puntuación del 50 %) se detallan en los siguientes párrafos.

Con el modelo obtenido, se ha llevado a cabo una primera prueba piloto en el municipio madrileño de Algete. Como resultado de esta prueba, se han detectado 11 omisiones de viviendas unifamiliares (o los anexos a las mismas como garajes), y 45 omisiones de piscinas.

Los resultados de esta experiencia piloto ponen de manifiesto la viabilidad del uso de inteligencia artificial y aprendizaje profundo en la detección de omisiones de construcciones sobre la cartografía catastral.

Por tanto, la IA se configura como una herramienta clave en el futuro de la Dirección General del Catastro, al permitir un mayor control de calidad y un nivel de actualización de la base de datos catastral que no resulta alcanzable mediante otras tecnologías convencionales.

Tabla 2. Resultados obtenidos para la validación externa del modelo de IA para la detección de viviendas y piscinas.

	PRECISIÓN	RECALL	F1-SCORE
VIVIENDAS UNIFAMILIARES	89,77	78,37	0,8391
PISCINAS	92,87	86,85	0,8991

Una década de convergencia: el Catastro y el Registro de la Propiedad tras la Ley 13/2015

Balance, avances y retos pendientes hacia una identidad gráfica compartida

Luis Manuel Benavides Parra
Pilar Olivares García
Rosana Flores
Colegio de Registradores
de la Propiedad

Fernando Serrano Martínez
Juan Carlos Ojeda Manrique
Pablo Gómez Domínguez
Dirección General del Catastro

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 31
2026
ISSN: 1131-9100

En el marco del décimo aniversario de la Ley 13/2015, de reforma de la Ley Hipotecaria y del Texto Refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario, resulta oportuno hacer balance del recorrido realizado y de los retos que aún persisten en el proceso de coordinación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad. La mencionada reforma legislativa supuso un punto de inflexión en la relación entre ambas instituciones, sentando las bases para una integración gráfica y jurídica más coherente del territorio.

A lo largo de esta última década, se han producido avances significativos, entre los que destaca la publicación de la «Resolución de 7 de octubre de 2020, de la Subsecretaría, por la que se publica la Resolución conjunta de la Dirección General de Seguridad Jurídica y Fe Pública y de la Dirección General del Catastro, por la que se aprueban especificaciones técnicas complementarias para la representación gráfica de las fincas sobre la cartografía catastral y otros requisitos para el intercambio de información entre el Catastro y el Registro de la Propiedad». Esta resolución, eminentemente técnica, abordó aspectos fundamentales para la consolidación de la coordinación gráfica, incluyendo la definición y aplicación de los márgenes de tolerancia gráfica, elemento clave para garantizar la compatibilidad geométrica entre los datos catastrales y registrales.

El trabajo conjunto entre ambas instituciones ha permitido superar importantes barreras operativas y

conceptuales, generando procedimientos cada vez más afinados para la validación, representación y comunicación de la realidad parcelaria. Como resultado de este esfuerzo, se han impulsado proyectos piloto de convergencia gráfica en una serie de Registros de la Propiedad, que buscan alinear de forma efectiva la parcela catastral con la finca registral, no solo desde una perspectiva técnica, sino también institucional, procedimental y jurídica.

En estos Registros piloto se están ensayando metodologías avanzadas de análisis de información, interoperabilidad, experimentándose con nuevas formas de flujo de información bidireccional, lo que permitirá en un futuro próximo definir un modelo de convergencia que sea escalable y replicable en todo el territorio nacional.

Esta fase, aún en curso, representa un paso estratégico hacia la consolidación de una identidad gráfica compartida entre el Catastro y el Registro de la Propiedad, con el fin último de ofrecer mayor seguridad jurídica, transparencia e integridad a los ciudadanos, técnicos y operadores jurídicos.

Este proceso, que exige una evolución continua en la cultura de colaboración interinstitucional, posiciona a España como referente en la integración de información geoespacial y jurídica en el ámbito de la administración pública registral y catastral.

Progress and next steps

Leire Leoz
Maite Zabaltza
Camila Garmendia
Tracasa Global

Ireland has made significant progress in fulfilling the requirements of the **INSPIRE Directive**. Initially, the Department of Housing, Local Government and Heritage (DHLGH) was responsible for its implementation. In March 2024, this responsibility was transferred to the Department of Environment, Climate and Communications (DECC) that is renamed to Department of Climate, Energy and the Environment (DCEE). Over the past seven years, Ireland's compliance has improved substantially, supported by a strategic partnership with Tracasa Global. This collaboration has revitalized INSPIRE-related activities, including the development of a national dashboard, enhancement of the geoportal, metadata creation, data transformation, and the publication of network services.

These efforts have been carried out in close coordination with key stakeholders and data providers, facilitated through external support, workshops, and user-driven initiatives. Notably, the Department of Agriculture, Food and the Marine (DAFM) has been transforming data using FME workbenches in accordance with **Integrated Administration and Control System** (IACS) technical specifications.

We are pleased to present the progress made in publishing INSPIRE-compliant IACS datasets: The Land Parcel Identification System (LPIS) and Geospatial Application (GSAA) in Ireland. DAFM, as the data provider, is working with Tracasa Global under an agreement with DCEE to ensure full compliance. This includes the creation of metadata, data transformation to GML and GeoPackage formats, publication of services, and validation of all components. The work aligns with the following technical guidelines:

- **Technical Guidelines on IACS Spatial Data Sharing**
 - **Part 1 - Data discovery**
 - **Technical Guidelines on IACS Spatial Data Sharing**
 - **Part 2 - Interoperability**

This initiative also complements broader public data strategies in Ireland, such as the Open Data Portal launched in 2014, which promotes transparency and accountability in public services. Furthermore, the European Commission's adoption of the **High Value Datasets (HVD) Implementing Act** on 21 December 2022 reinforces the importance of aligning INSPIRE efforts with open data principles.

Alignment with High-value datasets (HVD)

Agricultural parcels fall under the "Geospatial" category of HVDs. These datasets must meet the following criteria:

- Granularity: At least 1:10,000, and from 2016 onwards, 1:5,000 (as per Article 70(1)).
- Coverage: Complete national coverage through one or more datasets.
- Key Attributes: Unique identifier, geometry (boundary and area), land use (crops or crop groups), organic status, individual landscape elements, and permanent grassland.

To ensure discoverability and compliance, IACS datasets (LPIS and GSAA) are tagged appropriately in the INSPIRE Geoportal under relevant data themes.

Datasets must be made available in a publicly documented, Union or internationally recognized open, machine-readable format. All formats supported through INSPIRE TG and Good practices comply to the provisions, including:

- GML
- GeoJSON
- GeoPackage

IACS data sharing – Data specifications and further alignment with HVD

A joint presentation by DG AGRI and JRC highlighted the current status of the IACS data sharing initiative, emphasizing its alignment with HVD requirements and the Common Agricultural Policy (CAP). Key developments include:

- **Revision of Technical Guidelines:** Ongoing efforts aim to harmonize and update the technical specifications for agricultural geospatial data, integrating LPIS and GSAA schemas into a unified model that meets CAP, INSPIRE, and HVD requirements.
- **Spatial Agricultural Information System (SAIS):** This pilot project seeks to harvest and harmonize spatial IACS data across Member States. It integrates additional datasets to support policy analysis and enable advanced analytics through big data technologies.

Possible next steps

Future work could focus on unifying data models and simplifying the publication process to enhance efficiency and interoperability across platforms.

QSITNA, el SIG corporativo del Gobierno de Navarra

Datos geográficos oficiales y aplicaciones específicas al servicio de la administración pública

José Manuel Vázquez
Gobierno de Navarra

Unai Gómez
Pedro Mendive
Raúl Estévez
Tracasa Instrumental

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 33
2026
ISSN: 1131-9100

Durante años, el VisorSITNA ha sido una herramienta fundamental en el **Sistema de Información Geográfica (SIG) del Gobierno de Navarra**, permitiendo la gestión y consulta eficiente de información geoespacial. La gran cantidad de datos geográficos de origen vectorial y ráster y su alto grado de actualización han sido y son claves en la toma de decisiones y resolución de expedientes en cualquier ámbito y temática dentro de la administración pública. Sin embargo, el avance tecnológico y los nuevos modos de trabajo han dejado obsoleto este visualizador, dificultando su mantenimiento y evolución.

Para dar respuesta a esta necesidad, **Tracasa Instrumental**, dentro de sus trabajos de apoyo al Sistema de Información Territorial de Navarra, ha desarrollado QSITNA, una moderna solución SIG corporativa y flexible basada en QGIS, un *software* libre ampliamente consolidado en el ámbito geoespacial. Esta solución no solo hereda todas las funcionalidades nativas de QGIS, sino que incorpora herramientas específicas que replican y mejoran las del antiguo VisorSITNA, garantizando así una transición fluida para los técnicos del Gobierno de Navarra.

QSITNA destaca por ofrecer una experiencia de usuario intuitiva, moderna y completamente adaptada a las necesidades del personal técnico. Una de sus principales fortalezas es su alto grado de personalización, tanto funcional como visual. Se han desarrollado extensiones específicas que permiten realizar tareas como consultas personalizadas de datos, búsquedas geográficas de elementos o el acceso directo a capas institucionales.

Estas herramientas están accesibles mediante iconos propios en la barra de herramientas y menús personalizados. Además, la interfaz se ha configurado cuidadosamente para facilitar el trabajo diario, optimizando la organización y el acceso a las funcionalidades.

Al estar construido como un perfil de QGIS y apoyarse en tecnologías de código abierto, QSITNA permite una evolución constante. Su arquitectura flexible facilita la incorporación de nuevas herramientas y promueve un modelo de desarrollo colaborativo, abierto a futuras mejoras por parte de otras entidades.

En definitiva, QSITNA representa no sólo una renovación técnica, sino también una nueva forma de trabajar con la información geográfica en el Gobierno de Navarra. Es una herramienta moderna, abierta y eficaz, que apuesta decididamente por la interoperabilidad, la sostenibilidad y la innovación tecnológica en el ámbito público.

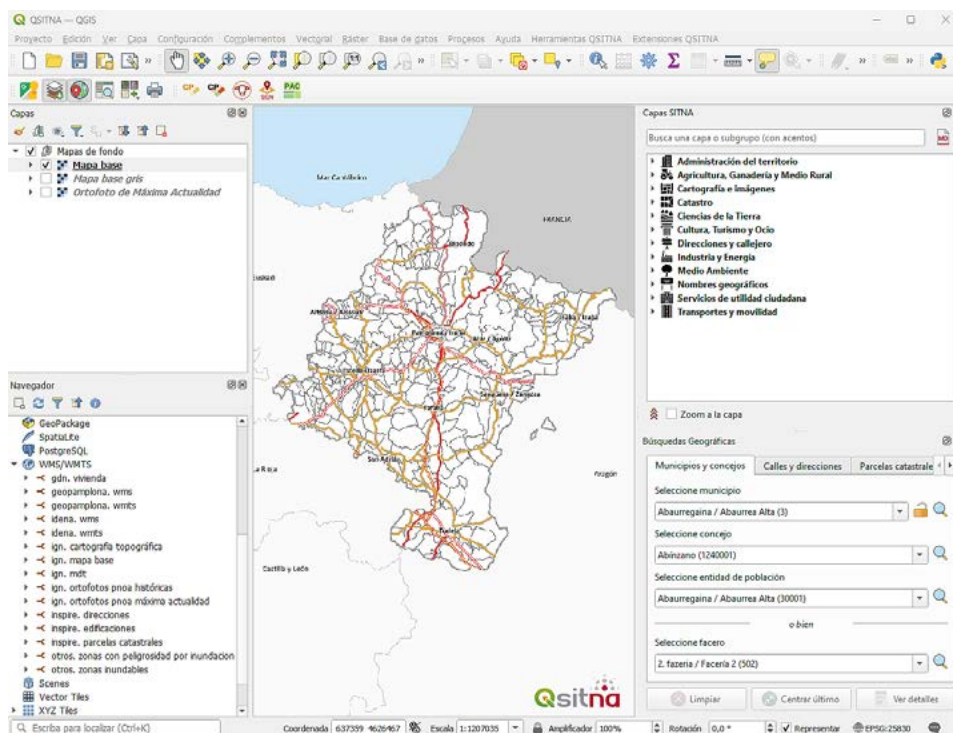


Figura 1. Imagen de QSITNA.

Implementación de la nueva aplicación de campo del Gobierno de Navarra basada en software libre

Sincronización entre QGIS y QField

Unai Gómez
Raúl Barbarin
Tracasa Instrumental

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 34
2026
ISSN: 1131-9100

Algunas de las herramientas para el trabajo en campo utilizadas durante años por técnicos del Gobierno de Navarra han llegado al final de su vida útil debido a la obsolescencia tecnológica. A través de un estudio comparativo de soluciones libres disponibles, se identificó a QField y QGIS como la opción más robusta y sostenible para el trabajo de campo. Esto se integra perfectamente con la migración paralela que se está llevando a cabo en los **visualizadores corporativos** de Gobierno de Navarra. De esta manera no solo se ofrece una nueva herramienta sino también un entorno nuevo de trabajo, que los técnicos deben acometer tanto en sus puestos de trabajo como en las salidas a campo.

QField, al estar diseñado específicamente para tareas móviles y sincronizarse directamente con proyectos de QGIS, permite una transición fluida desde el entorno de la oficina al trabajo sobre el terreno, manteniendo toda la lógica y estructura del proyecto SIG original. Las principales funcionalidades y ventajas que se han identificado y que van a aportar mejoras se describen a continuación:

- Captura de imágenes georreferenciadas: permite tomar fotografías en campo y georreferenciarlas posteriormente desde oficina, integrándolas fácilmente en el flujo de trabajo SIG.

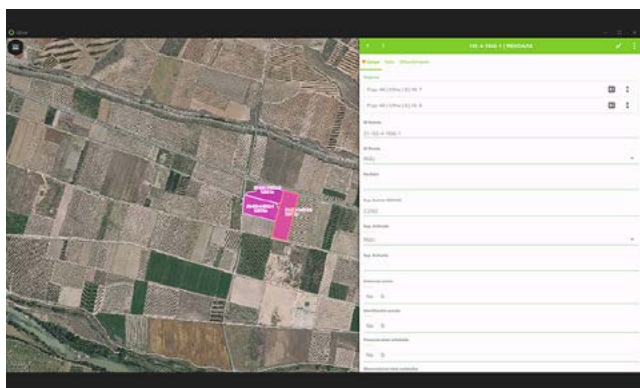


Figura 1. Imagen de la herramienta de campo.

- Generación de informes personalizados: posibilidad de crear informes automáticos por parcela, por atributo (como el nombre del viticultor) o de forma global, adaptados a los criterios de cada departamento.
- Exportación de resultados: los datos recopilados durante las inspecciones pueden exportarse a otros formatos, como CSV, facilitando su análisis en otros sistemas.
- Gestión de múltiples inspecciones: permite trabajar con más de una muestra de inspección en paralelo, lo que agiliza las campañas de campo.
- Integración con información oficial: puede integrarse con información institucional como obtener la geometría y otra información del SIGPAC.
- Compatibilidad con nuevos formatos de datos: la aplicación permite trabajar con COG (*Cloud Optimized GeoTIFF*), un estándar ráster libre recomendado por el IGN. Este soporte, inexistente en la herramienta anterior, mejora notablemente el rendimiento en la visualización de ortofotos y garantiza una mayor compatibilidad con infraestructuras y servicios actuales.
- Alta flexibilidad para nuevos desarrollos: gracias a la arquitectura modular de QGIS, es posible desarrollar nuevas funcionalidades y herramientas de forma rápida y ajustada a las necesidades concretas de los departamentos técnicos.

Esta nueva aplicación representa un salto cualitativo en la forma en que el personal técnico del Gobierno de Navarra trabaja con información geográfica fuera de la oficina. Su adopción responde a la necesidad de contar con una herramienta moderna, fiable y adaptada a los estándares actuales de precisión y movilidad, alineada con la apuesta institucional por el *software* libre y la innovación tecnológica.

Los pilotos realizados han demostrado ser eficaces, versátiles y fácilmente extrapolables a otros proyectos del Gobierno de Navarra.

Avances funcionales en la API GeoHub del ICGC: integración de estándares OGC y mejora de la exploración geoespacial web

Estado de las funcionalidades implementadas en la API GeoHub

María Amparo Núñez Andrés
Universidad Politécnica de Cataluña

Jordi Pallàs del Río
Daniel Gómez López
Instituto Cartográfico y
Geológico de Cataluña

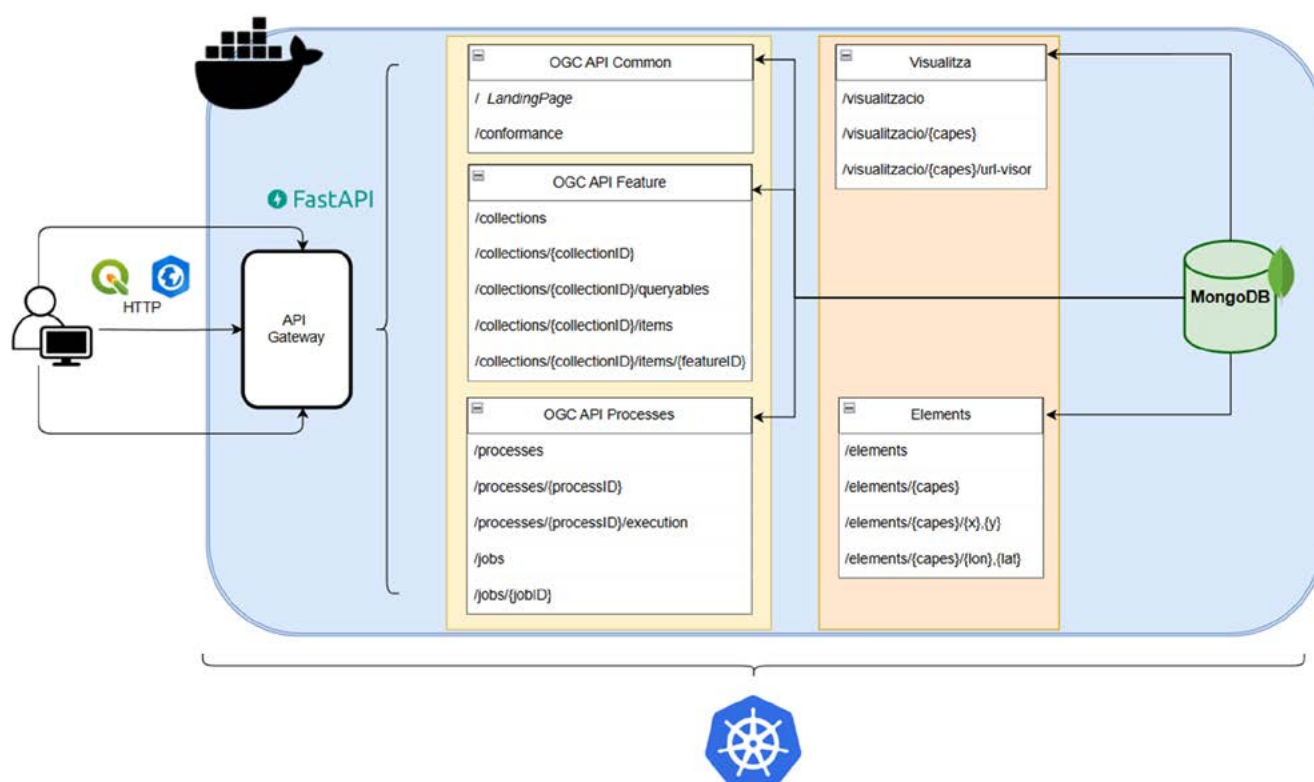
REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 35-36
2026
ISSN: 1131-9100

La adopción de los nuevos estándares definidos por el Open Geospatial Consortium (**OGC**), en particular las OGC API - Features y OGC API - Processes, está transformando la forma en que se accede, consulta y procesa la información espacial. En este contexto, el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (**ICGC**) ha desarrollado la API GeoHub, una solución que permite ofrecer servicios interoperables y accesibles desde la web, alineados con tecnologías RESTful modernas y formatos abiertos como GeoJSON.

GeoHub incluye una implementación personalizada, desarrollada con FastAPI, que integra tanto funcionalidades estándar como extensiones específicas. Esta elección

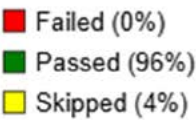
tecnológica aporta una flexibilidad superior a la hora de implementar los estándares OGC y adaptarse a las necesidades concretas de diferentes perfiles de usuario. Frente a soluciones genéricas existentes, este enfoque proporciona un control más granular sobre el comportamiento de la API, optimiza el rendimiento, facilita la integración con infraestructuras previas y permite la incorporación ágil de funcionalidades personalizadas orientadas a casos de uso específicos.

Entre los módulos estandarizados destaca la consulta de colecciones vectoriales con filtros espaciales y atributos (OGC API - Features), así como la ejecución de



Test overview

SESSION ID: s0001



ogcapi-features-1.0-1.9	0	126	5	131	96%
Core	0	95	5	100	95%
Coordinate Reference Systems by Reference	0	31	0	31	100%

procesos geoespaciales síncronos como intersecciones o generación de zonas de influencia (OGC API - Processes). La arquitectura ha sido contenerizada mediante Docker, orquestada con Kubernetes y respaldada por una base de datos NoSQL como MongoDB que facilita una indexación espacial eficiente y consultas directas.

Además, se han desarrollado bloques adicionales que permiten la visualización directa de capas temáticas mediante servicios WMS en visualizadores web, así como la recuperación de elementos espaciales a partir de coordenadas específicas. Estas capacidades responden a necesidades institucionales y facilitan el acceso inmediato a la información geoespacial por parte de usuarios no especializados. Para garantizar una experiencia fluida, se han aplicado limitaciones específicas en los parámetros de consulta y visualización, evitando sobrecargas y mejorando la eficiencia operativa.

La API GeoHub se ha utilizado como backend en diversos casos de uso reales. Entre ellos, destaca su integración con visualizadores cartográficos que permiten activar capas y consultar atributos en ubicaciones determinadas, así como su uso en formularios web donde se requieren validaciones espaciales en procedimientos administrativos. Estas integraciones posibilitan el acceso a datos geoespaciales fiables y en tiempo real tanto para la ciudadanía como para operadores técnicos, sin necesidad de conocimientos avanzados en SIG.

Se han realizado pruebas de validación conforme a los requisitos del OGC mediante herramientas como **TEAM Engine**, y se ha comprobado la interoperabilidad con clientes SIG ampliamente utilizados, como QGIS y ArcGIS Pro. Los resultados avalan la conformidad con los estándares oficiales y aseguran la reutilización de los servicios por parte de terceros sin requerir desarrollos adicionales.

Durante la presentación se mostrarán informes de rendimiento obtenidos en entornos reales de explotación, así como casos de uso aplicados que ilustran el impacto de la solución. También se abordará la contribución de GeoHub a la implementación del Reglamento Europeo sobre **Conjuntos de Datos de Alto Valor** (2023/138) y su papel como nodo de referencia dentro de la infraestructura geoespacial catalana, en coherencia con el **Plan Cartográfico de Cataluña**.

Finalmente, se discutirán las líneas de evolución previstas, como la incorporación de procesamiento asíncrono, el encadenamiento de procesos y la habilitación del consumo de servicios geoespaciales desde entornos de inteligencia artificial, permitiendo integrar GeoHub en flujos automatizados de análisis y toma de decisiones.

Estos avances consolidan a GeoHub como una herramienta clave en la democratización del acceso a la geoinformación, fortaleciendo una toma de decisiones fundamentada en datos geográficos autoritativos, accesibles y reutilizables.

Integración de las Infraestructuras de Datos Espaciales en los portales de datos abiertos

Retos y adaptaciones en el contexto Europeo

Daniel Gómez López
Elena Martínez Vélez

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 37-38
2026
ISSN: 1131-9100

Desde hace más de dos décadas, en Cataluña, se ha trabajado intensamente en la consolidación de una infraestructura de datos espaciales (IDE) sólida, interoperable y orientada al servicio público. El **Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya** (ICGC), como organismo de soporte a la coordinación de la geoinformación en el territorio, ha impulsado la implementación de estándares internacionales (INSPIRE, ISO 19115, OGC) para garantizar la calidad, accesibilidad y reutilización de los datos espaciales generados por las administraciones públicas.

Durante este tiempo, se ha logrado un ecosistema maduro de datos espaciales accesibles a través de servicios interoperables y catálogos normalizados. Sin embargo, el nuevo marco normativo europeo, especialmente con la entrada en vigor de la **Ley Europea de Datos** en 2024 y la consolidación de la **Directiva sobre datos abiertos**, plantea nuevos retos y oportunidades para la federación de estas infraestructuras en los portales de datos abiertos regionales, estatales y europeos.

De la accesibilidad a la reutilización efectiva

Hasta ahora, el foco principal ha sido garantizar el acceso a los datos espaciales mediante servicios normalizados y metadatos descriptivos. No obstante, la nueva regulación europea pone el acento en la reutilización efectiva de los datos, lo que implica revisar aspectos clave como:

- **Las licencias de uso:** aunque en Cataluña la mayoría de los conjuntos de datos espaciales ya se publican bajo licencias abiertas (como CC-BY), la Ley Europea de Datos exige una mayor claridad y homogeneidad en las condiciones de reutilización, especialmente cuando los datos se integran en espacios de datos comunes o se reutilizan con fines comerciales.
- **Los formatos de los archivos:** la interoperabilidad técnica sigue siendo un pilar fundamental. La normativa europea promueve el uso de formatos abiertos, legibles por máquina y adecuados para el tratamiento automatizado. Esto implica una transición progresiva desde formatos tradicionales (como *shapefiles*) hacia formatos más modernos y eficientes como GeoPackage, GeoJSON o API RESTful.

- **La disponibilidad de datos dinámicos:** la Directiva sobre datos abiertos impulsa la publicación de datos en tiempo real o cuasi real, lo que requiere adaptar las infraestructuras actuales para ofrecer servicios de *streaming* o API que permitan el acceso a datos actualizados de forma continua.

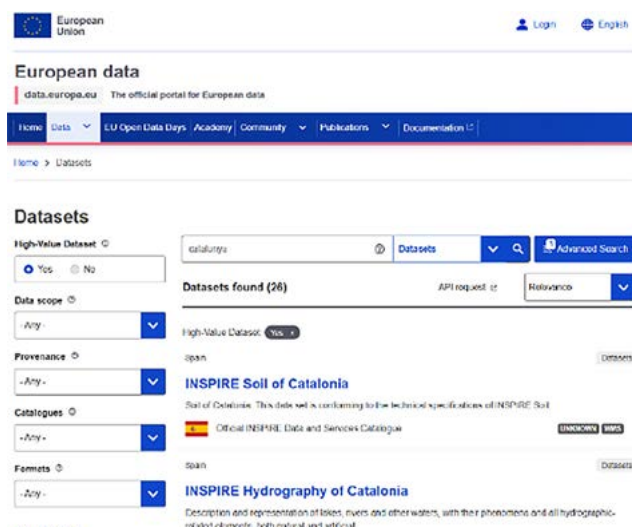
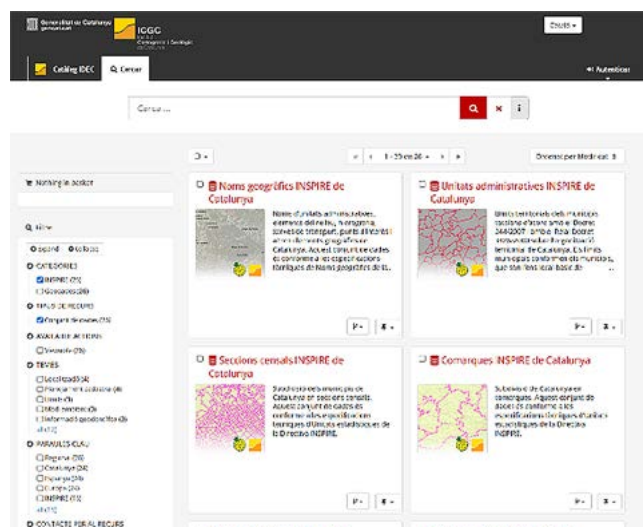
Federación e integración en portales de datos abiertos

Uno de los principales objetivos actuales es lograr una federación efectiva de las IDE en los portales de datos abiertos, como el **portal de la Generalitat de Catalunya**, el **portal estatal** y el **portal europeo**. Para ello, se están abordando varias líneas de trabajo:

- Revisión y armonización de metadatos. Se están adaptando los catálogos de metadatos para cumplir simultáneamente con los requisitos de INSPIRE y los esquemas de metadatos de datos abiertos (DCAT-AP...). Esto permite que los conjuntos de datos espaciales sean descubiertos y reutilizados desde múltiples plataformas.
- Automatización de la publicación federada. Se están desarrollando mecanismos automáticos para que los conjuntos de datos publicados en el catálogo de la IDEC se sincronicen con los portales de datos abiertos, garantizando la coherencia y actualización de la información.
- Clarificación de las condiciones de uso. Estandarización de las licencias y en la inclusión explícita de estas condiciones en los metadatos, para facilitar la comprensión por parte de los reutilizadores.
- Colaboración interadministrativa. La federación de datos requiere una estrecha colaboración entre organismos productores de datos, responsables de los portales de datos abiertos y coordinadores de la IDE. En este sentido, se están impulsando grupos de trabajo técnicos, principalmente para coordinar los puntos anteriores.

Nuevos retos y oportunidades

La nueva regulación europea no sólo impone obligaciones, sino que también abre nuevas oportunidades para la valorización de la geoinformación:

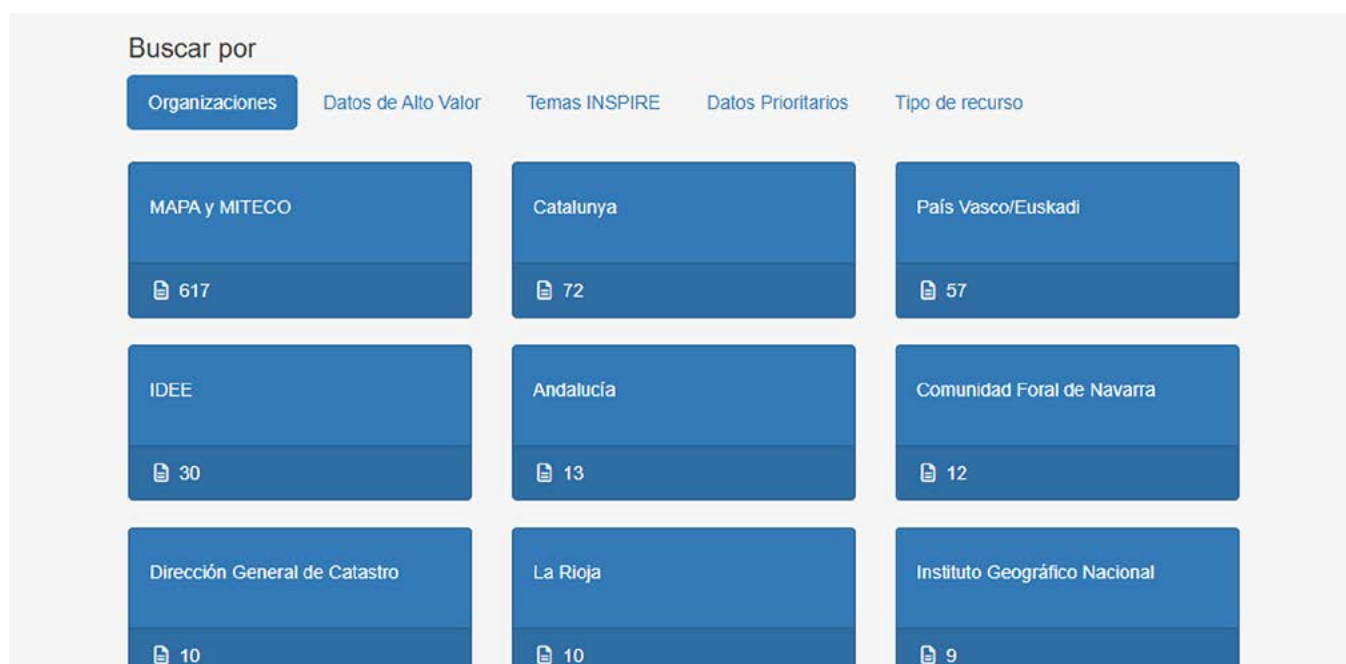


- Participación en espacios de datos sectoriales europeos. La Ley Europea de Datos promueve la creación de espacios de datos comunes en sectores como el medio ambiente, la movilidad o la agricultura. La geoinformación es un componente transversal en todos ellos, y Cataluña está bien posicionada para contribuir con datos de alta calidad.
- Impulso a la innovación basada en datos. La disponibilidad de datos abiertos, interoperables y reutilizables fomenta el desarrollo de servicios innovadores por parte del sector privado, la academia y la ciudadanía.
- Fortalecimiento de la soberanía digital. La federación de infraestructuras de datos permite mantener el con-

trol sobre los datos generados en el territorio, al tiempo que se facilita su integración en iniciativas europeas.

Conclusión

La integración de las infraestructuras de datos espaciales en los portales de datos abiertos es un paso necesario para cumplir con la nueva normativa europea y para maximizar el valor social y económico de la geoinformación. En Cataluña, el trabajo realizado durante años proporciona una base sólida, pero es necesario seguir adaptando licencias, formatos, metadatos y procesos de publicación para garantizar una federación efectiva y sostenible. La colaboración entre administraciones y la alineación con los estándares europeos serán claves para afrontar con éxito este nuevo escenario.



Administraciones inteligentes: IA y transformación pública

Evolución, retos y oportunidades en el Catastro

Fernando Serrano Martínez
Juan Carlos Ojeda Manrique
Francisco Javier Luque Rodríguez
Miguel Ancochea Nodal
Sonia Cascales Sedano
Dirección General del Catastro

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 39
2026
ISSN: 1131-9100

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta clave en la transformación digital del sector público, permitiendo avanzar hacia una administración más proactiva, eficiente y orientada al dato. Aunque su adopción fue inicialmente limitada y experimental, en la última década se ha producido una aceleración significativa en su aplicación en múltiples ámbitos de la administración pública, impulsada por la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, el desarrollo de algoritmos más robustos y la creciente presión social por mejorar los servicios públicos.

Este artículo analiza la evolución del uso de la IA en la administración pública, desde sus primeras experiencias centradas en la automatización de tareas administrativas hasta los actuales sistemas inteligentes capaces de asistir en procesos complejos de análisis, toma de decisiones y prestación de servicios. Se examinan las principales aplicaciones en ámbitos como la atención ciudadana, la gestión tributaria, la planificación urbana y la gestión del territorio.

En particular, se aborda el papel creciente de la IA en el ámbito del catastro y de la delimitación de la propiedad, dos pilares fundamentales en la administración del suelo y los derechos asociados. En el caso del **catastro**, la IA ya está siendo utilizada en la detección automatizada de edificaciones no declaradas, a partir de imágenes satelitales, vuelos fotogramétricos y datos LIDAR, mediante técnicas de visión por computador y aprendizaje profundo. Asimismo, se han desarrollado modelos para la clasificación automática del

uso del suelo y la identificación de inconsistencias en las bases de datos.

En el ámbito de la propiedad, la IA ofrece herramientas para la extracción inteligente de información de documentos notariales, la identificación de cláusulas complejas en escrituras y el análisis de las notas registrales. Estas capacidades abren la puerta a una gestión más transparente, interoperable y centrada en el ciudadano.

Además de revisar las aplicaciones actuales, el artículo plantea los principales retos para una adopción ética y responsable de la IA en el sector público: el sesgo algorítmico, la falta de transparencia en los modelos, la necesidad de asegurar la trazabilidad de las decisiones automatizadas y la importancia de mantener la supervisión humana en los procesos críticos.

Finalmente, se propone una visión de futuro en la que el catastro evoluciona hacia plataformas inteligentes, conectadas a un ecosistema territorial interoperable mediante **gemelos digitales** del territorio.

En este contexto, la IA no solo permitirá automatizar procesos, sino también generar conocimiento útil para la toma de decisiones estratégicas, facilitar la detección temprana de conflictos jurídicos y urbanísticos, y mejorar la coordinación entre instituciones.

Este trabajo concluye que la IA, aplicada con criterios de legalidad, ética y eficiencia, puede contribuir de forma decisiva a una administración pública más abierta, inteligente y confiable, en la que el catastro desempeña un papel central en la transformación digital del Estado.

El nuevo Portal de Conocimiento SITNA - PCSITNA

Jose Manuel Vázquez López
Belén del Barrio Madruga
Gobierno de Navarra - SITNA

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 40-41
2026
ISSN: 1131-9100

Como continuación del proyecto de creación del nuevo Geoportal de Navarra, desarrollado por el **Sistema de Información Territorial de Navarra - SITNA** y enfocado a ofrecer en un único lugar todo lo relativo a la información geográfica y oficial de Navarra, el SITNA ha llevado a cabo un segundo proyecto de remodelación completa del antiguo **Portal del Conocimiento de SITNA**, denominado **PCSITNA**, cuya página web se encontraba tanto estéticamente como tecnológicamente obsoleta, lo que originaba un aumento de la carga de trabajo de la gestión de los contenidos, así como dificultades en el acceso a los mismos.

El **PCSITNA** es el repositorio de toda la información y documentación geográfica de Navarra. Su objetivo es ofrecer a las personas usuarias una vía de acceso única a las distintas áreas de conocimiento de la información territorial y geoespacial.

- Formación: acceso a manuales y artículos sobre la utilización de las distintas herramientas que permite visualizar, gestionar y trabajar con la información territorial como el visualizador, el comparador de mapas, la elaboración de mapas o el acceso a la información catastral, entre otras cosas.
- Geowiki: glosario de consulta de términos asociados a la temática geoespacial.
- Proyectos SITNA: información de los proyectos que se están llevando a cabo en la actualidad y de los proyectos finalizados.
- Archivo: documentos, enlaces y publicaciones de interés.
- Grupos de trabajo y foros activos que actualmente realizan labores de gestión, coordinación y mejora

continua en los ámbitos de tratamiento y utilización de la información geoespacial, así como de la incorporación de nuevas tecnologías y herramientas que permiten su análisis, explotación y difusión del conocimiento.

- Normativa: decretos, órdenes forales y leyes de regulación de la información geográfica y territorial.

Objetivos

El objetivo del Portal de Conocimiento de SITNA es ofrecer un repositorio único que canalice todas las necesidades del saber en materia de información geoespacial y territorial.

Su finalidad es la divulgación continua de contenidos y documentación relevantes para personas de todos los perfiles, tanto técnicas como aquellas que no disponen de conocimientos geográficos previos. Por ello, ofrece libre y gratuitamente toda la documentación relativa al SITNA: información oficial, documentos, manuales y formación en herramientas y sistemas GIS.

El PCSITNA está integrado dentro del propio Geoportal de Navarra. Por este motivo, el PCSITNA se ha realizado con la misma tecnología Liferay y mantiene las características propias del Geoportal:

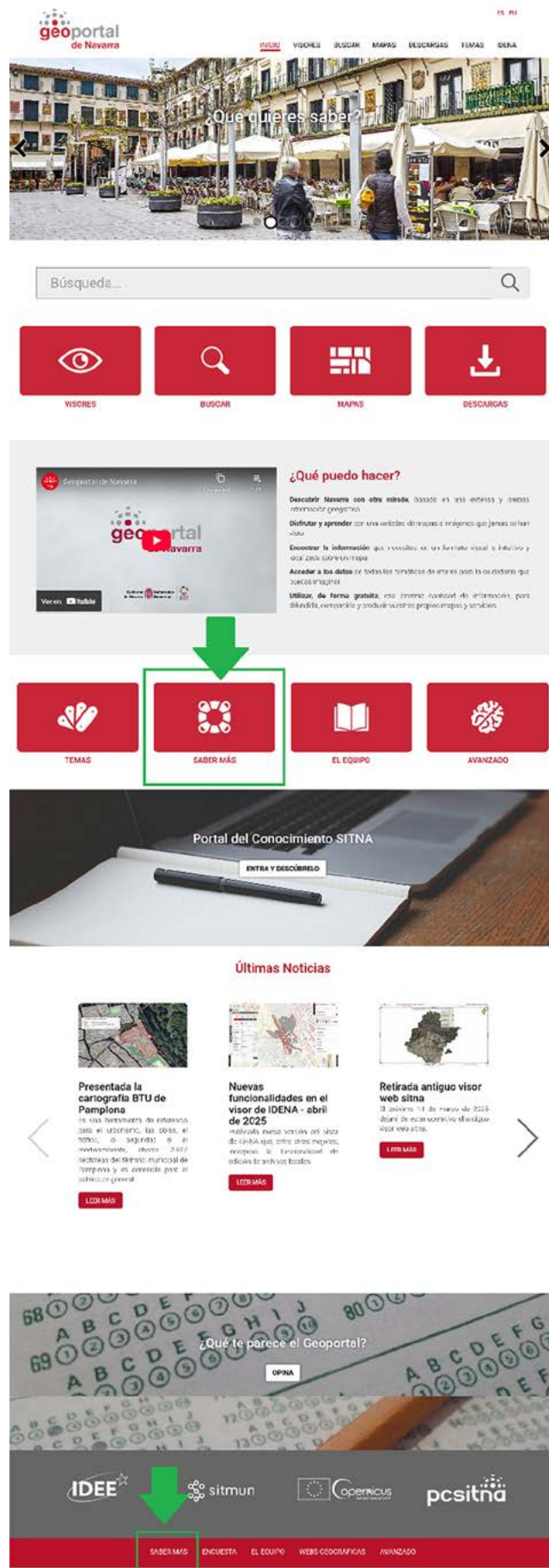
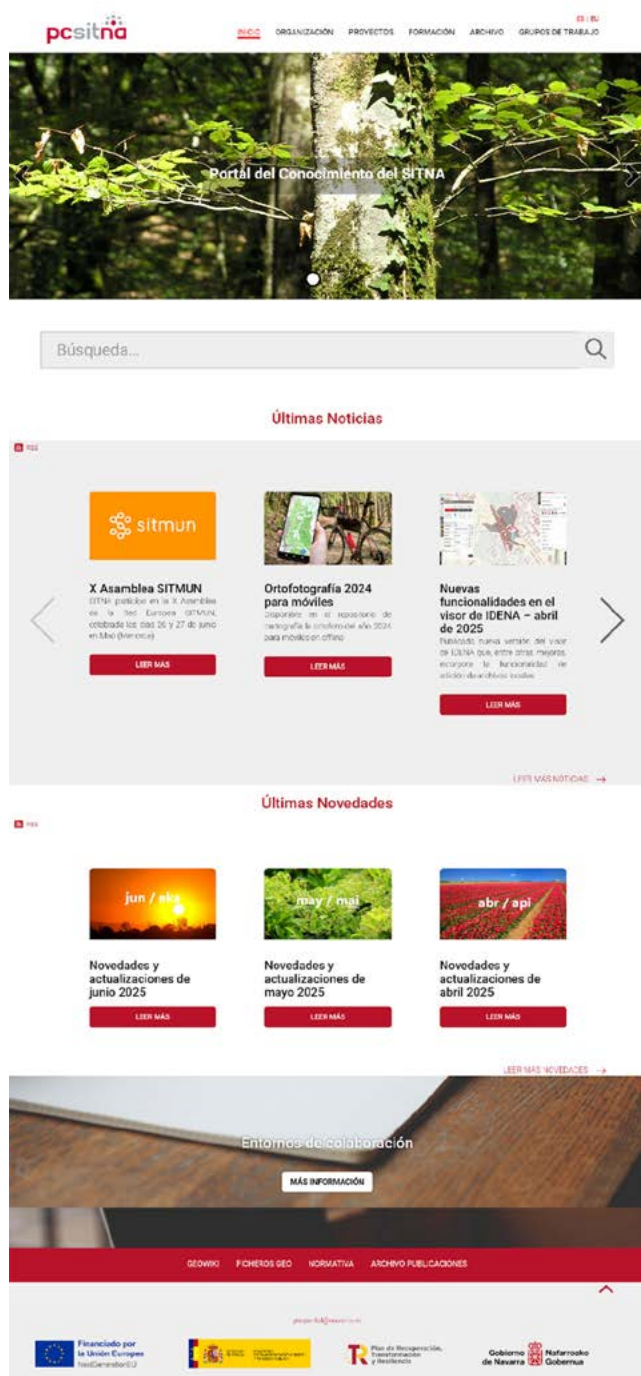
- Facilidad de navegación: conceptos principales y opciones de la web claras y acotadas, evitando la redundancia de la información, pero, a la vez, ofreciendo múltiples caminos para su descubrimiento.
- Consistencia: todas las páginas tienen una estructura general común y un mismo estilo (colores, fuentes, estilos y registros).
- Jerarquía visual: información bien organizada y concisa, prevaleciendo los recursos visuales sobre grandes cantidades de texto.
- Usabilidad: navegación simple y clara, que facilita la búsqueda de información y ofrece un entorno amigable al usuario.
- Responsive: adaptación a los dispositivos móviles para facilitar la navegación, que es el medio cada vez más utilizado por la ciudadanía.
- Multilingüe: en castellano y euskera, pendiente de desarrollar en inglés.



Acceso

El acceso al Portal del Conocimiento SITNA – PCSITNA se realiza a través de dos vías:

1. Mediante la dirección web del portal: <https://pcsitna.navarra.es/>
2. A través del enlace situado en el apartado «SABER MÁS» del Geoportal, accesible tanto desde la página de INICIO, como desde el menú de pie de página, presente siempre en la navegación (marcados en la imagen): <https://geoportal.navarra.es/es/saber-mas>



SIOSE: dos décadas de evolución en la información sobre ocupación del suelo en España y su convergencia con el CORINE Land Cover

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 42
2026
ISSN: 1131-9100

Innovación metodológica, integración multifuente y armonización europea en el marco del 20.º aniversario del SIOSE y el 35.º aniversario del CLC

Jorge Simón Echeverría
Rubén Sánchez Pérez
María Gloria Espejo Cruz
Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Julián Delgado Hernández
Samuel Parada Bustelo
Guillermo Puchol Sola
Instituto Geográfico Nacional (IGN)

El año 2025 marca una efeméride doblemente significativa para la información geográfica temática en España y Europa: el 20 aniversario del proyecto **SIOSE** (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España), iniciado en 2005, y el 35 aniversario del programa **CORINE Land Cover** (CLC), que comenzó en 1990. Ambos constituyen referencias clave para la planificación territorial, el seguimiento medioambiental y la interoperabilidad de datos espaciales.

El SIOSE Alta Resolución (**SIOSE AR**), presentado en las **JIIDE 2021**, supuso un cambio metodológico fundamental, marcando una transición desde la fotointerpretación tradicional a un modelo de integración multifuente de datos geográficos oficiales (Catastro, SIGPAC, Mapa Forestal de España, datos LiDAR del PNOA, datos autonómicos, etc.). El resultado es un producto vectorial a escala asimilable a 1:5.000, sin unidad mínima de representación, con un modelo de datos orientado a objetos que distingue cubierta y uso del suelo con más de 140 clases y atributos. La descarga del producto se puede hacer a través del **Centro de Descargas** del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

En este 2025 se está finalizando la producción del SIOSE AR 2020 y se encuentra en fase de preparación la edición 2023, continuando con la estrategia de mejora del detalle geométrico, temático y temporal. Este ciclo reafirma el compromiso del Instituto Geográfico Nacional (**IGN**) y del conjunto de administraciones implicadas por ofrecer datos actualizados, abiertos y alineados con estándares internacionales y normativas como **INSPIRE** o el **Reglamento UE 2023/138 sobre datos de alto valor**.

A nivel europeo, el CLC ha recorrido 35 años ofreciendo un inventario homogéneo de cobertura y uso del suelo. Desde la edición 2012, en España se produce mediante la generalización de los datos SIOSE, lo que ha permitido mejorar la coherencia entre ambos productos y optimizar los esfuerzos técnicos y económicos. En respuesta a los nuevos requerimientos de información geoespacial de la UE, el CLC ha evolucionado hacia nuevos formatos, como **CLC+ Backbone**, integrando productos especializados (urba-

nos, costeros, temáticos) dentro del Servicio de Vigilancia Terrestre del programa Copernicus (**CLMS**).

Uno de los hitos más recientes es el anuncio del proyecto del SIOSE Histórico, presentado en las JIIDE de 2024. Este desarrollo busca reconstruir la evolución de la ocupación del suelo en el tiempo a partir de versiones anteriores del SIOSE y fuentes complementarias. Este nuevo producto permitirá analizar dinámicas de cambio del paisaje, impactos del cambio climático, evolución urbana o transformación de usos agrícolas y forestales.

Además, el SIOSE también se proyecta hacia aplicaciones específicas como el suelo industrial, variables de vegetación y agua, infraestructuras, resiliencia ante eventos críticos o apoyo a la planificación urbana. Estas líneas de especialización responden a nuevas demandas de administraciones públicas, investigadores y gestores del territorio.

Entre las herramientas asociadas, destaca también el **visualizador oficial del SIOSE**, que permite consultas estadísticas temáticas e interactivas sobre la ocupación del suelo.

En conclusión, la trayectoria del SIOSE en sus 20 años de vida y su convergencia con el CLC europeo refuerzan la importancia de una información geoespacial temática rigurosa, interoperable y adaptada a los retos actuales. El modelo basado en la colaboración administrativa, innovación tecnológica y reutilización de datos demuestra su eficacia como pilar estratégico para la gestión territorial sostenible.

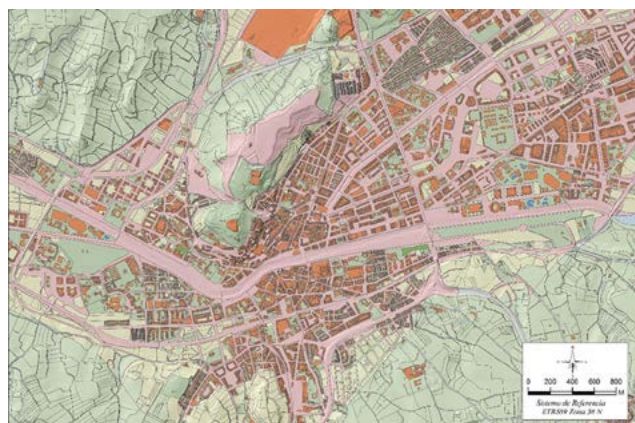


Figura 1. Detalle del SIOSE AR de Burgos de fecha de referencia 2017.

¿Cuánto sol tiene tu tejado?

Portal web para el autoconsumo energético

Alfonso Martínez
Miguel Correa
Guadaltel S.A.

Celia Sevilla Sánchez
Pedro Martín Serrano
Sonia Lara Cordon
Centro Nacional de
Información Geográfica

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 43-44
2026
ISSN: 1131-9100

El Instituto Geográfico Nacional y Guadaltel, mediante la utilización de fondos PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica), han desarrollado una nueva versión del **visualizador web** que permite obtener el potencial solar de tejados y cubiertas para todo el territorio español.

Como datos de partida se han utilizado datos espaciales existentes de diferentes Organismos Públicos:

- Edificios:

- País Vasco: generados por el Eusko Jaurlaritz / Gobierno Vasco a partir de la Base Topográfica Armonizada a escala 1:5.000 (BTA5).
- Navarra: obtenidos a partir del servicio estándar Web Feature Service (WFS) de INSPIRE proporcionados por el Nafarroako Gobernua / Gobierno de Navarra.
- Resto de España: datos obtenidos de la base cartográfica vectorial de la Dirección General del Catastro, a través de su sede electrónica.

- Modelo Digital de Superficies: Instituto Geográfico Nacional (MDS02).

- Radiación solar: PVGIS © European Communities, 2001-2021.

El cálculo de la radiación solar se basa en modelos digitales de elevación y en algoritmos de posicionamiento solar que determinan la irradiación directa, difusa y reflejada en función de la orientación, inclinación y sombras proyectadas por elementos del entorno. Se ha utilizado el Modelo Digital de Superficies (MDS02) del IGN, con una resolución de 2 metros, lo que ha permitido generar modelos de pendiente, orientación y altura del horizonte. Posteriormente, se han calculado los valores de irradiación solar en distintos momentos del año, considerando el coeficiente de turbidez atmosférica y el albedo del suelo.

A través de Python y GDAL se procesaron estos datos para generar mapas rasterizados que representan la radiación en cada edificio.

El desarrollo del visualizador ha implicado la creación de dos servicios web estándar WMS y WMTS, para mostrar el potencial solar:

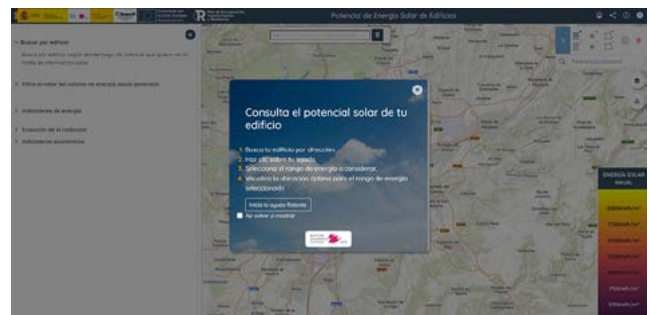


Figura 1. Visualizador del potencial solar. Pantalla de inicio.

- WMS: <https://wms-potencial-solar.idee.es/potencial-solar?>

- WMTS: <https://wmts-potencial-solar.idee.es/potencial-solar?>

Y dos servicios OGC API de procesos para obtener la radiación solar y la entidad cercana: <https://api-processes.idee.es/processes>

El visualizador permite introducir una ubicación para centrarse en la zona de estudio y mostrar la capacidad fotovoltaica del edificio, la media a lo largo del año y una malla puntual para identificar la mejor localización de las placas solares.

En la ventana de inicio se muestran los pasos a seguir y se proporciona acceso a la ayuda flotante que explica cada una de las funcionalidades.

En esta nueva versión del visualizador se han ampliado las funcionalidades:

- se obtiene la curva de potencial solar anual;



Figura 2. Menú de la ayuda flotante.

- se muestran simuladores de costes de instalación en función del tipo de placas: inversión, energía generada, ahorro anual por consumo, ahorro por compensación y periodo de amortización;
- se puede configurar la instalación en función del tipo de placas;
- se puede dibujar para filtrar sobre un tejado, etc.

También es posible ver la zona de influencia de las comunidades energéticas a partir de un punto.

Por otro lado, se ha elaborado un cuadro de mando con Apache Superset con el potencial instalado por municipios, provincias y comunidades autónomas.

Además, se han incluido nuevas capas para visualizar como son la radiación solar media de los edificios públicos y la radiación solar global de todo el suelo, que puede ser de utilidad para la creación de huertos solares.

Por último, se incluye con respecto a la anterior versión del visualizador, una visualización en 3 dimensiones de los edificios que lo permiten.

Este tipo de visualizadores ofrece a las empresas instaladoras y a los usuarios públicos y privados hacer una estimación del potencial solar, previo a la instalación, y ayuda en la toma de decisiones en cuanto a la ubicación de las placas.

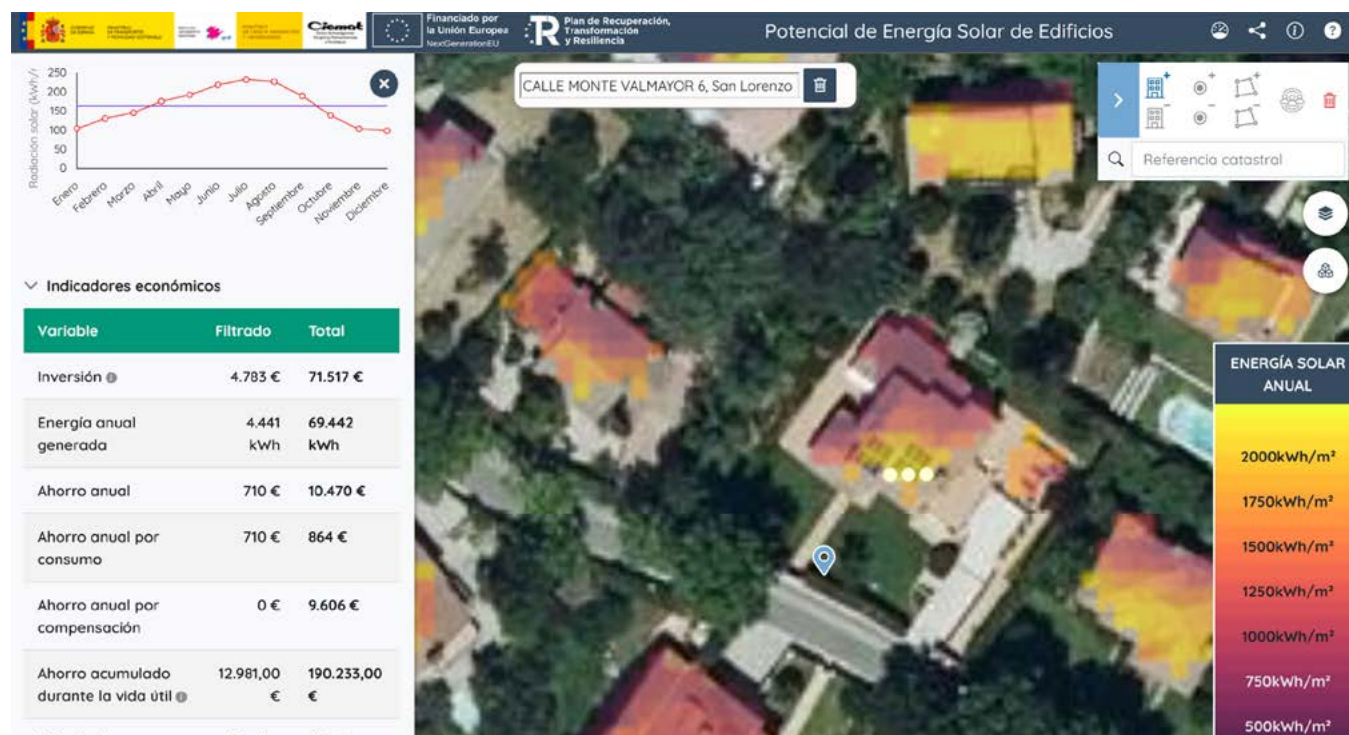


Figura 3. Estimación de potencial solar total de un edificio y costes de instalación.

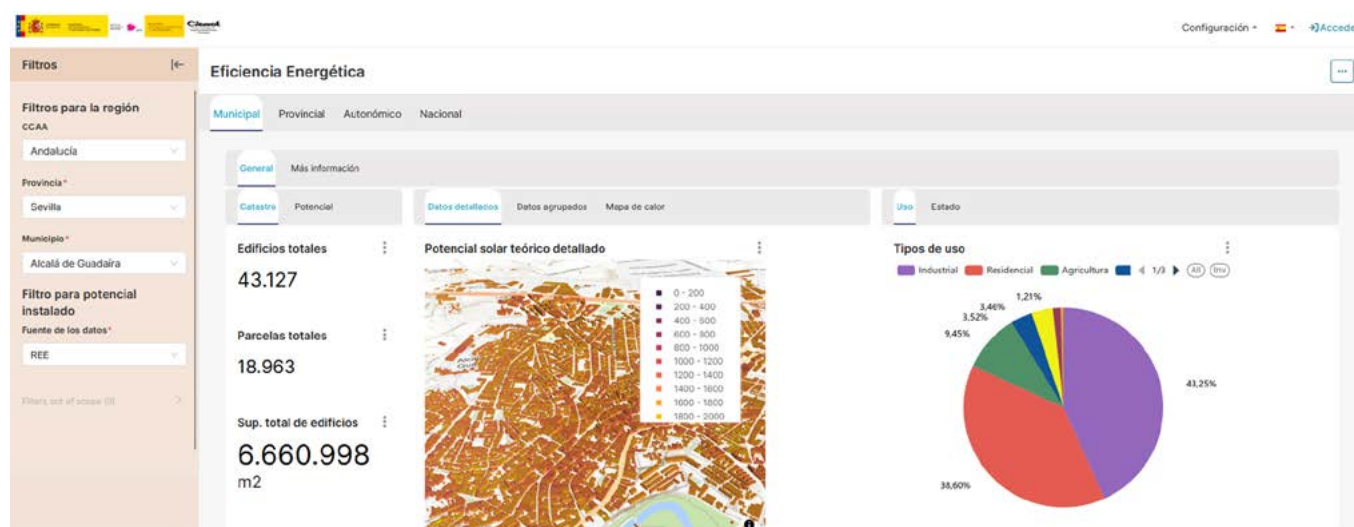


Figura 4. Cuadro de mando del potencial instalado.

Próximas novedades de Mapa a la Carta v.4

ChatBot con IA, mapa histórico, carga de servicios externos y mucho más

Celia Sevilla Sánchez

Pedro Martín Serrano

Sonia Lara Cordon

Centro Nacional de Información Geográfica

REVISTA **MAPPING**

Vol. 35, 222, 45-46

2026

ISSN: 1131-9100

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) publicaron en el año 2021 la aplicación web **Mapa a la Carta** para crear cartografía a demanda pudiendo elegir la ubicación del mapa, la escala dentro de unos rangos, el título y el diseño de la cartela. Desde entonces, ha habido sucesivas mejoras para incorporar nuevos productos, fondos cartográficos y funcionalidades.

Actualmente, la aplicación cuenta con diferentes productos: mapas topográficos a partir del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 y 1:50.000, fotos aéreas a partir del PNOA de máxima actualidad y series cartográficas a partir de los productos anteriores. Sobre estas bases cartográficas es posible incorporar diferentes rutas del catálogo de rutas de ocio y tiempo del Centro de Descargas, o geometrías propias, bien mediante su dibujo o la importación en diferentes formatos.

El producto resultante es un mapa o foto área único y exclusivo, pero de una alta calidad, que se puede descargar de manera gratuita en PDF o encargar para su compra e impresión en los talleres cartográficos del IGN y en diferentes acabados, formatos y papeles.

El objetivo de la ponencia es presentar las mejoras que incorporará la próxima versión (v.4) que se publicará en 2026:

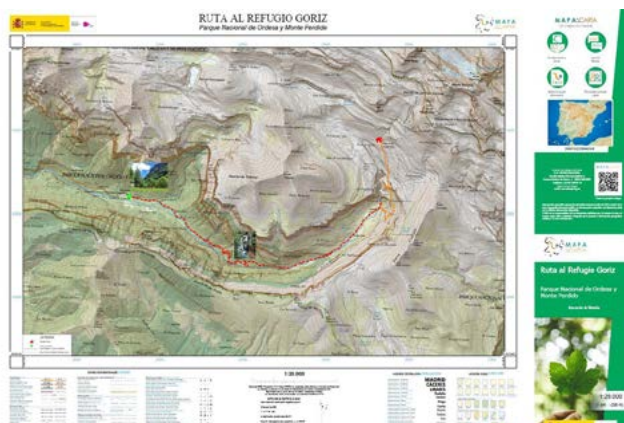


Figura 1. Mapa a la carta que incluye imágenes, simbología puntual y leyenda propia.

1. Creación de una Chatbot geoespacial (MacBot) mediante inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural, que permita interpretar y responder a las consultas en lenguaje cotidiano.

En este marco, se incorporarán al diálogo las opciones relativas a los distintos parámetros de configuración existentes en la aplicación Mapa a la Carta, entre otros:

- Área de interés.
- Marco de coordenadas y cuadrícula.
- Escala del mapa.
- Producto cartográfico deseado (mapa topográfico/imagen aérea).
- Orientación de la hoja.
- Título y autor.
- etc.

En la toma de estas decisiones se identificarán expresiones como:

- me gustaría un mapa de (lugar),
- quiero ver las coordenadas (cuadrículas y coordenadas de referencia),
- me enseñas el mapa más pequeño/grande (escala),
- mueve el mapa más a la derecha/izquierda (BBOX),
- gira el mapa (orientación),
- me puedes poner una fotografía (producto),
- pon como autor a (título y autor).

MacBot, también ofrecerá valores por defecto y las alternativas de configuración disponibles en lenguaje no especializado.

Para cada uno de los cambios solicitados por el usuario, serán interpretados por MAC-BOT y mostrados "en tiempo real" en una vista previa de mapa a la carta. Se volverá a preguntar al usuario en lenguaje natural, si desea cambiar algo más o no.

Finalmente, tras la aceptación del usuario (¿te ha gustado?), se ofrecerán los formatos disponibles, pdf, copia impresa, plegado, etc. Conectando con las API de impresión y venta del CNIG.

2. Creación de mapas a la carta históricos a partir de la primera edición del MTN50 y con una plantilla vintage similar a la existente en la época: título, escala, leyenda y marco.
3. Posibilidad de guardar sesión completa, no sólo las geometrías. Lo que permitirá guardar también el tipo de producto, ubicación de la hoja, escala, distancia de la cuadrícula de coordenadas, etc.
4. Posibilidad de incluir logo en la cartela. Esta funcionalidad permitirá dar respuesta a una necesidad de la población que querían personalizar el mapa con sus logos.
5. Mejora de la simbología superficial de las entidades importadas o dibujadas, incluyendo transparencia, patrones lineales o puntuales superficiales.
6. Mejora de la legibilidad de los textos incluidos por las personas usuarias en el mapa, mediante la incorporación de un halo o sombreado.
7. Incluir las coordenadas geográficas en el marco. Se trata de otra demanda de las personas usuarias, acos-

tumbradas al MTN25 y MTN50 en el que la cuadrícula del mapa está en coordenadas geográficas en vez de en coordenadas proyectadas. En esta versión se podrá incluir su valor en el marco del mapa.

8. Carga de servicios web OGC externos que se imprimirán en el mapa.
9. Un nuevo tamaño extra grande 70 x 100 cm, para crear grandes mapas o fotos aéreas.
10. Un nuevo formato rígido de 1 cm.
11. Y muchas más mejoras de usabilidad y actualización de versiones de software.

Con todas estas mejoras se sacará cada vez más partido a la aplicación y se seguirá extendiendo su uso, que no ha parado de crecer en estos años.

La aplicación ha sido desarrollada con *software* libre: La interfaz se ha desarrollado en React y cuenta con un visualizador de mapas que utiliza la API-IDEE. Para generar el mapa en pdf se utiliza el componente MapFish de OSGeo.

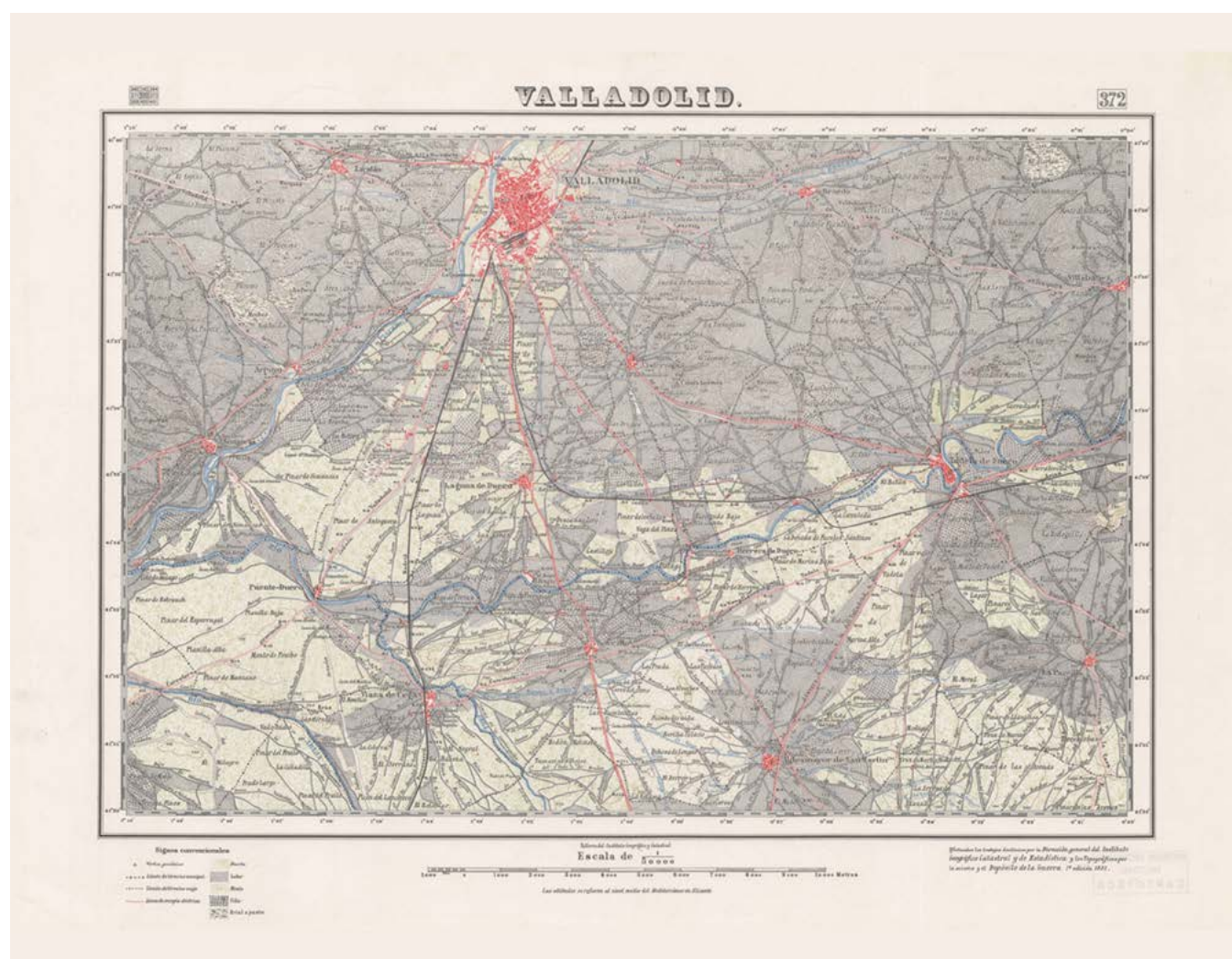


Figura 2. Mapa de Valladolid de la primera edición del MTN50 que se utilizará de ejemplo para la plantilla vintage.

Evolución del programa PNOA

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 47-48
2026
ISSN: 1131-9100

Mejora de la resolución nominal de PNOA Imagen y generación de ortoimágenes verdaderas en núcleos urbanos

Ana Rita Serna Martínez
Ernesto Ballesteros García-Asenjo
Juan Pedro Lopez Martín
Ana Rodado Muñoz
Instituto Geográfico Nacional

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) coordina desde el 2004 el **Plan Nacional de Ortofotografía Aérea** (PNOA), cuyo objetivo es la obtención de imágenes aéreas ortorectificadas de todo el territorio español, con una periodicidad actual de 3 años (cada año se vuela un tercio de España) y a una resolución de 25 cm de tamaño de píxel, empleando para ello cámaras fotogramétricas digitales y un tratamiento riguroso de las imágenes del terreno obtenidas durante el vuelo. La idea básica de este proyecto hasta la fecha ha sido realizar, en cada ciclo, un único vuelo fotogramétrico por Comunidad Autónoma con una resolución nominal de 35 o 22 cm dependiendo de la C.A., cumpliendo con unas especificaciones técnicas consensuadas entre todas las administraciones públicas participantes.

Tanto los medios de captura aérea como las cámaras de última generación han evolucionado vertiginosamente en los últimos 20 años. En este tiempo, las cámaras han multiplicado hasta por cuatro veces su resolución espacial y rendimiento, permitiendo capturas más precisas y con mejor resolución desde mayores alturas de vuelo, de forma más rápida y con mayor tamaño de escena, permitiendo cubrir la misma área con un número menor de imágenes. Los parámetros de captura son mejorados de forma sustancial con cada nueva actualización de las cámaras aéreas. Esta evolución tecnológica hace viable mejorar la resolución nominal del PNOA de 35 a 20 cm para todo el territorio nacional, permitiendo atender las demandas de los usuarios y posibilitando ampliar las capacidades del proyecto con nuevos casos de uso.

Por otro lado, prueba del interés que tiene en los usuarios los productos PNOA es el incremento de peticiones en los **servicios web de PNOA** y en el número de descargas en el **Centro de Descargas** del CNIG en los últimos años, como se observa en la siguiente tabla.

El contexto tecnológico anteriormente expuesto sugiere la necesidad de un cambio orientado a maximizar los avances tecnológicos ocurridos desde el comienzo de este, aprovechando las posibilidades actuales de captura de imágenes aéreas con mayor resolución y productividad, para ampliar así las capacidades de los productos y servicios ofrecidos por el IGN en cada nuevo ciclo PNOA.

Adicionalmente al aumento de resolución nominal a 20 cm para adecuarse al estado del arte actual de los medios de captura aerotransportados, el avance tecnológico en las herramientas de procesamiento, explotación y difusión de datos geoespaciales habilita nuevas posibles aplicaciones del dato PNOA, que debe atender nuevas funcionalidades, usuarios y caso de uso.

El auge de los gemelos digitales 3D, la interoperabilidad necesaria entre los datos geográficos y las especificaciones BIM, los procesos de Inteligencia Artificial geográfica, etc., requieren de una adecuación de las especificaciones de

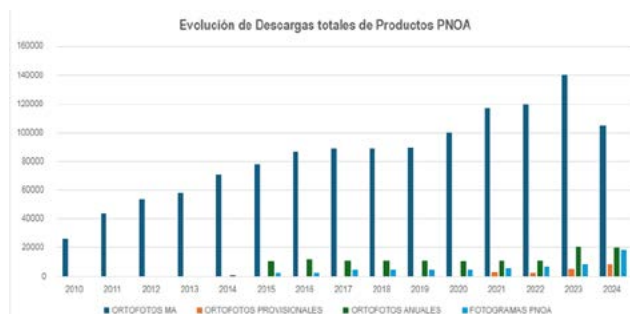


Tabla 1. Evolución de descargas de productos PNOA



Figura 1. Comparación de una ortoimagen tradicional PNOA Máxima Actualidad 2023(izquierda) con una ortoimagen verdadera 2024 (derecha). Fuente: PNOA MA y Gobierno de Cantabria.

vuelo y ortoimagen a esta realidad, así como una revisión metodológica profunda, tal y como se está realizando en el resto de las agencias cartográficas europeas en los países de nuestro entorno. Alemania, Francia, Países Bajos, Austria, Polonia, Suiza, Eslovaquia, República Checa, ya tienen implantadas resoluciones nominales de 20 cm o mejor, junto con aumentos del recubrimiento longitudinal y transversal, mejorando la resolución en muchos casos para áreas urbanas y de especial interés, con el objetivo de responder a la demanda creciente de generación de gemelos digitales territoriales.

En cuanto a la generación de ortoimágenes, algunos de los softwares de producción actuales incluyen la posibilidad de obtener ortoimágenes verdaderas, donde la ortorrectificación no solo se circunscribe a los elementos situados a cota terreno, tal y como se recoge en la especificación actual de ortoimágenes PNOA basada en ortorrectificación convencional a nivel del suelo, obviando con ello la rectificación de todos los elementos, artificiales o naturales, que existen sobre el mismo. La ortorrectificación convencional actual presenta ciertos problemas en proyectos de planificación o gestión urbanística y catastral

municipal, por existir en ellas oclusiones debidas al abatimiento de los objetos existentes sobre la superficie de la tierra que obligan en muchas ocasiones a realizar tareas adicionales de campo para completar los estudios, y que no permiten hacer un análisis e interpretación directa sobre las imágenes, dificultando la extracción de medidas directas sobre la ortoimagen en los elementos no rectificados como viaductos, puentes, etc.

Para poder generar ortoimágenes verdaderas se requiere un aumento de **recubrimiento longitudinal** del vuelo del 60% al 80 % en zonas urbanas y tramos costas acantilada y un incremento del **recubrimiento transversal** del 30% al 60%.

El IGN está evaluando los softwares disponibles en el mercado para realizar una prueba piloto de generación de ortoimágenes verdaderas de los principales núcleos urbanos de las Comunidades Autónomas de Andalucía, Murcia y Extremadura. El objetivo es analizar su posible implementación en el flujo de trabajo de producción de ortoimágenes verdaderas para poner el producto a disposición del usuario en el CdD, servicios web de visualización, servicios OCG 3DTiles y visualizadores 3D.



Figura 2. Visualizador 3D de ortoimágenes verdaderas. 3DTile.

En 2025 se han cumplido 30 años desde que el **Ayuntamiento de Cáceres** apostara por la puesta en servicio de un sistema de información geográfica (SIG) que centralizara y optimizara la gestión de sus datos. Con el paso de los años, el SIG de Cáceres (<https://sig.caceres.es>) se ha convertido en una herramienta fundamental para el trabajo no sólo de los técnicos municipales a la hora de resolver expedientes y consultas, sino también para los gobernantes a la hora de tomar decisiones sobre la ciudad, y para los propios ciudadanos que pueden acceder y consultar miles de datos de su entorno más cercano.

En el año 2014, en base a las reglas establecidas en la directiva **INSPIRE** y en su posterior transposición a la normativa española (**LISIGE**), se pone en marcha la Infraestructura de Datos Espaciales municipal (<https://ide.caceres.es>), que pone a disposición de todos los actores implicados (administraciones, profesionales, empresas, ciudadanos, etc.) los datos geográficos gestionados desde el SIG de forma sencilla, directa e interoperable, garantizando la reusabilidad de los mismos bajo licencia **Creative Commons Reconocimiento 4.0**.

De esta manera, los datos geoespaciales actualizados disponibles en el SIG de Cáceres se publican mediante la IDE (Figura 1). Estos datos son utilizados por profesionales y empresas en el desarrollo de sus actividades relacionadas con el territorio, así como por los ciudadanos en su vida cotidiana a través de diversos visualizadores y herramientas de consulta.

Con ello se consigue una primera forma de acceso al conocimiento del territorio mediante capas tematizadas

y conjuntos de datos. Estamos en el nivel más bajo de la llamada pirámide del conocimiento (Figura 2).

Para llegar al segundo nivel, el de la Información, estamos trabajando en la generación de datos estadísticos y cuadros de mando que permitan estudiar comportamientos y tendencias. Gracias al SIG corporativo, podemos complementar el contenido de las diferentes bases de datos municipales con datos de otras fuentes externas para obtener indicadores sobre el territorio y así evaluar la situación en diferentes ámbitos: social, urbanístico, medioambiental, de movilidad, etc (Figura 3).

Desde hace dos años, el **Ayuntamiento de Cáceres** viene apostando por el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en el desarrollo de diferentes asistentes virtuales que ayuden a los ciudadanos en sus relaciones con la administración, y al personal municipal en el desempeño de su trabajo, a diferentes niveles, con el objetivo de agilizar y automatizar la gestión de expedientes y la tramitación de documentos.

Así, para alcanzar el nivel superior de la pirámide, el del Conocimiento, desde la **sección del SIG** en colaboración con los compañeros del Servicio de Desarrollo Tecnológico, que ya son verdades expertas en esta materia, se está trabajando con la Inteligencia Artificial generativa con varios objetivos: facilitar el acceso a los datos a ciudadanos y profesionales, desarrollando asistentes virtuales que utilicen lenguaje natural; facilitar la toma de decisiones con consultas complejas realizadas de manera sencilla; implementando nuevos visualizadores más avanzados,



Figura 1. Datos gestionados por el SIG de Cáceres.



Figura 2. Pirámide del conocimiento.

LOCALIDAD: CACERES

Población y Vivienda	Servicios	Plano de Situación	Clima	Salud
Movilidad	Medioambiente	Ocio	Residuos	

DATOS DE MOVILIDAD

 22.132 Plazas de aparcamientos en Línea	 19 Estaciones de Servicio
 17.745 Plazas de aparcamientos en Batería	 6 Parkings Públicos
 229 Plazas de aparcamiento para Motos	 48.562 Metros de Carril Bici
 320 Plazas de aparcamiento para Bicis	 42 Puntos de Recarga
 627 Plazas de Movilidad Reducida	 212 Caminos públicos de titularidad municipal
 785 Plazas de Zona Azul	 1.171.389 KM de Caminos públicos de titularidad municipal
 0,42 Plazas de aparcamiento por Habitante	 13 Líneas de Bus urbano
 0,78 Plazas de aparcamiento por Vivienda	 237 Paradas de Bus urbano

Figura 3. Resumen estadístico de datos de Movilidad de la ciudad de Cáceres.

interactivos y dinámicos, que permiten explorar los datos de manera más intuitiva y comprensible.

La primera versión de GeoCáceres, asistente virtual basado en IA (Figura 4), ya se está entrenando para que proporcione respuestas sobre la ciudad. El sistema utiliza ChatGPT 4.0 y se está instruyendo con los conjuntos de datos procedentes de la IDE. El objetivo es que pueda responder a preguntas como:

- «Quiero ir a la farmacia abierta más cercana al punto en el que me encuentro, y que tenga una plaza de aparcamiento de movilidad reducida próxima».
- «Tengo que ir a la administración de loterías nº6 desde mi casa, dime la combinación de bus que tengo que coger para llegar».
- «Teniendo en cuenta la población a partir de los datos del Padrón de Habitantes y la ubicación actual de todas las farmacias de la ciudad, sugiere la localización más adecuada para una nueva farmacia».

Se está diseñando una interfaz sencilla que permita a cualquier usuario interactuar con el asistente, que trate de orientar las consultas para hacerlas lo más eficientes posibles, reduciendo así las denominadas *alucinaciones*.

Internamente, para entrenar a ChatGPT se están implementando *prompts* que recuperan los datos directamente

de la IDE, a través de los servicios WFS que proporciona Geoserver, lo que garantiza la utilización de los datos más actualizados posibles en cada momento.

En resumen, para tomar las mejores decisiones sobre el territorio se necesita un gran conocimiento sobre el mismo. El SIG municipal facilita el conocimiento del ámbito territorial de Cáceres desde su IDE (que proporciona los datos), a través de datos estadísticos y cuadros de mando (que generan información), y de visualizadores y asistentes virtuales basados en IA (que generan conocimiento). GeoCáceres es la primera experiencia en este sentido, y veremos su evolución hacia una interfaz de consulta basada en lenguaje natural que analice e interprete datos procedentes de la IDE local.



Figura 4. Imagen de cabecera de GeoCáceres.

En este 2025, el **SIG municipal de Cáceres** está de aniversario. Se cumplen 30 años de la creación del departamento SIG del **Ayuntamiento de Cáceres** con la premisa desde su nacimiento de disponer de cartografía e información georreferenciada de su territorio organizada en diferentes temáticas. Temas que sirviesen de base para los estudios y proyectos técnicos que se elaboran en las dependencias municipales, como la puesta en servicio de los geodatos e información útil y directa del Ayuntamiento a sus ciudadanos. También el objetivo de crear nuevas rutinas y metodologías de trabajo que generen datos que sean aprovechables para todos.

Tras la creación del geoportal de Cáceres a través de su **IDE**, las consultas y descargas a las fuentes oficiales del Ayuntamiento de Cáceres han ido en aumento, siendo imprescindible el acceso a la geoinformación de nuestro municipio a través del portal, con acceso a los visualizadores, a los contenidos de descarga de los datos y los múltiples accesos de consultas a servicios de mapas a través de la web.

Pero el Ayuntamiento de Cáceres quería dar un paso más con la creación, allá por el año 2016, de una APP que tuviese más alcance que los visualizadores disponibles en la IDE municipal, dado el auge en la utilización de las apps en las plataformas Android e IOS. El objetivo es llevar el mapa actualizado de Cáceres a más usuarios que pudiesen tener la cartografía, ortofotos y consultas a la información local, muy extensa y variada al ser la administración más cercana al ciudadano y con más competencias.

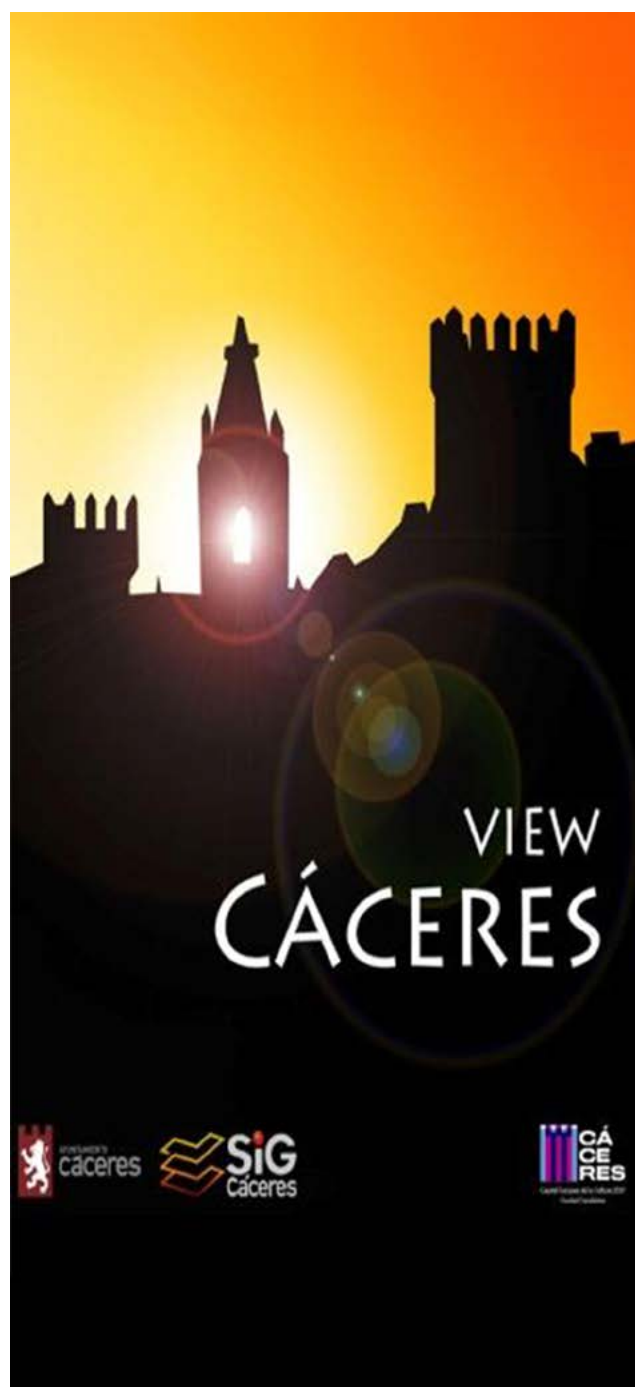
Ha pasado casi una década desde la puesta en servicio de la APP con bastante éxito entre los usuarios y con un total de más de 10.000 descargas contando todas las versiones de las dos plataformas.

Pasado este tiempo, era el momento de lanzar una nueva versión que tuviese un mantenimiento más sencillo, puesto que la anterior versión se configuraba a través de un generador de escenarios sólo para la APP.

Durante los últimos dos años y tras la puesta en servicio del **visualizador de la IDE de Cáceres**, que contiene diferentes mapas en un único visualizador, se ha desarrollado una nueva APP más sencilla en su gestión, pues sólo publica los mapas que contiene el visualizador de la IDE de Cáceres, pero con la versatilidad en cuanto a las utilidades y herramientas de una

APP de mapas.

A continuación, algunas imágenes de la **APP Cáceres View**.

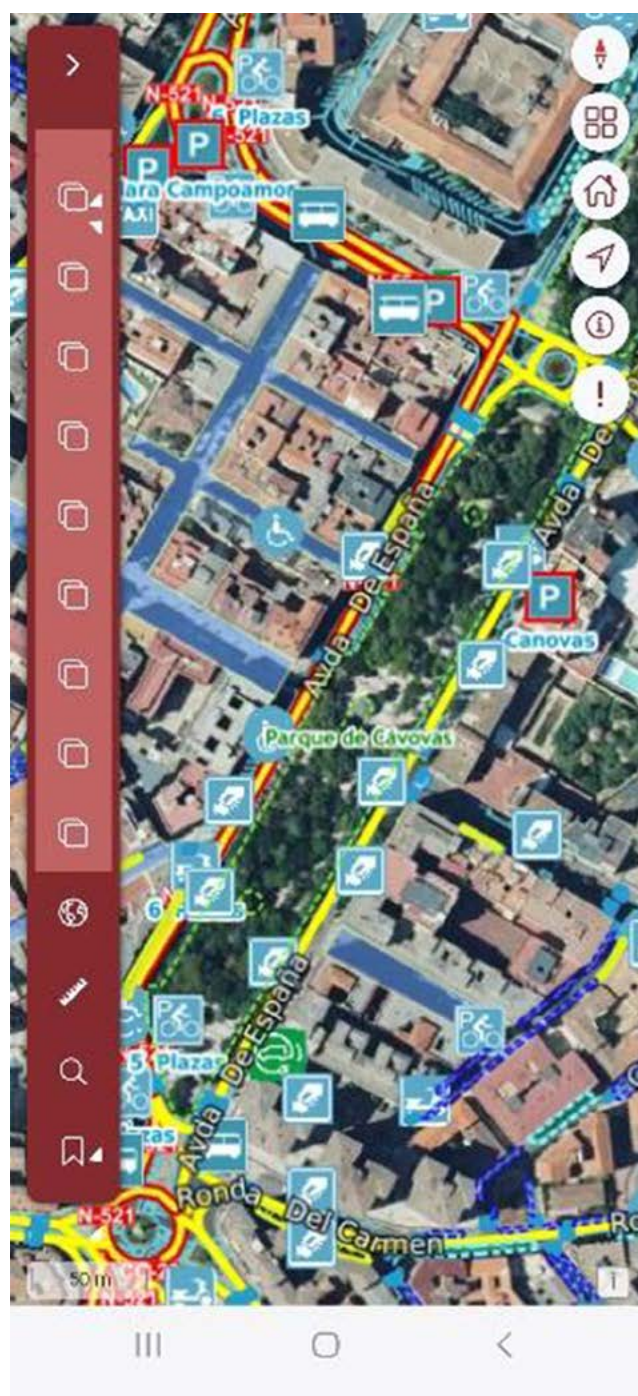




La APP estará disponible para IOS y Android. Entre los contenidos geográficos se incluyen diferentes mapas base como Ortofoto actual del PNOA, cartografía del IGN entre otros recursos de otras IDEs.

En la galería de mapas se puede consultar el mapa de **Cartografía**, que engloba cartografía actualizada, cartografías de diferentes fechas, cartoteca con mapas y planos históricos, además de mapas temáticos que incluye mapas lidar del IGN, ocupación del suelo, SIGPAC, entre otros.

En el mapa de **Ortofotos** se pueden visualizar vuelos desde 1946 hasta nuestros días, el mapa del **Callejero** municipal, donde también se puede consultar la carto-



grafía y fichas catastrales. El **Planeamiento** urbanístico vigente y de otros Planes Generales anteriores. El mapa de **Servicios** que incluye el potencial solar de las cubiertas de las edificaciones e inventario de arbolado urbano. Los contenidos de **Movilidad** con caminos públicos y acceso a plazas de aparcamientos, plazas de movilidad reducida, bus urbano en tiempo real, etc.

El Mapa de **Patrimonio** que compone el **Inventario municipal** de solares, edificios y fincas rústicas. Incluido el patrimonio arquitectónico del casco histórico de Cáceres.

El **Archivo Histórico** con la digitalización y georreferenciación de imágenes y de expedientes del archivo

hasta 1950. Y **Estadísticas** de Padrón, de viviendas, censo y elecciones.

Accediendo al mapa que se quiere consultar podemos acceder a los datos con el botón «i» de información además de realizar medidas aproximadas de áreas y de distancia.

En la herramienta de búsquedas, se puede buscar por calles, número de gobierno, toponimia municipal, por catastro de urbana y rústica, por caminos, carreteras y puntos kilométricos, por barrios y por coordenadas.

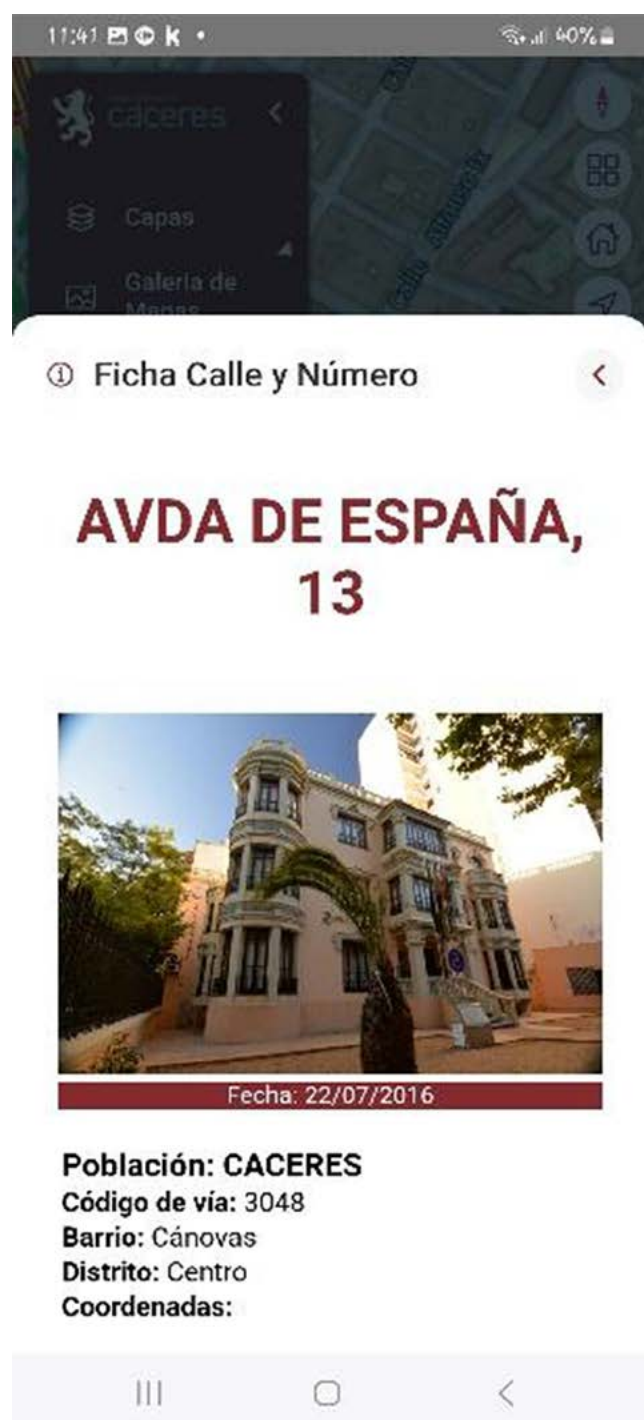
Entre las utilidades podemos rotar el mapa, geolocalizar

nuestra posición, autorientar el mapa y guardar los contenidos del mapa con las capas que desee el usuario en un mapa favorito.

También se dispone de un botón que accede a un formulario de incidencia para que el usuario nos ayude a corregir y actualizar la información consultada.

Esta nueva APP es muy útil para técnicos, usuarios de geoinformación y cualquier ciudadano que necesite consultar los datos de su ciudad en un entorno de mapas interactivo.

<https://sig.caceres.es/servicios/app-para-moviles/>



Callejero, Padrón, Catastro. Avances hacia la convergencia

Un año de experiencia de la IDE de Cáceres

Luis Antonio Alvarez Llorente
Faustino Cordero Montero
Conchi Mariscal Yuste
Ayuntamiento de Cáceres

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 54-55
2026
ISSN: 1131-9100

El **Ayuntamiento de Cáceres** apostó desde 1995 por disponer de un **sistema de información geográfica** (SIG) que permitiera geolocalizar todos sus datos sobre el territorio. La base debía ser una cartografía con la precisión suficiente como para poder representar su extenso término municipal. Pero esta base cartográfica se quedaba corta sin un callejero único, completo y actualizado, que permitiera identificar cualquier dirección sin ambigüedades ni duplicidades.

Desde principios de 2000 se trabajó en el diseño de un callejero digital, que permitiera su consulta desde internet, que fuera único y que sólo se pudiera mantener y actualizar por personal autorizado.

Este callejero incorporaba como novedad la división de la ciudad en *distritos y barrios*, algo que tenía como objetivo la generación de datos estadísticos más allá de lo habitual basado en distritos y secciones censales, que en el caso de Cáceres no aportaban datos adecuados por la extensión de algunas de las secciones (con poca población, pero con más de 200 km²).

Así, desde el año 2006 la **sección del SIG municipal** asumió la competencia de la gestión integral del callejero, que incluye desde las altas, bajas o cambios en la nomenclatura de sus vías, la gestión de los números de gobierno, o incluso la gestión de la rotulación de las vías.

Este callejero es público y se puede consultar y descargar a través de la **IDE municipal**, y en todos los visualizadores implementados. Se actualiza diariamente. Como novedad, desde el mes de mayo el callejero se puede descargar en

formato CSV conforme al modelo de datos del Sistema Cartográfico Nacional.

En la actualidad, prácticamente todas las secciones municipales emplean este callejero digital único, de manera que todas las licencias de obra, de actividad, expedientes de urbanismo o las cédulas de habitabilidad usan las direcciones normalizadas de este callejero.

Desde que se llevó a cabo la integración de este callejero con el Padrón de habitantes ya nadie se puede empadronar en números que no estén previamente identificados y geolocalizados en el SIG municipal. Además, al incorporar la distribución en distritos y barrios, se pueden generar unas estadísticas de población mucho más realistas que las basadas en datos censales.

Con este paso se logró que el callejero municipal y el callejero asociado al Padrón fueran básicamente el mismo. Pero solamente se ha conseguido hasta el número de gobierno (*parte pública*). Hasta completar la dirección falta una segunda parte, la que denominamos *parte privada*, que no está normalizada en el callejero municipal.

Esta situación ha dado lugar a que las direcciones del Padrón estén muy bien controladas en su parte pública, pero se hayan viciado en su parte privada, lo que está provocando más problemas de los inicialmente estimados.

Por otra parte, en el año 2022, se llevó a cabo un minucioso trabajo de asignación de números de gobierno a parcelas catastrales. De esta forma, a cada número se le asociaron los 14 primeros dígitos de la referencia que identifican la parcela catastral en la que

Calle Roa Bastos nº2, 3º-D

parte pública parte privada

se localiza. Este trabajo ha permitido relacionar datos de población con datos de viviendas, pero básicamente sólo para resultados estadísticos.

Así, se pueden obtener datos como el número de personas empadronadas en una manzana o en una parcela catastral (o incluso en un edificio), conocer el número de viviendas por barrio, etc.

En 2023 **INE** y **Catastro** plantean la necesidad de relacionar Padrón con Catastro. El convenio que firman tiene por objeto el impulso de la modernización de los sistemas de gestión del padrón de las entidades locales que, entre otras cosas, asignará un CIV, o Código de Identificación de la Vivienda, a cada vivienda disponible para empadronar.

Este CIV es un código de 24 posiciones que delimita de forma única a cada vivienda y está basado, siempre que sea posible, en la referencia catastral.

Pero la asignación de este CIV no resulta tan sencilla como aparentemente podría parecer. Las discrepancias entre el callejero municipal, el callejero del Padrón y el callejero de Catastro son bastante complejas de resolver, y necesitan, en muchos casos, de un tratamiento individua-

lizado y de un trabajo de campo más o menos complicado.

Los trabajos previos ya se presentaron en las JIIDE 2024 en Vitoria, donde se expusieron los problemas que se habían detectado y se anticipaban los siguientes pasos a dar.

Se están repasando una a una todas las direcciones asociadas a viviendas en la ciudad. Actualmente tenemos un 30% de las viviendas relacionadas, y un 15% más pendiente de visitas en campo para resolver dudas que desde la oficina no se pueden solucionar.

En general, el avance está resultando más rápido de lo esperado, dentro de la complejidad y dificultad que conlleva el repaso exhaustivo de todas las direcciones.

Para alcanzar el objetivo final ya hemos mantenido conversaciones tanto con la Gerencia Provincial del Catastro de Cáceres como con la sección municipal encargada del Padrón de habitantes, y las primeras impresiones están siendo positivas.

En resumen, conseguir la convergencia de callejero municipal, Padrón y Catastro es posible e incluso necesaria. Disponer de un censo de viviendas, cada una identificada con su CIV, está siendo una tarea muy laboriosa y manual, pero los resultados que se esperan justifican el esfuerzo.

Direcciones y POI como infraestructura clave: valor social, económico y estratégico del dato en el contexto de CartoCiudad

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 56-57
2026
ISSN: 1131-9100

Itziar Doñate Vadillo
Óscar A. Cano
Sergio Ayuso
José María Gómez
Irene Madrid
Paloma Abad

O.A Centro Nacional de Información Geográfica

En la era digital, pocas infraestructuras son tan fundamentales y al mismo tiempo tan invisibles como los datos de direcciones y los Puntos de Interés (POI). Aunque pasan desapercibidos para la mayoría, estos datos georreferenciados son esenciales para el funcionamiento eficiente de los servicios públicos, la respuesta a emergencias, la planificación urbana, la toma de decisiones empresariales y el diseño de políticas públicas. Las direcciones y POI son piezas críticas de la infraestructura de datos espaciales, desde su valor estratégico hasta su aplicación práctica, tomando como eje vertebrador el proyecto **CartoCiudad**.

Desde una perspectiva internacional, la **Agenda 2030 de Naciones Unidas** subraya la importancia de contar con datos desagregados, geoespaciales y actualizados como condición indispensable para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Lograr metas como el acceso universal a los servicios básicos (ODS 1, 3 y 4), la reducción de desigualdades (ODS 10) o el desarrollo de ciudades sostenibles e inclusivas (ODS 11) requiere conocer con precisión la localización de la población, los edificios y los servicios. En este contexto, las direcciones geocodificadas y los POI forman parte de una infraestructura digital básica para diseñar, ejecutar y evaluar políticas públicas eficaces.

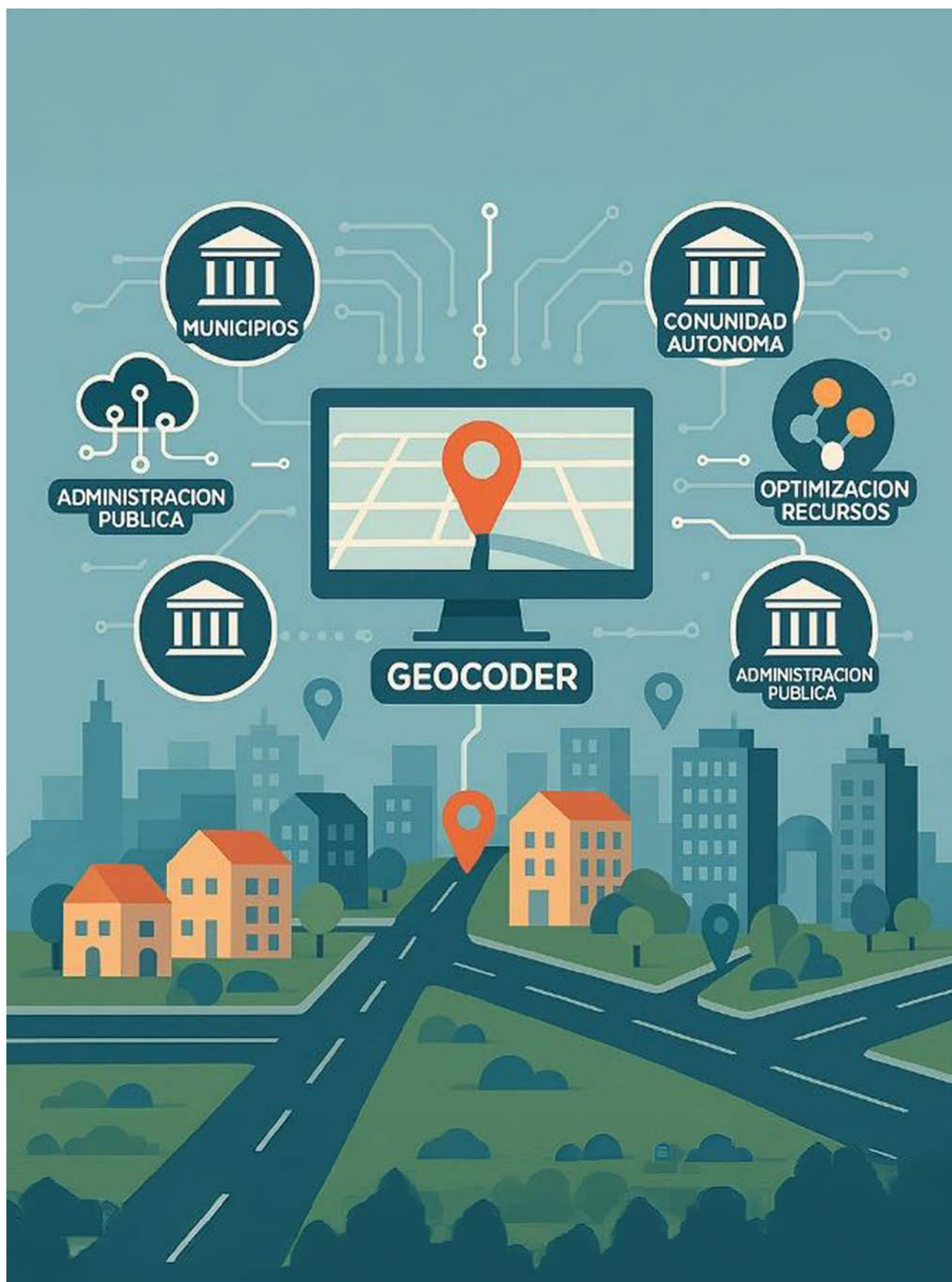
A nivel europeo, tanto la Directiva INSPIRE como el Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138 sobre conjuntos de **datos de alto valor** reconocen las direcciones y lugares de interés como conjuntos de datos fundamentales. Dichas normativas establecen la obligación de que estos datos estén disponibles en formatos abiertos, accesibles e interoperables, lo que refuerza su papel como cimiento para el desarrollo de servicios públicos digitales. Esta visión europea se traslada al plano nacional mediante el proyecto CartoCiudad, una iniciativa del O.A. Centro Nacional de Información Geográfica que integra datos procedentes de fuentes oficiales desde el ámbito nacional, provincial y local (**Dirección General de Catastro, Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT) del Sistema Cartográfico Nacional, Eusko-Jaurilaritza-**

Gobierno Vasco, el Gobierno de Navarra, etc.) en una base común, normalizada y de acceso libre.

Dentro de CartoCiudad, destaca especialmente el conjunto de datos de direcciones y los **servicios web de geolocalización** asociados, entre los que el «**servicio REST Geocoder**» ocupa un papel principal. Este servicio permite convertir descripciones textuales de direcciones, topónimos, POI, entre otros, en coordenadas geográficas con alta precisión, apoyándose en una base de datos constantemente actualizada y alineada con la realidad territorial. Este servicio es accesible mediante una API REST, que se ha consolidado como una herramienta de referencia para organismos públicos y entidades privadas. Sus aplicaciones son amplias: desde la georreferenciación de expedientes administrativos y el soporte a los servicios de emergencia, hasta la integración con sistemas estadísticos, el análisis territorial o la planificación logística. Su uso extendido contribuye no solo a la eficiencia operativa, sino también a la coherencia y calidad de los datos en entornos heterogéneos.

La calidad y utilidad de esta infraestructura dependen, en gran medida, de la colaboración entre administraciones y del compromiso compartido con la actualización del dato. Si bien los ayuntamientos tienen la competencia legal sobre la oficialidad de las direcciones, las comunidades autónomas pueden desempeñar un papel decisivo como nodos regionales para la recopilación, validación y armonización de la información territorial, conectando eficazmente el ámbito local con la Administración General del Estado. Este enfoque cooperativo, basado en estándares internacionales y tecnología interoperable, permite construir una base sólida para servicios públicos más ágiles, accesibles y adaptados a las necesidades reales de los ciudadanos y del territorio.

En definitiva, las direcciones y los POI no deben verse como simples etiquetas espaciales, sino como infraestructura crítica que sostiene la transformación digital del sector público, mejora la cohesión territorial y aporta valor económico y social. La experiencia de CartoCiudad demuestra que invertir en datos de calidad, abiertos y bien gestionados, es una decisión estratégica con beneficios tangibles a todos los niveles.



El Refundido de Planeamiento Urbanístico del Área Metropolitana de Barcelona

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 58
2026
ISSN: 1131-9100

Hacia una estandarización de los parámetros urbanísticos básicos

Inés Puertas Pujadas
Alejandro Cuesta Hidalgo
Área Metropolitana de Barcelona

Pere Manubens Gil
Javier Alarcon Carbo
Paula Esquinas Zaragoza
Área Metropolitana de Barcelona

El **Área Metropolitana de Barcelona** (AMB) es una administración pública conformada por 36 municipios del territorio metropolitano de Barcelona. El objetivo principal del AMB es dar apoyo a los ayuntamientos en distintas materias (territorio, vivienda, medio ambiente, movilidad y desarrollo socioeconómico).

Uno de los productos que elabora el AMB es el Refundido de Planeamiento Urbanístico, que contiene información sobre el planeamiento general y el planeamiento derivado que se aprueba en el territorio metropolitano. El producto se distribuye a través del **Geoportal de Planeamiento Urbanístico** y de un visualizador de **Normativa Urbanística Metropolitana**.

Hasta hace cinco años, la base de datos contenía únicamente información gráfica de los ámbitos de expedientes, la clasificación del suelo, los sectores de planeamiento, las calificaciones urbanísticas y la ordenación volumétrica. En los últimos cinco años hemos desarrollado el modelo de datos para que permita incluir los parámetros urbanísticos más relevantes en cuanto a intensidad, forma urbana y usos.

La tramitación de documentos de planeamiento urbanístico en Catalunya se sigue realizando mediante documentos PDF. Cada expediente puede definir una normativa específica (en muchas ocasiones así lo hace) en cuanto a parámetros de regulación. De forma conjunta entre AMB y Generalitat de Catalunya se están planteando las bases de un modelo de datos estandarizado, que permita a los ayuntamientos transcribir de forma homogénea la información gráfica y los parámetros básicos de regulación.

El desarrollo de una base de datos uniforme e integrada para todo el territorio metropolitano facilita la gestión del

proceso de concesión de licencias de edificación y a la vez permite comprender desde distintas miradas el modelo urbanístico planteado y su evolución. Esta capacidad analítica ha permitido por ejemplo plantear estrategias de equilibrio POR/LTL (población residente en relación a lugares de trabajo localizados) en el contexto de la redacción del **Plan Director Urbanístico Metropolitano**. El desarrollo de un modelo de datos robusto y estandarizado de planeamiento urbanístico será clave para la evolución de herramientas de inteligencia artificial que den soporte a la planificación de las ciudades.

El modelo de dibujo planteado es un modelo de arco nodo con estructura jerárquica, para facilitar el proceso de edición de los distintos niveles conceptuales definidos por la ley del suelo y la ley de urbanismo. En cuanto a los datos alfanuméricos, el modelo permite transcribir en formato digital los parámetros de edificabilidad, densidad, usos permitidos, prohibidos y condicionados, así como otros parámetros relevantes en cuanto a forma de la parcela y de ordenación volumétrica de la información.

Mediante herramientas SIG, y aprovechando las capacidades que nos ofrecen las bases de datos corporativas, el modelo contempla las restricciones necesarias para una buena gestión de la información, así como varias estrategias de validación gráfica y alfanumérica.

Con el objetivo de avanzar de forma decidida hacia la digitalización de la administración, el equipo responsable del proyecto se ha conformado como un grupo multidisciplinar que valora por igual el conocimiento conceptual en materia de urbanismo y la especialización tecnológica en herramientas SIG y gestión de bases de datos.

Los retos principales que tiene que abordar el proyecto durante los próximos años son la gestión descentralizada de la información, así como la integración de herramientas de dibujo junto a herramientas de gestión de datos alfanuméricos. Así mismo, desde un punto de vista conceptual, consideramos necesario avanzar en un modelo de datos que nos permita una distinción clara de los parámetros urbanísticos de carácter general (Planes de Ordenación Urbanística Municipales) frente a los parámetros de carácter más específico de regulación detallada (Planeamiento Derivado).



Figura 1. Geoportal de Planeamiento Urbanístico.

Cómo publicar las descripciones de los conjuntos de datos en los catálogos de datos abiertos

Paloma Abad

Berta Carrión

Centro Nacional de Información Geográfica

En esta comunicación se van a mostrar los trabajos realizados, hasta el momento, dentro del proyecto *Gestión de la Demanda del Dato Público* de la Oficina del Dato, que es una medida incluida en el Plan de Acción para el impulso de los Espacios de Datos Sectoriales que viene a dar respuesta al eje 4 «Dato público de interés sectorial» de la Estrategia Nacional de Espacios de datos Sectoriales.

El proyecto tiene como objetivo publicar los metadatos almacenados en el **Catálogo de Datos y Servicios INSPIRE, CODSI**, en el catálogo de datos de la Plataforma del Dato de la Administración General del Estado (AGE). Y para ello, se ha partido de la transformación piloto desarrollada por la comisión de GeoDCAT-AP 3.0 y de esta forma cumplir el requisito del **Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138 por el que se establecen una lista de conjuntos de datos específicos de alto valor** (HVS) y modalidades de publicación y reutilización, donde se indica que: «*Los metadatos que describan los conjuntos de datos en el ámbito de la infraestructura de información espacial INSPIRE contendrán, como mínimo, los elementos de metadatos establecidos en el Reglamento (CE) n.º1205/2008 de la Comisión*».

Por tanto, el CODSI está obligado a publicar los metadatos de acuerdo a esta normativa, para cualquier conjunto

de datos clasificado como INSPIRE o dentro de unas las categorías definidas del Reglamento (UE) 2023/138 HVD, ya que los metadatos INSPIRE XML y los que define DCAT-AP no hay una correspondencia exacta perdiendo calidad, trazabilidad e información necesaria que sí está recogida por la ISO 19115 o por el perfil de metadatos INSPIRE. Esto se soluciona parcialmente transformando los elementos de metadatos en GeoDCAT-AP, que aunque aún recoge menos elementos de metadatos que INSPIRE, es una solución mejor que la de utilizar simplemente DCAT-AP.

Se ha partido del proyecto de transformación piloto desarrollado por la Comisión y el perfil de GeoDCAT-AP de SEMIC.

- <https://github.com/SEMICeu/GeoDCAT-AP/>

- <https://github.com/INSPIRE-MIF/GeoDCAT-AP-pilot>

Otro de los objetivos del proyecto es poder recolectar los metadatos con el perfil GeoDCAT-AP utilizando el servicio de localización, CSW de OGC, tal y como se hace con otros esquemas de metadatos, ya que es primordial que los catálogos de datos abiertos, sobre todo los que están desarrollados con CKAN se habilite la operación *harvest* del CSW para que pueda recolectar de forma automática.

Explorando el conocimiento arqueológico con IA: un sistema RAG sobre recursos de IDEArq

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 60-61
2026
ISSN: 1131-9100

Juan M. Vicent García
Instituto de Historia (IH-CCHS-CSIC)
Luis M. Vilches-Blázquez
ETSI en Topografía,
Geodesia y Cartografía
Universidad Politécnica de Madrid

Elena Aguayo Jara
Nuria Hermida Jiménez
Unidad SIGyHD (CCHS-CSIC)

La transformación digital del patrimonio arqueológico representa un desafío y una oportunidad para las infraestructuras de investigación en Ciencias Sociales y Humanidades. La gestión, preservación y reutilización de datos arqueológicos requiere no solo de plataformas técnicas robustas, sino también de enfoques innovadores que integren tecnologías emergentes relacionadas con la Inteligencia Artificial. En este contexto, la plataforma **EXEA**, un proyecto en desarrollo en el **Centro de Ciencias Humanas y Sociales** (CCHS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (**CSIC**), se consolida como una infraestructura digital orientada a facilitar el trabajo colaborativo, la interoperabilidad y la apertura del conocimiento científico.

EXEA, desarrollada con tecnologías de código abierto y alineada con los principios FAIR¹ (*Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable*), proporciona un entorno integral para la gestión de datos de investigación. Entre sus servicios destacan el alojamiento de bases de datos, catálogos de metadatos, herramientas de visualización dinámica y servicios web interoperables. Esta arquitectura modular permite a los investigadores no solo almacenar y compartir sus datos, sino también enriquecerlos y conectarlos con otros recursos digitales.

Uno de los componentes clave de EXEA es **IMAGO ORBIS**, una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que permite la publicación y consulta de datos georreferenciados. Dentro de esta infraestructura se encuentra **IDEArq**, una IDE especializada en Arqueología del CSIC con componente espacial. IDEArq permite gestionar y difundir conjuntos de datos primarios como dataciones radiocarbónicas, corpus de pintura rupestre o análisis isotópicos, facilitando su reutilización desde múltiples perspectivas: espacial, documental y analítica.

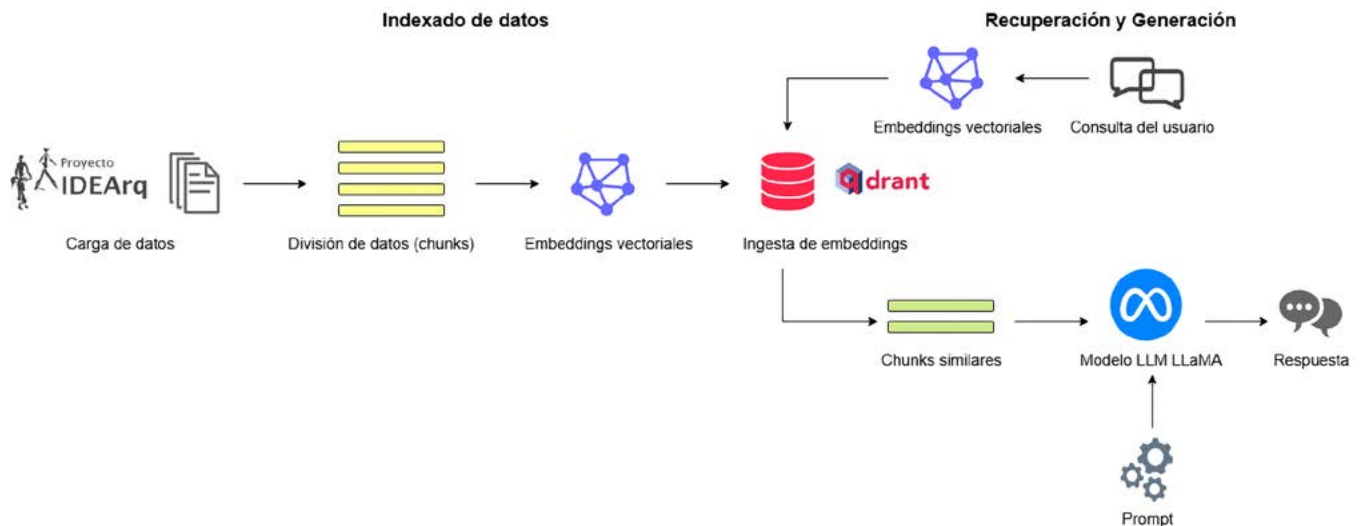
IDEArq ha sido desarrollada por la Unidad SIG y Humanidades Digitales (**uSIGyHD**) del CCHS del CSIC, en colaboración con el Departamento de Arqueología y Procesos Sociales y el Laboratorio de Arqueología del Paisaje y Teledetección del Instituto de Historia. Actualmente, esta

IDE se encuentra en un proceso de transformación hacia una plataforma de conocimiento abierto, que busca no solo mejorar el acceso a los datos, sino también fomentar nuevas formas de interacción con el conocimiento arqueológico.

En este marco, se ha implementado un sistema RAG² (*Retrieval-Augmented Generation*) que combina grandes modelos de lenguaje (LLM) con mecanismos de recuperación semántica de información. Este enfoque permite enriquecer las consultas de los usuarios con contexto relevante extraído de un corpus documental, generando respuestas en lenguaje natural que son precisas, contextualizadas y fundamentadas en evidencia científica.

El funcionamiento del sistema RAG se articula en cuatro etapas: i) el usuario plantea una consulta en lenguaje natural, ii) se genera un *embedding* vectorial de la consulta y se recuperan los documentos más relevantes mediante comparación semántica, iii) se selecciona el contexto más pertinente a partir de los textos recuperados y iv) se utiliza un modelo de lenguaje que ayuda a generar una respuesta informada utilizando dicho contexto. Este enfoque permite superar las limitaciones de los sistemas tradicionales de búsqueda, ofreciendo una experiencia más rica y adaptada a las necesidades de los investigadores.

La Figura 1 presenta una visión de alto nivel de los componentes que conforman el sistema RAG desarrollado, estructurados en dos bloques principales: indexado y recuperación-generación. El proceso de indexado parte de un corpus de publicaciones científicas relacionadas con los conjuntos de datos arqueológicos disponibles en IDEArq (dataciones radiocarbónicas, pintura rupestre levantina o análisis isotópicos). Estos documentos se dividen en fragmentos (*chunks*), que se transforman en vectores numéricos (*embeddings*) y se almacenan en una base de datos vectorial, en este caso, Qdrant. En el bloque de recuperación y generación, el usuario formula una consulta en lenguaje natural, que se convierte en un *embedding* para recuperar, mediante comparación semántica, los fragmentos más relevantes del corpus.



Este flujo es coordinado por LangChain, que ensambla el *prompt* combinando la consulta del usuario con el contexto documental recuperado. Finalmente, el modelo de lenguaje LLaMA procesa esta entrada para generar una respuesta fundamentada, enriquecida con información extraída directamente del corpus. Este enfoque permite una interacción más profunda con los datos arqueológicos, facilitando su interpretación desde una perspectiva académica y potenciando el acceso al conocimiento especializado contenido en la literatura científica.

Esta propuesta, desarrollada en colaboración entre la Universidad Politécnica de Madrid y la uSIGyHD junto al Instituto de Historia del CCHS-CSIC, se orienta a enriquecer y complementar la interacción con la información disponible

Figura 1. Esquema del sistema RAG desarrollado sobre IDEArq.

en IDEArq, añadiendo una capa semántica y cognitiva que potencia la reutilización del conocimiento. Esta integración entre IDE e Inteligencia Artificial permite establecer conexiones entre datos espaciales, textos científicos y conceptos arqueológicos, abriendo nuevas vías para la investigación interdisciplinar y la exploración del patrimonio.

El proyecto piloto de sistema RAG se centra en la arqueología, por su carácter interdisciplinar, representando un paso significativo hacia una arqueología más abierta, conectada y orientada al conocimiento. No obstante, se prevé su extensión a otras disciplinas dentro del ecosistema EXEA.

Referencias y vínculos

¹ Wilkinson, M. D., et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.

² Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N.,... & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks. *Advances in neural*

information processing systems, 33, 9459-9474. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>.

Recursos adicionales

EXEA Platform: <https://exea.csic.es/es>

IDEArq: <http://www.idearqueologia.org/>

Predicción de accidentes de tráfico mediante redes neuronales

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 62-63
2026
ISSN: 1131-9100

Cristian Cueva
Luis M. Vilches-Blázquez
ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía
Universidad Politécnica de Madrid

En los últimos años, la creciente disponibilidad de datos con características espacio-temporales ha impulsado el desarrollo de soluciones innovadoras orientadas a mejorar la movilidad urbana y reducir la siniestralidad vial. En este contexto, el uso de redes neuronales profundas ha demostrado un gran potencial para anticipar situaciones futuras con una precisión cada vez mayor. Este trabajo se enmarca en esa línea de investigación y presenta una comparativa entre dos enfoques de redes neuronales: por un lado, el modelo ST-GCN (*Spatio-Temporal Graph Convolutional Network*) (Yu et al., 2021) y, por otro, un modelo personalizado basado en grafos (Thomas Kipf 2017). Ambos se aplican a la predicción de accidentes de tráfico en el entorno urbano de la ciudad de Madrid.

Este trabajo se centra en evaluar la capacidad predictiva de estas arquitecturas para identificar patrones complejos en los datos de siniestralidad, considerando tanto la dimensión temporal como la espacial. Para ello, se utilizaron

datos reales de accidentes de tráfico proporcionados por el **Ayuntamiento de Madrid**, que incluyen variables como la localización del accidente, el tipo de vehículo implicado, el género de la persona afectada, la franja horaria, entre otros factores relevantes.

El modelo de referencia, ST-GCN, es una red neuronal convolucional sobre grafos que integra de forma simultánea la evolución temporal de los datos y su distribución espacial. Esta arquitectura es especialmente adecuada para trabajar con datos dinámicos distribuidos en distintas zonas de la ciudad, ya que permite modelar la interacción entre eventos que ocurren en diferentes lugares y momentos. Las entradas del modelo se estructuran como secuencias espacio-temporales y su diseño permite capturar correlaciones complejas que podrían pasar desapercibidas con técnicas más tradicionales.

Como alternativa, se desarrolló un modelo personalizado basado en grafos, en el que cada nodo representa

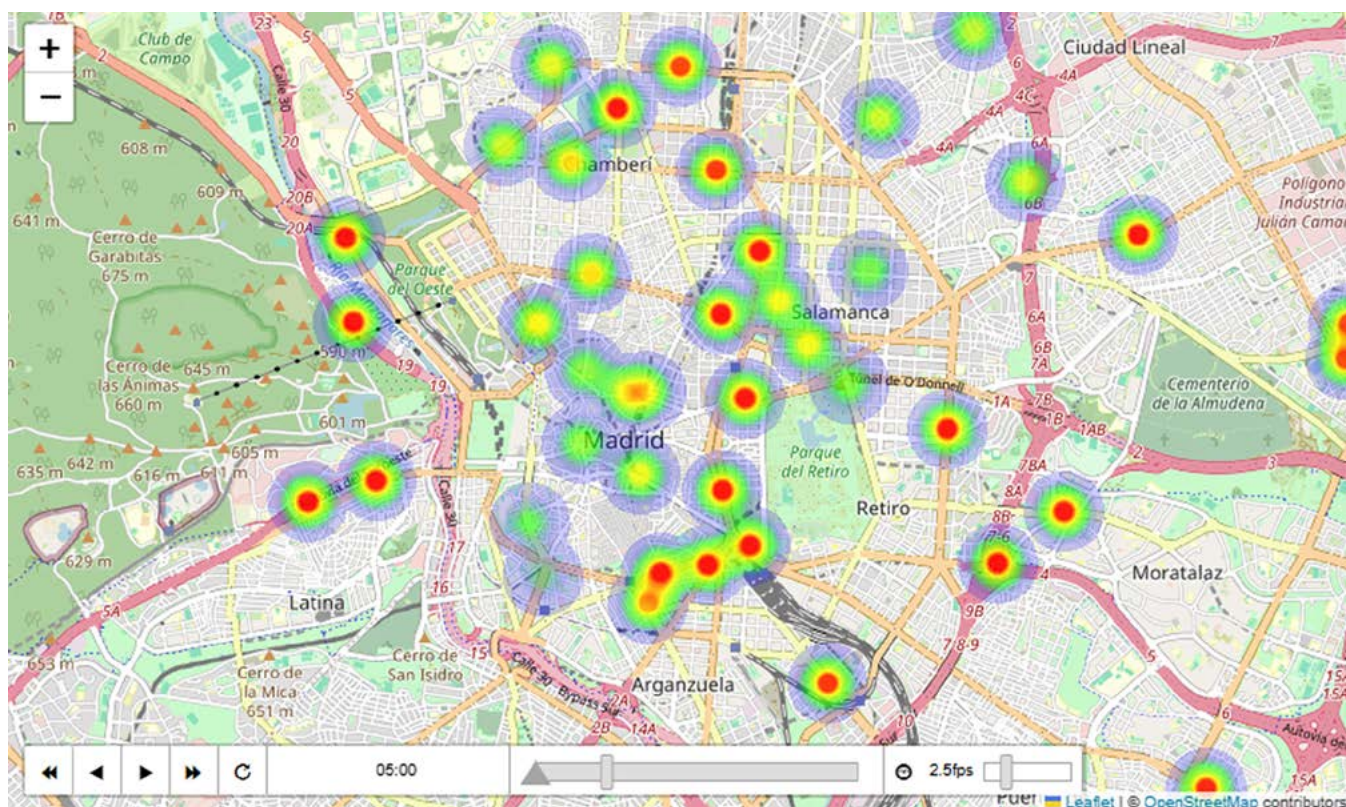


Figura 1. Distribución de la predicción de la siniestralidad.

una zona o evento, y se le asignan atributos que describen las características del accidente. Las conexiones entre nodos se establecen en función de criterios espaciales (proximidad geográfica) y semánticos (similitud de contexto). Esta estructura más simple permite un entrenamiento más rápido y una implementación más flexible, sin renunciar a una capacidad predictiva comparable a la del modelo ST-GCN.

Ambos modelos fueron entrenados y evaluados utilizando métricas estándar de clasificación y predicción. Los resultados obtenidos muestran que, si bien el modelo ST-GCN ofrece un rendimiento sólido y es ampliamente reconocido en la literatura, el modelo personalizado basado en grafos presenta ventajas significativas en términos de eficiencia computacional, adaptabilidad al contexto local y transparencia en la interpretación de resultados.

Una de las principales fortalezas del enfoque personalizado basado en grafos es su capacidad para adaptarse a las particularidades del entorno urbano analizado, permitiendo una selección precisa de las variables relevantes, la definición explícita de las relaciones entre nodos y el

control sobre la arquitectura del modelo. Estas características facilitan la incorporación de conocimiento experto y la contextualización de los resultados, lo que resulta especialmente valioso en el ámbito de la movilidad y la seguridad vial, donde las decisiones deben basarse en información comprensible y accionable.

Además, el modelo basado en grafos permite integrar de forma natural la dimensión espacial de los datos, lo que resulta fundamental para entender fenómenos como la concentración de accidentes en determinados puntos de la ciudad o la propagación de riesgos en función de la infraestructura vial. Esta capacidad de representación espacial, combinada con el análisis temporal, abre nuevas posibilidades para el diseño de políticas públicas más eficaces y focalizadas.

Los resultados obtenidos por los distintos modelos de redes neuronales se visualizan sobre un mapa dinámico que permite representar la evolución espacio-temporal de la siniestralidad vial (véase Figura 1). Cada evento predicho se muestra con distintos niveles de confianza, en función de las variables utilizadas en el modelo, lo que facilita una interpretación más precisa y contextualizada de los datos (véase Figura 2).

En conclusión, se demuestra que los modelos personalizados basados en grafos no solo representan una alternativa viable a las arquitecturas estándar como ST-GCN, sino que en muchos casos pueden resultar más adecuados para abordar problemas urbanos complejos. Asimismo, la experiencia adquirida en este estudio sienta las bases para futuras investigaciones orientadas a la aplicación de redes neuronales en otros desafíos urbanos, como la gestión del tráfico, la planificación del transporte público o la detección de zonas de riesgo. En todos estos casos, la combinación de relaciones espaciales, temporales y semánticas será clave para tomar decisiones más informadas, eficientes y sostenibles.

Referencias

- Yu, L., Du, B., Hu, X., Sun, L., Han, L., & Lv, W. (2021). Deep spatio-temporal graph convolutional network for traffic accident prediction. *Neurocomputing*, 423, 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.09.043>
- Kipf, T. N., & Welling, M. (2017). Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks. *International Conference on Learning Representations (ICLR)* <https://arxiv.org/abs/1609.02907> <https://github.com/tkipf/pygcn>

```
Nodo 1 - Estación: ES03
Accidentes predichos (regresión): 4
- Accidente Predicho #1:
  estado_meteorologico_agrupado: Sin precipitación (conf: 0.85)
  estado_meteorologico_binario: Condiciones óptimas (conf: 0.77)
  tipo_accidente_agrupado: Colisión fronto-lateral (conf: 0.25)
  vehiculo_unificado: Turismo (conf: 0.60)
  rango_edad_unificado: Jovenes (conf: 0.50)
  asistencia_agrupada: Con asistencia (conf: 0.77)
  tipo_persona: Conductor (conf: 0.98)
  sexo: Hombre (conf: 0.77)
- Accidente Predicho #2:
  estado_meteorologico_agrupado: Sin precipitación (conf: 0.85)
  estado_meteorologico_binario: Condiciones óptimas (conf: 0.77)
  tipo_accidente_agrupado: Colisión fronto-lateral (conf: 0.25)
  vehiculo_unificado: Turismo (conf: 0.60)
  rango_edad_unificado: Jovenes (conf: 0.50)
  asistencia_agrupada: Con asistencia (conf: 0.77)
  tipo_persona: Conductor (conf: 0.98)
  sexo: Hombre (conf: 0.77)
- Accidente Predicho #3:
  estado_meteorologico_agrupado: Sin precipitación (conf: 0.85)
  estado_meteorologico_binario: Condiciones óptimas (conf: 0.77)
  tipo_accidente_agrupado: Colisión fronto-lateral (conf: 0.25)
  vehiculo_unificado: Turismo (conf: 0.60)
  rango_edad_unificado: Jovenes (conf: 0.50)
  asistencia_agrupada: Con asistencia (conf: 0.77)
  tipo_persona: Conductor (conf: 0.98)
  sexo: Hombre (conf: 0.77)
- Accidente Predicho #4:
  estado_meteorologico_agrupado: Sin precipitación (conf: 0.85)
  estado_meteorologico_binario: Condiciones óptimas (conf: 0.77)
  tipo_accidente_agrupado: Colisión fronto-lateral (conf: 0.25)
  vehiculo_unificado: Turismo (conf: 0.60)
  rango_edad_unificado: Jovenes (conf: 0.50)
  asistencia_agrupada: Con asistencia (conf: 0.77)
  tipo_persona: Conductor (conf: 0.98)
  sexo: Hombre (conf: 0.77)
```

Figura 2. Extracto de accidentes predichos con sus niveles de confianza asociados.

FAIRizando datos estadísticos mediante la generación de cubos de datos semánticos

David Crespo Roces
Ana Cecilia Lorente Morata
Instituto Nacional de Estadística

Luis M. Vilches-Blázquez
Diego Conde-Herreros
Oscar Corcho
Ontology Engineering Group
Universidad Politécnica de Madrid

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 64-65
2026
ISSN: 1131-9100

En el contexto actual de la ciencia abierta y la transformación digital de las administraciones públicas, la necesidad de formalizar los datos y el conocimiento conforme a los **principios FAIR** (*Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable*) (Wilkinson et al., 2016) se ha vuelto prioritaria, especialmente en el ámbito de la información geográfica y estadística. Estos principios buscan garantizar que los datos no solo estén disponibles, sino que puedan ser comprendidos, reutilizados y vinculados por humanos y máquinas en distintos contextos.

En este marco, los cubos de datos semánticos emergen como una solución clave para la publicación estructurada e interoperable de datos estadísticos. Un cubo de datos es una estructura multidimensional que organiza la información en torno a medidas (por ejemplo, población o tasa de empleo) y dimensiones (como tiempo, sexo o edad), permitiendo su análisis desde múltiples perspectivas. Estas estructuras permiten organizar la información en torno a medidas y dimensiones, facilitando su análisis desde múltiples perspectivas y su integración con otros conjuntos de datos abiertos.

Uno de los pilares tecnológicos que permite avanzar hacia este objetivo es el uso de grafos de conocimiento, una extensión de las prácticas de la Web Semántica que ha sido adoptada ampliamente por empresas tecnológicas como Google, IBM, Facebook o Microsoft (Noy et al., 2019). Los grafos de conocimiento permiten representar datos estructurados sobre entidades del mundo real mediante una arquitectura basada en grafos, lo que facilita su integración, recuperación y reutilización tanto por humanos como por sistemas automatizados (Paulheim, 2017).

Desde una perspectiva semántica, los grafos de conocimiento se construyen utilizando ontologías, que proporcionan un marco formal para describir conceptos, relaciones y restricciones dentro de un dominio específico. Su uso permite explicitar el conocimiento implícito y establecer una visión coherente e integrada de múltiples fuentes

de datos. En el ámbito estadístico, esto se traduce en la posibilidad de modelar dimensiones, medidas, unidades y clasificaciones de forma estandarizada, facilitando la comparación y el análisis transversal de datos. Además, la generación de estos grafos conlleva la utilización de tecnologías como RDF (**Resource Description Framework**), que permite representar información en forma de tripletes (sujeto, predicado, objeto), y **SPARQL**, el lenguaje estándar para consultar estos datos. Estos elementos permiten vincular datos heterogéneos mediante relaciones explícitas, superando así los problemas de heterogeneidad semántica que tradicionalmente han dificultado la interoperabilidad entre conjuntos de datos.

En este contexto, este trabajo presenta el proceso de FAIRizar datos estadísticos del **Instituto Nacional de Estadística** (INE) mediante la generación semi-automatizada de clasificaciones y cubos de datos semánticos. Esta iniciativa busca facilitar y hacer sostenible el proceso de publicación de datos estadísticos enlazados por parte del INE, al tiempo que promueve un uso creciente de este formato por parte de distintos grupos de usuarios.

La metodología adoptada se basa en la transformación de datos tabulares tradicionales en estructuras RDF utilizando vocabularios y ontologías estándar como **RDF Data Cube Vocabulary**, **Simple Knowledge Organization System** (SKOS) o **XKOS** para clasificaciones jerárquicas, y vocabularios geoespaciales y temporales. Esta transformación permite que los datos de clasificaciones (por ejemplo, las asociadas con la Clasificación Nacional de Actividades Económicas – CNAE) y de cubos de datos (relacionados con educación o mercado laboral, entre otros) se puedan consultar mediante SPARQL, se puedan conectar con otros conjuntos de datos abiertos y sean reutilizables en contextos analíticos diversos.

Además, se ha desarrollado una herramienta que automatiza el proceso de generación de cubos de datos semánticos a partir de fuentes estadísticas del INE (véase Figura 1). Esta herramienta realiza un preprocesamiento

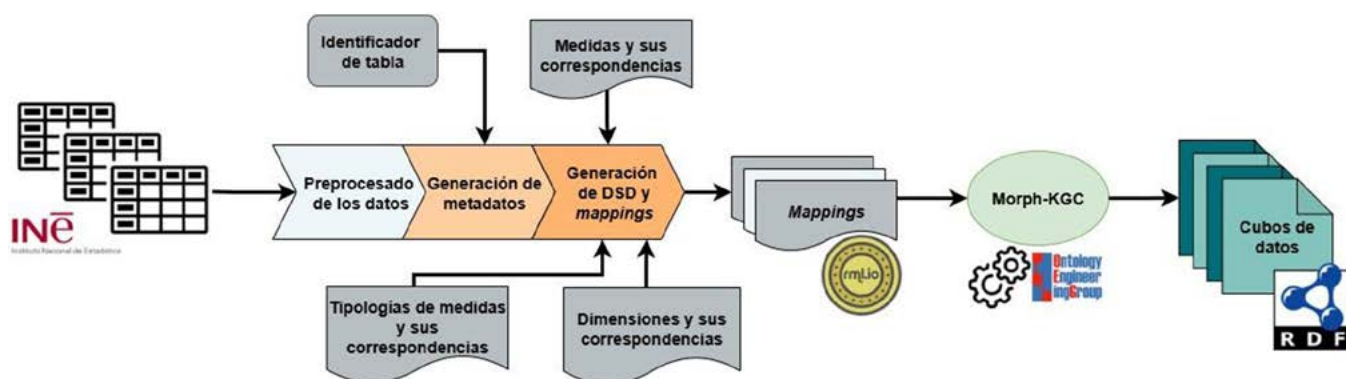


Figura 1. Flujo del proceso de generación de cubos de datos semánticos.

de los datos, en el que se identifican e indexan las observaciones y medidas, y se generan tanto los metadatos descriptivos del cubo como la definición de su estructura. A partir de esta base, se establecen correspondencias (*mappings*) entre los vocabularios utilizados y los datos estadísticos del INE. Estas correspondencias, procesadas mediante la tecnología Morph-KGC, permiten la generación automática de cubos de datos semánticos en formato RDF.

Este proceso garantiza la trazabilidad de los datos, la calidad de los metadatos generados y su alineación con estándares internacionales. La herramienta no sólo mejora significativamente la eficiencia en la creación de cubos semánticos, sino que también sienta las bases para una gobernanza de datos más transparente, colaborativa y orientada a la reutilización, en línea con los principios FAIR.

En definitiva, se demuestra cómo la combinación de tecnologías semánticas, principios FAIR y estructu-

ras estadísticas avanzadas puede transformar la forma en que se publican, acceden y reutilizan los datos estadísticos. La experiencia del INE puede servir como modelo replicable para otras agencias estadísticas y organismos públicos interesados en avanzar hacia una gestión más abierta, interoperable y sostenible de sus datos.

Referencias

- Noy, N., Y. Gao, A. Jain, A. Narayanan, A. Patterson. and J. Taylor. 2019. "Industry-scale knowledge graphs: lessons and challenges." *Queue* 17(2): 48–75. <https://doi.org/10.1145/3331166>.
- Paulheim, H. 2017. "Knowledge graph refinement: A survey of approaches and evaluation methods." *Semantic Web* 8(3): 489–508. <https://doi.org/10.3233/SW-160218>.
- Wilkinson, M. D., et al. 2016. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.

True Ortho 2025 y gemelo digital de la provincia de Valencia

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 66-67
2026
ISSN: 1131-9100

Alfonso Moya Fuero
Margarita Caletrío Arcos
Institut Cartogràfic Valencià

La Comunitat Valenciana ha sufrido diversas catástrofes naturales a lo largo de la historia. El análisis de los ecosistemas y de las consecuencias que el cambio en sus variables conlleva, es fundamental para la gestión efectiva de las emergencias y la prevención y planificación de futuras situaciones similares. Para ello, la utilización del visualizador de la **IDEV** (Infraestructura de Datos Espaciales Valenciana), permite la superposición de capas cartográficas y proporciona algunas herramientas de análisis que resultan clave para un primer estudio. Para estudios más pormenorizados, el análisis de los datos proporcionados por la IDEV es decisivo, pero hoy en día se requieren datos de partida de mayor detalle, y analizar y mostrar resultados de forma integrada con nuevas tecnologías tridimensionales.

En respuesta a estas necesidades, la Generalitat Valenciana, a través del **ICV** (Institut Cartogràfic Valencià), y en el marco estatal del **PNOA** (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), ha realizado vuelos que cubrían las

tres provincias de manera alterna con una periodicidad de tres años y 50 cm de resolución espacial. En 2016 no se voló y a partir de 2017 se decidió desde el ICV y con el apoyo de la Generalitat mejorar el vacío de información que esto conllevaba y la baja resolución temporal, además de mejorar hasta la mitad de tamaño de píxel (22 cm) la resolución espacial.

En Octubre de 2024, nuestro territorio sufrió una DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) de consecuencias catastróficas. En respuesta a dicho evento climatológico, se ha programado un **vuelo fotogramétrico de la provincia de Valencia** con un tamaño de píxel de 18 centímetros, solape longitudinal del 80% y solape transversal del 60% entre imágenes, siendo superior este en la ciudad de Valencia. A partir del vuelo se obtiene la ortofoto verdadera o **True-Ortho** de 15cm de píxel, la mejor ortofoto completa de la provincia hasta la fecha. Como productos derivados se obtienen escenarios





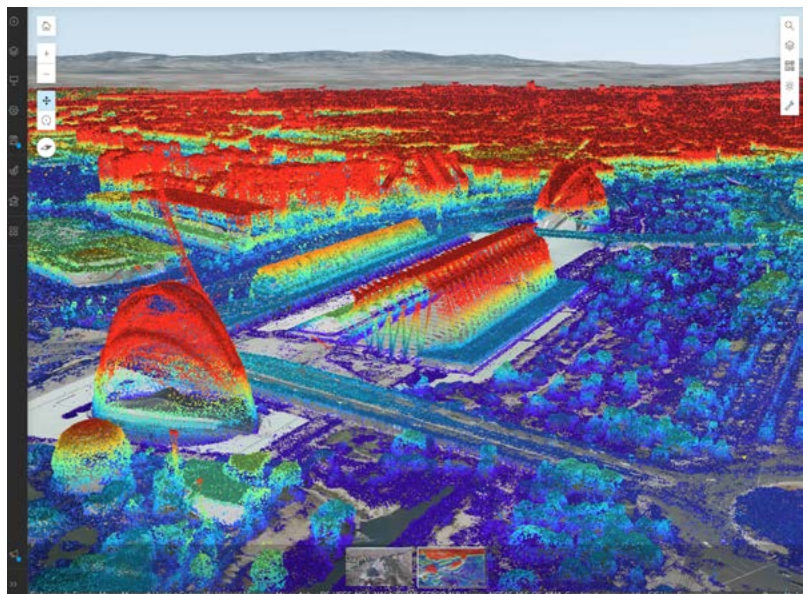
tridimensionales realistas y el gemelo digital de la provincia de Valencia.

Este vuelo ya está realizado y hay previsión de volar también este año las dos provincias restantes, con las mismas características, para dar continuidad a los productos cartográficos elaborados.

Además de la True-Ortho uno de los productos derivados en un MDS (Modelo Digital de Superficies) y una nube de puntos, con una densidad de 10 puntos/m² y una clasificación automática que discrimine terreno o suelo desnudo, de la vegetación y las edificaciones. Igualmente, las características del nuevo vuelo permiten además llevar a cabo por primera vez en la Comunitat Valenciana la generación de un **Gemelo Digital** -o una buena aproximación pues idealmente debería añadirse un vuelo oblicuo-, con un potencial mayor y con los edificios y elementos en su verdadera posición, sin los clásicos abatimientos observables en edificios y otros elementos. Se va a disponer de un escenario con 3d continuo de nuestro territorio, métricamente correcto y con la posibilidad de utilizarlo en diversos estudios, como

son los análisis de riesgos de inundaciones o la ordenación del territorio.

En definitiva, estos productos cartográficos son una herramienta fundamental para conocer, proteger y planificar nuestro territorio con rigor desde la toma de decisiones informada, así como la prevención en materia de emergencias y la reconstrucción.



Agentes LLM como Interfaz Inteligente para CartoCiudad

Pedro Ortiz Villanueva
Universidad Politécnica de Madrid

Itziar Doñate Vadillo
OA Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 68-69
2026
ISSN: 1131-9100

El acceso a la información geográfica oficial en España, si bien es un recurso de gran valor, a menudo se ve obstaculizado por interfaces de búsqueda poco flexibles. Un caso paradigmático es el **servicio de geocodificación de CartoCiudad**, desarrollado por el OA **Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)**. Su motor de búsqueda geoespacial, basado en un sistema de búsqueda léxica y reglas predefinidas, presenta una notable rigidez. Este sistema gestiona datos oficiales como callejeros, portales, códigos postales y puntos de interés de todo el territorio nacional, pero su eficacia disminuye drásticamente ante consultas con errores ortográficos, ambigüedades o formuladas en lenguaje natural, ya que depende de una coincidencia estricta de palabras clave.

Este trabajo presenta una solución que transforma la interacción con estos datos, pasando de un paradigma de palabras clave a un diálogo inteligente. El objetivo es mejorar significativamente la robustez y flexibilidad del buscador, investigando la viabilidad de integrar modelos de lenguaje de gran tamaño (*Large Language Models* o LLM) como una capa de inteligencia sobre la **API REST del geocodificador de CartoCiudad**.

Para materializar esta solución, se ha desarrollado la librería PyCiudad, un *wrapper* en Python que abstrae y simplifica la comunicación con la API. Sobre esta base, y utilizando herramientas como LangChain/LangGraph (un *framework* para la orquestación de flujos de trabajo de agentes) y Ollama (una herramienta que permite servir

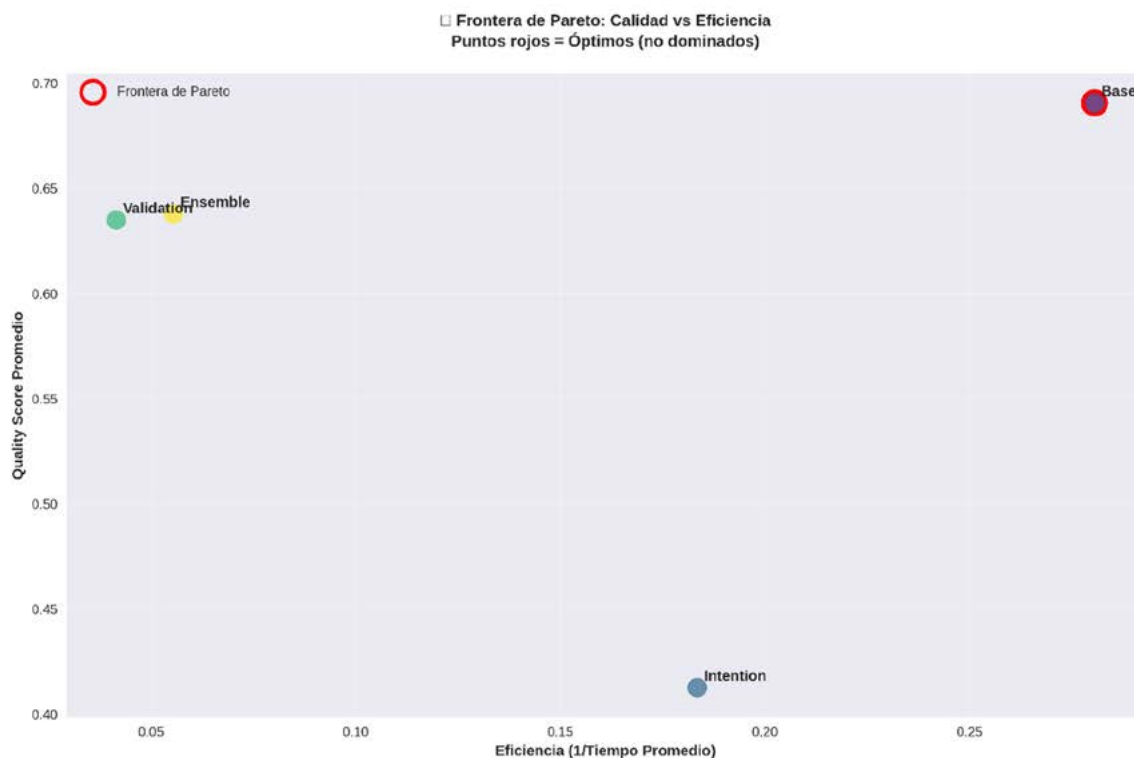


Figura 1. Gráfico que muestra la relación entre la calidad de los resultados y la eficiencia (inverso de la latencia) para cada arquitectura de agente. El Agente Base (arriba a la derecha) se encuentra en la frontera de Pareto, indicando que es la solución óptima al no ser superado por ninguna otra arquitectura en ambas métricas simultáneamente. Los agentes más complejos (Validación, Ensemble e Intención) quedan por debajo de esta frontera, demostrando ser menos eficientes.

modelos LLM en *hardware* local), se diseñaron y evaluaron cuatro arquitecturas de agentes de complejidad creciente:

- Agente Base: la arquitectura más simple. Implementa un *pipeline* secuencial que interpreta la consulta del usuario, la traduce a los parámetros que requiere la API, realiza la llamada y, finalmente, reordena los resultados según la intención inferida.
- Agente de Intención: añade un procesamiento en paralelo que, además de extraer entidades, analiza la intención semántica de la consulta (p. ej., si se busca un punto de interés o una dirección), enriqueciendo la búsqueda.
- Agente de Validación: introduce un ciclo de autorreflexión. Tras una búsqueda inicial, el agente evalúa sus propios resultados y, si los considera insuficientes, reformula la consulta y vuelve a intentarlo de forma iterativa.
- Agente Ensemble: actúa como un metaorquestador que analiza la complejidad de la consulta inicial y selecciona dinámicamente la arquitectura de agente más adecuada (Base, Intención o Validación) para resolverla, buscando un equilibrio óptimo entre eficiencia y calidad.

La evaluación comparativa de estas arquitecturas se realizó sobre un conjunto de datos sintético de 747 consultas, diseñado para emular la diversidad de interacciones de un usuario real. Los resultados, contrarios a la intuición inicial, demuestran una relación inversa entre la complejidad arqui-

tectónica y el rendimiento. El Agente Base, con su diseño simple y directo, resultó ser la solución óptima, dominando en el compromiso entre calidad y velocidad.

El análisis detallado del rendimiento, visualizado en un mapa de calor (representación gráfica donde los valores se mapean con colores para facilitar su interpretación), confirma que el Agente Base supera a las arquitecturas más complejas en todas las métricas de calidad. Este hallazgo subraya que, para modelos de lenguaje de capacidad intermedia, la complejidad añadida en la orquestación puede ser contraproducente, introduciendo más puntos de fallo y degradando el rendimiento general.

En conclusión, se demuestra el potencial transformador de los LLM para crear interfaces de búsqueda geoespacial más intuitivas y adaptables, sin necesidad de reemplazar la infraestructura de datos existente. La conclusión principal es que, en el diseño de sistemas de agentes, la simplicidad arquitectónica bien diseñada es a menudo superior a la complejidad. Este enfoque sienta las bases para futuras implementaciones que permitan a la ciudadanía un acceso más directo y eficaz a la valiosa información geográfica oficial del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y del CNIG.

El desarrollo de esta iniciativa ha contado con el apoyo de la Cátedra IGN/CNIG - UPM.



Figura 2. Mapa de calor que muestra el rendimiento de cada uno de los cuatro agentes (Base, Intención, Validación, Ensemble) en siete métricas clave, como Tasa de Éxito, Puntuación de Relevancia (MRS) y porcentajes de aciertos. Los colores más oscuros (verdes) indican un mejor rendimiento. El Agente Base muestra los colores más oscuros en la mayoría de las métricas, mientras que el Agente de Intención muestra los más claros (peor rendimiento).

Respuesta a una emergencia

Inundaciones de la dana de 2024 en España

Bruno Pérez Martín
José Luis Bermejo Priego
Instituto Geográfico Nacional

Eduardo Martín Agúndez
Cecilia Poyatos Hernández
Aurelio Aragón Velasco
Yaiza Gómez Espada
Patricia Perelló Martín de las Mulas
Ana Velasco Tirado
Carlos Bustos Plaza
O. A. Centro Nacional
de Información Geográfica

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 70_71
2026
ISSN: 1131-9100

El 29 de octubre de 2024, una DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) provocó lluvias torrenciales que afectaron gravemente a varias comarcas de la Comunitat Valenciana, Castilla-La Mancha y Andalucía. Las inundaciones resultantes ocasionaron importantes daños en infraestructuras, núcleos urbanos y entornos naturales, con un balance devastador de 236 personas fallecidas o desaparecidas. La magnitud del desastre puso a prueba la capacidad de respuesta de los organismos públicos encargados de gestionar la información territorial ante una emergencia.

En este contexto, la disponibilidad de información geográfica oficial, actualizada y accesible fue clave para apoyar tanto la gestión inmediata del evento como la posterior evaluación de sus efectos. Entidades como el **Institut Cartogràfic Valencià (ICV)**, la **Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ)**, el **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)**, el **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, **Instituto Geográfico Nacional** y el **Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)**, entre otros, pusieron a disposición de la sociedad sus recursos y conjuntos de datos geoespaciales relacionados con el evento.

El IGN y el CNIG, como proveedores de referencia en información geográfica, pusieron a disposición del personal técnico, grupos de investigación y, la ciudadanía en general, los conjuntos de datos temáticos disponibles relacionados con la naturaleza de la emergencia, además de reforzar sus servicios de difusión en Internet. La respuesta ante esta emergencia no fue improvisada: se apoyó en la experiencia acumulada en anteriores eventos naturales —como el terremoto de Lorca en 2011 o la erupción volcánica en La Palma en 2021— que sirvieron para detectar vulnerabilidades en los sistemas de publicación y anticipar el incremento de demanda de acceso a la información que se produce tras estos eventos.

Bajo estas circunstancias, la disponibilidad de datos queda condicionada a un escenario de alta concurrencia, concentrado en ciertos recursos y masivo. Además, simultáneamente se tiene que garantizar la operatividad de todos los servicios para que puedan utilizarse en operaciones críticas. Por otra parte, la cantidad de información que se publica ordinariamente por el IGN y el CNIG puede ser abrumadora en caso de personal técnico no familiarizado con ella, por lo que hay que realizar un esfuerzo de selección y recopilación de la información relevante.

Con esta intención se realizaron acciones en el **Centro de Descargas del CNIG**, sobre los servicios web, se crearon datos ad-hoc y se desarrollaron herramientas de visualización.

Centro de descargas

El Centro de Descargas del CNIG publica más de 130 productos de información geográfica. En el contexto de la emergencia se ha comprobado y es muy valorado por los usuarios simplificar el filtrado de los productos existentes y la incorporación de otros nuevos en un mismo en un apartado. Para este fin, se creó una **sección específica** con la selección de información relevante a la que se incorporaron otros conjuntos de datos espaciales generados.

Servicios web

Entre las medidas adoptadas para asegurar los servicios web destaca el refuerzo de los servidores, y en concreto el WMS del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), del MITECO, que publica y mantiene el IGN-CNIG, cuya demanda creció exponencialmente. Para mejorar la capacidad de respuesta y garantizar su disponibilidad, se añadió una capa de caché extra en Cloudfront de Amazon Web Services (AWS), y se publicó una versión teselada en WMTS optimizada para la visualización rápida.

Monitorización con imágenes satelitales

La información procedente de los sensores satelitales proporciona una visión de conjunto y periódica que ayuda a interpretar el estado global de una emergencia. Para este fin, el IGN procesó más de 200 imágenes satelitales, correspondientes a 63 días, especialmente de los satélites Sentinel-2 del programa europeo Copernicus, que se integraron con otros productos existentes a través de servicios web, visualizadores y descarga.

Herramientas de visualización y comparación

Para facilitar la consulta de los diferentes servicios web disponibles, tanto de los publicados por el IGN y el CNIG como por otros organismos y su interposición con capas de información propias, los visualizadores cartográficos son una herramienta muy versátil para obtener información del territorio a través de navegadores web.

El IGN y CNIG publicaron dos de estas herramientas realizadas con **API-IDEE**:

- **Comparador**: ofrece las vistas de la zona de emergencia antes y después de la inundación a través de imágenes aéreas, satélites y Modelos Digitales de Elevaciones.

- **Visualizador para las Administraciones Públicas (AAPP)**: a petición de la Jefatura de Estado mediante el **Real Decreto-ley 7/2024, de 11 de noviembre, en su artículo 75** se encomendó al IGN y el CNIG la creación y publicación de un visualizador con diversa información geográfica sobre órganos y entidades de la Administración General del Estado, resto de administraciones y órganos de coordinación de emergencias para la gestión de la crisis.

Una vez superada la fase más crítica de la emergencia, se inició una reflexión interna sobre el desempeño de la organización, los puntos fuertes y las áreas de mejora.

Esta evaluación ha reforzado la necesidad de disponer de un protocolo estructurado para emergencias naturales, que defina claramente los actores implicados, sus competencias, los productos disponibles, su coordinación y flujos de interacción, así como los canales para una difusión eficaz. El objetivo es reducir los tiempos de reacción, aumentar la resiliencia institucional y mejorar la coordinación interna del organismo.

La gran cita con el Cosmos: tu mapa oficial para los próximos eclipses

Una herramienta interactiva para explorar los próximos eventos astronómicos

Jose Enrique Ciria Navas
Aurelio Aragón Velasco
Yaiza Gómez Espada
O.A. Centro Nacional
de Información Geográfica

Laura García de Marina Vázquez
Javier Alcolea Jiménez
Instituto Geográfico Nacional
Eduardo Martín Agúndez
O.A. Centro Nacional
de Información Geográfica

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 72-73
2026
ISSN: 1131-9100

Desde el **Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el O.A. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)** se ha desarrollado una nueva herramienta digital que permite visualizar de forma interactiva los próximos eclipses solares que acontecerán sobre el territorio nacional en 2026, 2027 y 2028: el **Visualizador de Eclipses**. Este proyecto nace con el objetivo de acercar al público general y a la comunidad científica una experiencia enriquecedora y accesible para comprender cuándo, dónde y cómo se podrá observar un eclipse en territorio nacional.

El visualizador, desarrollado con API-IDEE, ofrece información detallada sobre cada eclipse, calculada por el **Observatorio Astronómico Nacional** del IGN. Incluye datos clave como el porcentaje de oscurecimiento del sol, las horas locales de inicio y fin, la duración del fenómeno, así como los ángulos de acimut y elevación del sol en el momento del máximo. Además, cuando falten menos de siete días para el evento, se incorporará automáticamente la previsión meteorológica que proporciona la API de la **Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)**, lo que permitirá valorar las condiciones de observación por nubosidad

previstas para cada localización.

Uno de los elementos más innovadores de esta herramienta es el perfil de visibilidad: una representación gráfica que muestra la posición del observador y del sol sobre un perfil del terreno, permitiendo identificar posibles obstáculos en el horizonte. Para ello, se aplica el **OGC-API Processes de Perfil de elevación** publicado por la IDEE. Esto resulta especialmente útil para fotógrafos, astrónomos aficionados y cualquier persona interesada en planificar el punto de observación de los eclipses con la mejor visibilidad posible y evitar obstáculos naturales.

Ver el eclipse en movimiento: control temporal animado

Tal como se observa en la interfaz, el visualizador incluye también una **herramienta de reproducción temporal** que permite ver el avance del eclipse sobre el territorio mediante una animación controlada por el usuario. Gracias al panel de control, se puede activar o pausar la simulación del fenómeno astronómico y modificar su velocidad. Esto se traduce en una experiencia muy visual e intuitiva, donde se aprecia cómo se desplaza la sombra del eclipse a lo largo del mapa en función del tiempo.

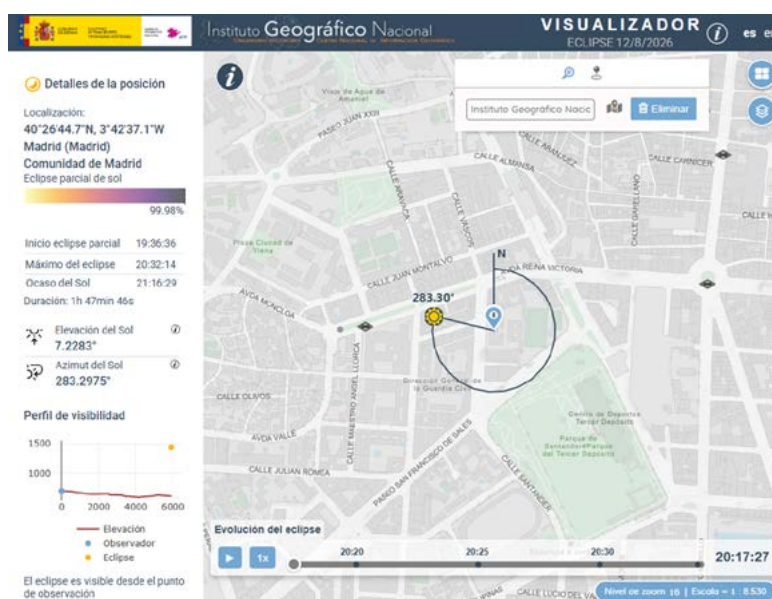
Esta funcionalidad es especialmente valiosa para:

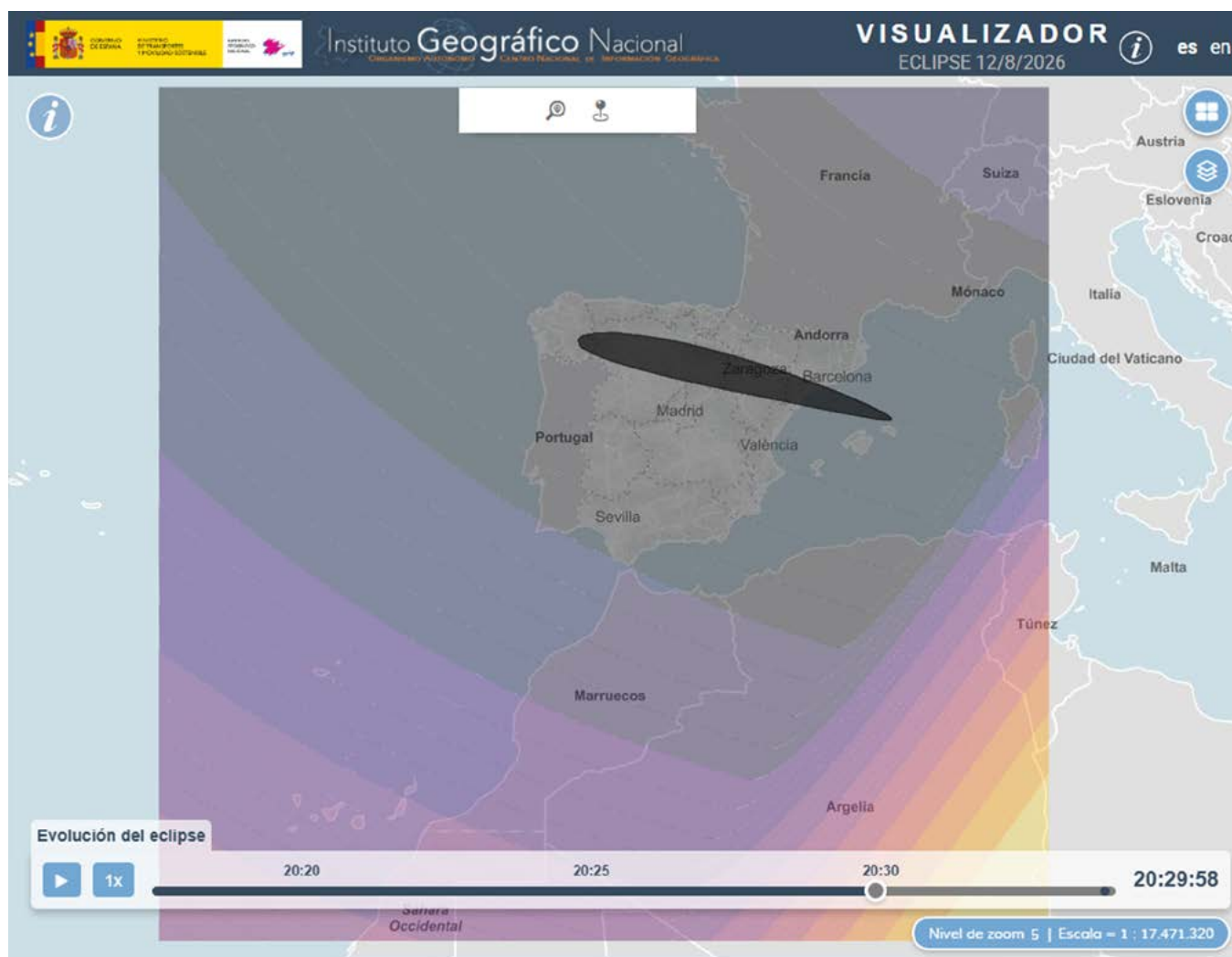
- Comprender la evolución dinámica del fenómeno.
- Identificar los momentos clave del eclipse en cada punto geográfico.
- Facilitar la planificación de actividades de observación o divulgación (como retransmisiones o talleres escolares).

Tecnología al servicio de la divulgación

El visualizador ha sido desarrollado utilizando tecnologías abiertas y modernas. Entre ellas destaca el uso de:

- **API-IDEE**, que permite integrar de forma sencilla un visualizador de mapas interac-





tivo en cualquier página web. Esta API facilita la configuración y personalización del entorno cartográfico, consumiendo servicios web para la **cartografía base** y permitiendo la carga de **ficheros geoespaciales**, como los **GeoJSON** y los **COG (Cloud Optimized GeoTIFF)** que contienen los datos del eclipse. Gracias a esta integración, los usuarios pueden consultar información detallada de cada zona haciendo clic directamente sobre el mapa.

- **OGC-API Processes**, que provee el perfil de elevación del terreno sobre la malla del MDT05. Este servicio sigue los estándares del Open Geospatial Consortium, asegurando interoperabilidad y eficiencia en el procesamiento geoespacial.
- **API de AEMET**, que permite integrar la previsión meteorológica de forma automática cuando se aproxima la fecha del eclipse.
- **ReactJS**, un *framework* de desarrollo web que facilita la creación de interfaces dinámicas, interactivas y adaptables a distintos dispositivos.

- Además, se trata del **primer visualizador del IGN-CNIG que incorpora tecnología PWA (Progressive Web App)**, que permite que el visualizador funcione como una aplicación instalable en dispositivos móviles. El usuario puede añadir un icono en su pantalla de inicio, como si se tratase de una app nativa, y utilizarlo incluso sin conexión a internet tras la primera carga. Esta característica resulta especialmente útil durante la observación en campo, donde puede haber poca o nula conectividad.

Este desarrollo refleja el compromiso del IGN-CNIG con la innovación tecnológica y la divulgación científica. Con él, queremos facilitar la comprensión y disfrute de estos espectaculares fenómenos astronómicos, integrando información rigurosa con una experiencia interactiva y moderna.

Te invitamos a descubrir el próximo eclipse y preparar tu observación desde cualquier punto del territorio con la ayuda del visualizador:

<https://visualizadores.ign.es/eclipses/>

El valor de la información climática regionalizada

Fernando González Taboada
Centro Oceanográfico de Gijón
(IEO-CSIC)

Ricardo Anadón Álvarez
Carlos Guardado Fernández
Dpto. Biología de Organismos y
Sistemas, Universidad de Oviedo

Arturo Colina Vuelta
Juan Carlos Fernández Iglesias
Miguel Ángel Álvarez
Instituto de Recursos Naturales
y Ordenación del Territorio (INDUROT),
Universidad de Oviedo

Sixto Herrera García
Dpto. Matemática Aplicada y Ciencias
de la Computación, Universidad de Cantabria

En 2023 la Cátedra de Cambio Climático de la Universidad de Oviedo (**CuCC**) inicia una serie de trabajos para la elaboración de los *Escenarios de Cambio Climático de Alta Resolución sobre el Principado de Asturias*. El objetivo de estos trabajos, que continúan en desarrollo, es generar y poner a disposición de la sociedad un conjunto de bases de datos que permitan analizar el impacto del cambio climático en el Principado de Asturias durante las últimas décadas (1970–2022) y, mediante la regionalización de proyecciones, evaluar las consecuencias de distintos escenarios de emisiones y usos del territorio para lo que queda de este siglo (2025–2100).

Estos trabajos han sido desarrollados en colaboración

con los servicios de medio ambiente del Principado de Asturias y la Agencia Estatal de Meteorología (**AEMET**). Los principales avances alcanzados durante 2024 se encuentran recogidos en el informe *Elaboración de Escenarios de Cambio Climático de Alta Resolución sobre el Principado de Asturias* (**ECCAst 2024**).

Para la elaboración de esta fuente de información se han analizado millones de registros procedentes de las bases de datos meteorológicas recopilados por la AEMET, así como simulaciones de clima de alta resolución desarrolladas en el contexto de la iniciativa **EURO-CORDEX** para regionalizar los escenarios de cambio climático desarrollados en la 5ª Fase del *Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados del IPCC (CMIP5)*, a la espera de las proyecciones regiona-

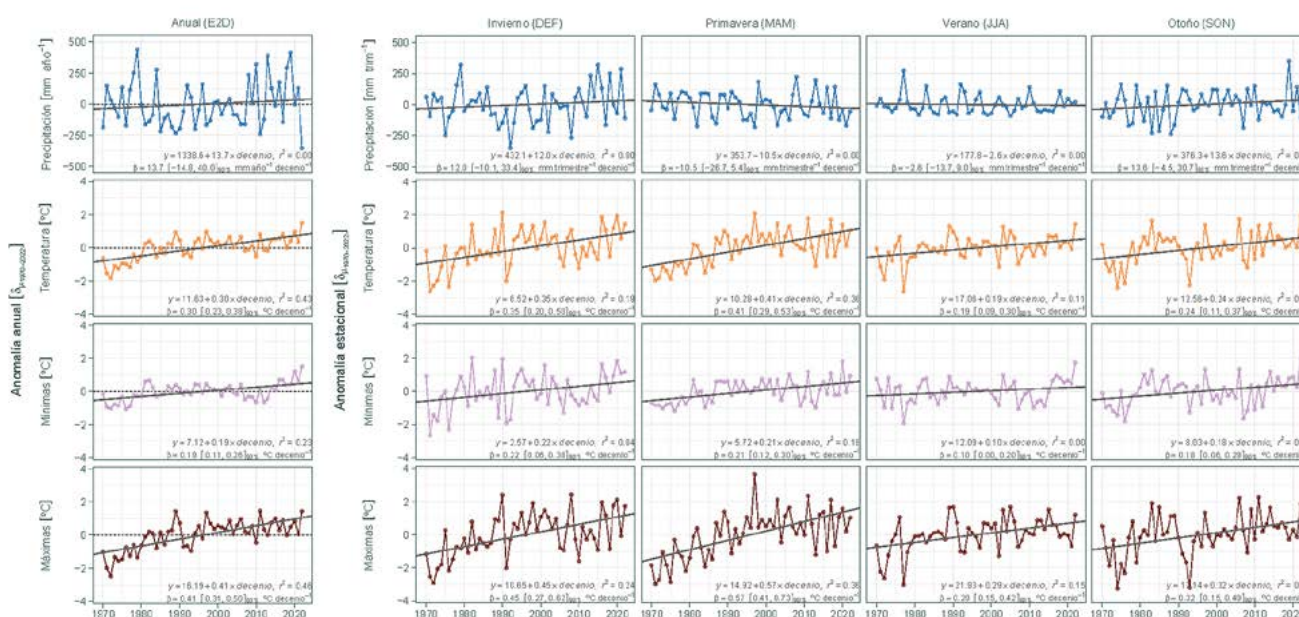


Figura 1. Tendencias en la precipitación estacional y en los promedios estacionales para la temperatura media, media de las mínimas y de las máximas en el conjunto de Asturias. (1970–2022).

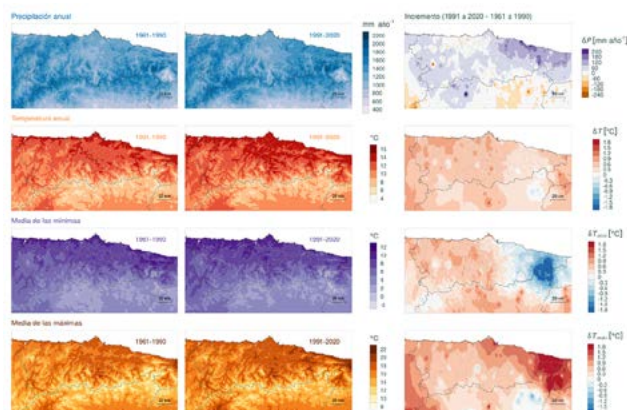


Figura 2. Climatologías para precipitación, temperatura media anual, máxima y mínima diaria, durante los periodos de referencia 1961–1990 y 1991–2020, junto con mapas con las diferencias entre ambos periodos (1991–2020 menos 1961–1990).

lizadas a partir de la nueva generación de proyecciones globales del 6º Informe del IPCC (**CMIP6**).

Un primer conjunto de análisis ha examinado los cambios en las condiciones en el régimen de precipitación y en la temperatura en superficie durante el periodo histórico. Las observaciones registradas por la red de estaciones meteorológicas de AEMET han permitido generar un modelo de clima base de alta resolución usando métodos geoestadísticos. Dicho modelo ha permitido reconstruir las condiciones de precipitación y temperatura en Asturias y su entorno a escala diaria y con una resolución espacial de 1 km entre 1970 y 2022.

El análisis de estos datos revela una clara tendencia al calentamiento durante los últimos 50 años, con un aumento de la temperatura media en la región de $0.30 [0.23, 0.38]_{90\%}$ °C decenio⁻¹ que fue menos pronunciada en el caso de las temperaturas mínimas ($0.19 [0.11, 0.26]_{90\%}$ °C decenio⁻¹), y ligeramente mayor en el caso de las temperaturas máximas

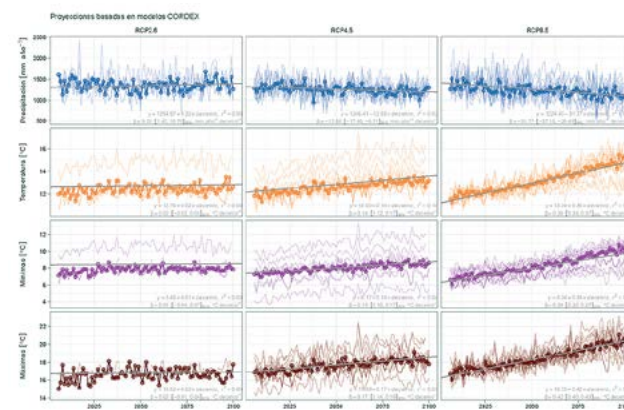


Figura 3. Tendencias basadas en la regionalización para el territorio del Principado de Asturias mediante mapeo de cuantiles de los experimentos de simulación de la iniciativa EURO-CORDEX.

($0.41 [0.31, 0.50]_{90\%}$ °C decenio⁻¹). Además, se detectó un calentamiento más rápido en primavera, invierno y otoño que en verano.

En cuanto a la precipitación, no se encontraron tendencias claras ni en la precipitación acumulada a lo largo del año ($13.7 [-14.8, 40.0]_{90\%}$ mm año⁻¹ decenio⁻¹), ni para la precipitación acumulada durante las distintas estaciones del año. Pese a que se intuyen cambios en la estacionalidad y en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones sobre la región, las tendencias muestran una incertidumbre considerable y no son claras.

El modelo de clima base ha permitido regionalizar los experimentos de simulación de la iniciativa EURO-CORDEX a una resolución espacial de 1 km. Estos experimentos consideran escenarios alternativos de emisiones asociados a distintas estrategias de uso humano de la energía y del territorio, lo que permite evaluar el impacto de distintos supuestos de acción política sobre el impacto del cambio climático en la región asturiana.

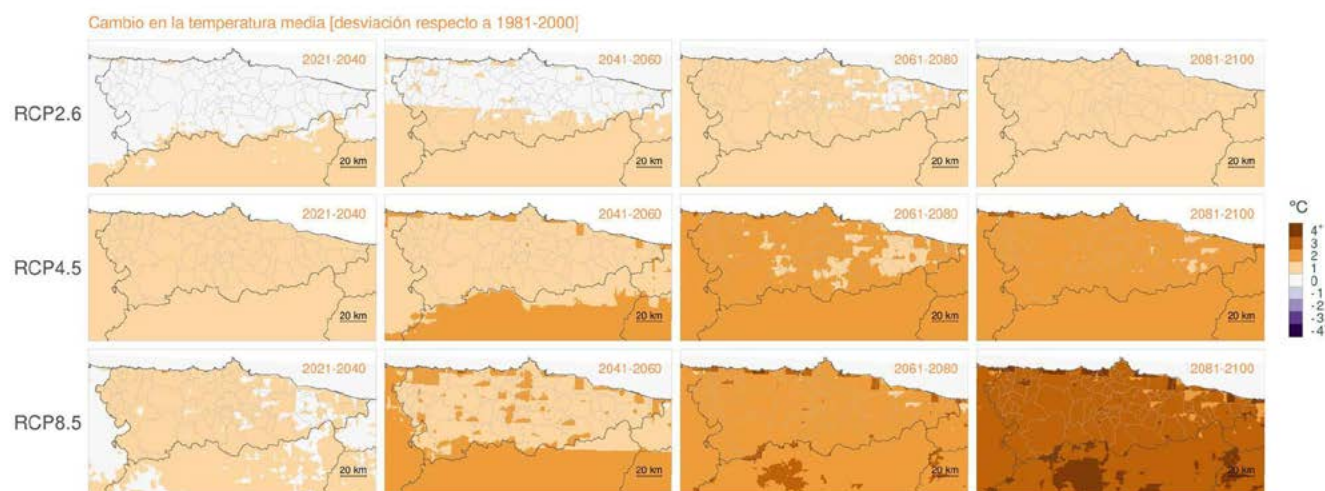


Figura 4. Cambios en la temperatura media con respecto al periodo 1981-2000.

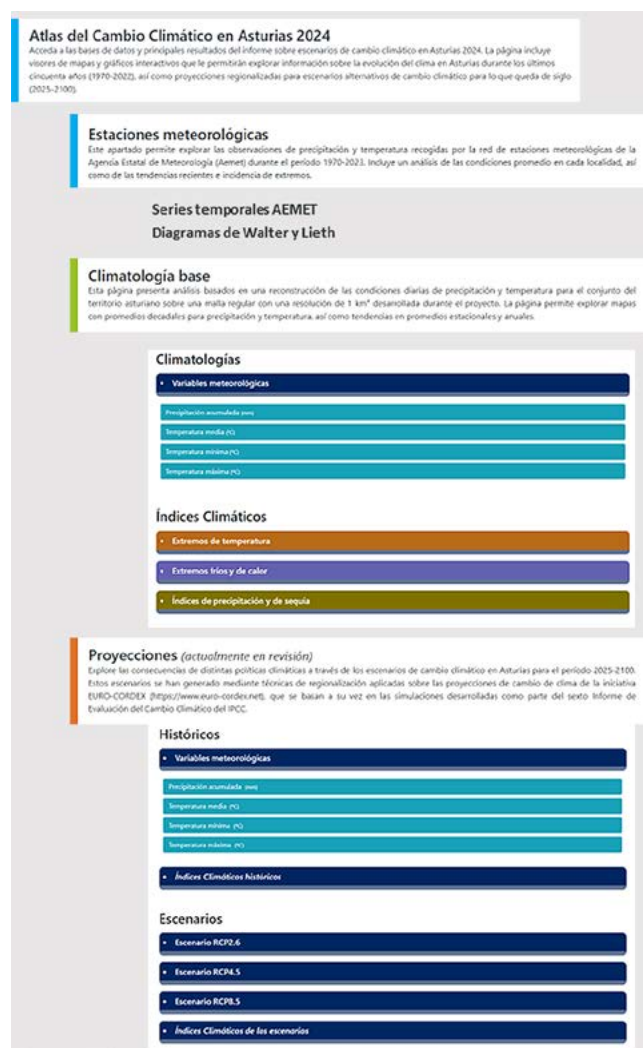


Figura 5. Estructura web del Atlas del Cambio Climático en Asturias 2024.

Las proyecciones obtenidas anticipan un calentamiento medio durante los próximos 75 años de hasta 1.05 [0.90, 1.28]_{90%} °C en la temperatura media y una caída en la precipitación de hasta 6.6 [3.7, 9.7]_{90%} % para los escenarios más optimistas y con una mitigación más rápida (RCP2.6 y RCP4.5). Las proyecciones se recrudecen para los escenarios que no consideran mitigación (RCP8.5), con un aumento de 2.70 [2.55, 2.85]_{90%} °C en la temperatura media y una caída en la precipitación de hasta un 18 [15,21]_{90%} %.

El análisis de los cambios en precipitación y temperatura durante el período histórico y los diferentes escenarios contemplados en las proyecciones se completa con el cálculo y análisis de los índices climáticos de extremos recomendados para diagnosticar y caracterizar los impactos del cambio climático, Atlas del Cambio Climático en Asturias 2024.

En dicho portal se ha configurado un servidor de aplicaciones Apache Tomcat (v9), una base de datos geográficos sobre la última versión de **PostgreSQL/PostGIS** (v14 y v3) y un servidor de mapas **GeoServer** (v2.22.5) que permiten acoplar los contenedores **OpenLayers**.

El portal incluye aplicaciones desarrolladas *ex profeso* empleando la librería de JavaScript **D3** para la integración de visualizaciones interactivas para la exploración de datos en línea sobre las series históricas registradas por las estaciones meteorológicas de la red de observación AEMET y las reconstrucciones del clima. El portal incorpora estas y otras visualizaciones cartográficas para facilitar la exploración de datos por parte de usuarios.

Además, el servidor GeoServer permitirá que aquellos usuarios con experiencia en Sistemas de Información Geográfica puedan acceder de manera remota y libre a los datos mostrados en la página web utilizando los servicios

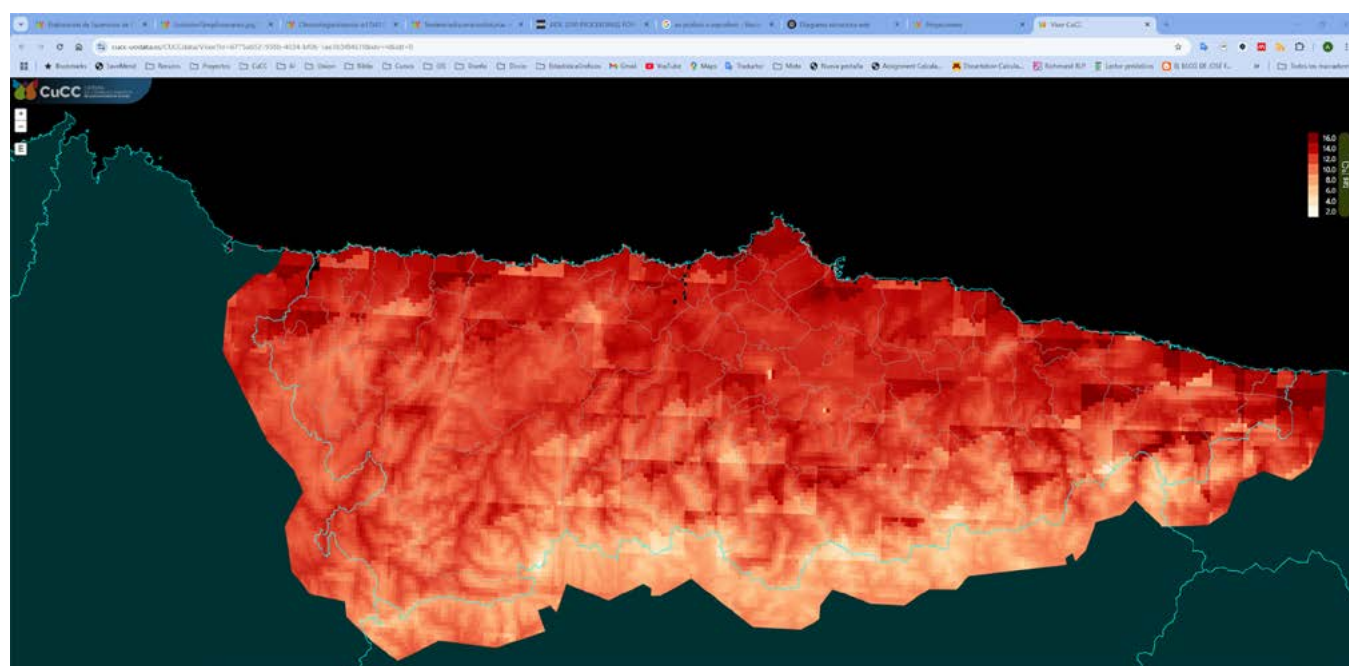


Figura 6. Visualización de la temperatura media anual para el periodo 2021-2040 contemplando el escenario RCP 2.6.

estándar del **Open Geospatial Consortium** (WFS, WMS y, especialmente, WCS). También está previsto implementar la descarga de los datos brutos en formato NetCDF.

Asimismo, se está trabajando en la comarcalización de los resultados regionales con el objetivo servir de herramienta para la toma de decisiones en la redacción de

planes y proyectos. En este sentido cabe señalar que en el informe inicial ya se han incluido los resultados de los ensayos realizados tomando como referencia la división municipal, aún siendo conscientes que, en muchos de los casos, las superficies de las entidades locales no resultan representativas para realizar este tipo de cálculos.

Cangas de Narcea

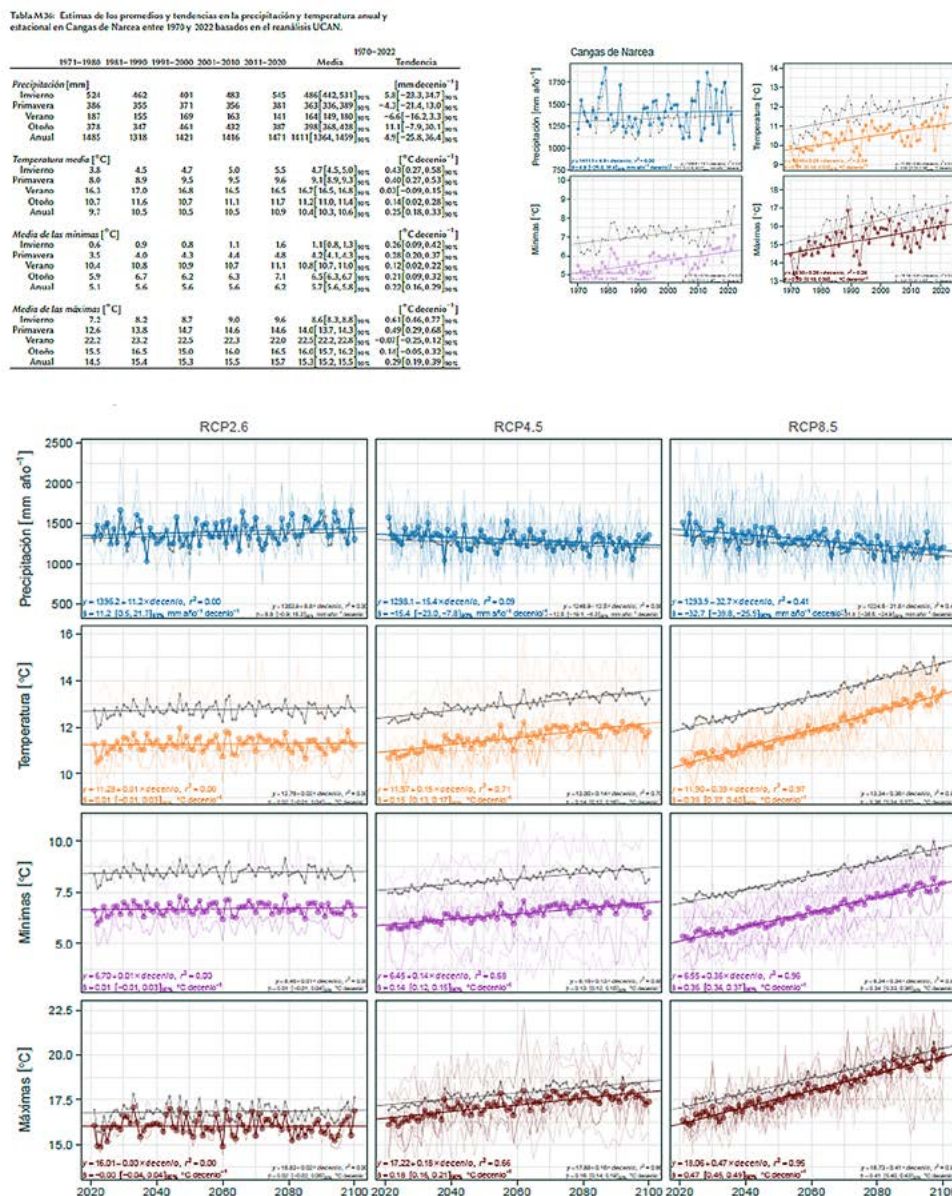
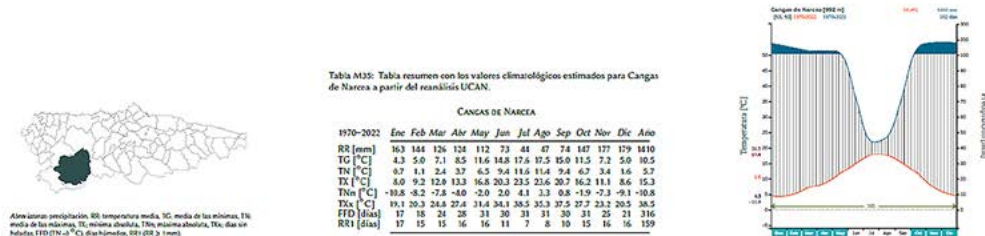


Figura 7. Ejemplo de comarcalización de los resultados regionales tomado como ámbito del concejo de Cangas de Narcea.

Implementação da Base de Dados Nacional de Cartografia (BDNC) em Portugal continental

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 78-79
2026
ISSN: 1131-9100

André Serronha
Artur Seara
Henrique Silva
Marisa Silva
Paulo Patrício
Ricardo Pinho

Direção-Geral do Território

A BDNC constitui uma das mais ambiciosas iniciativas da Direção-Geral do Território (DGT) para centralizar, estruturar e modernizar a cartografia topográfica oficial e homologada de Portugal continental. A sua criação, enquadrada legalmente pelo Decreto-Lei n.º 130/2019, visa garantir a disponibilização de informação cartográfica de grande escala (maior ou igual à escala 1:10 000), atualizada e acessível, numa lógica de dados abertos, interoperabilidade e de colaboração entre entidades.

A BDNC pretende responder às necessidades da administração pública central, das autarquias, das empresas privadas e dos cidadãos, funcionando como infraestrutura de referência para a cartografia nacional, promovendo a sua contínua atualização e assegurando a sua disseminação num contexto de interoperabilidade.

1. Finalidades e âmbito

Entre os principais objetivos da BDNC destacam-se:

- A harmonização da informação geográfica a nível nacional;
- A atualização contínua dos dados, numa estratégia colaborativa entre várias entidades públicas;
- A compatibilidade da informação com normas internacionais (ex. INSPIRE, OGC);
- A rastreabilidade e a gestão do ciclo de vida dos dados com mecanismos robustos de controlo de versões;
- A disponibilização de toda a informação como dados abertos, sem qualquer restrição de acesso, quer por entidades públicas, quer por empresas privadas ou cidadãos.
- A estrutura da BDNC permitirá integrar cartografia topográfica vetorial e de imagem, respeitando os modelos oficiais como o CartTop (normas e especificações técnicas publicadas pela DGT em <https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-topografica/normas-especificacoes-tecnicas>) e, eventualmente, cartografia temática oficial elaborada pelos organismos e serviços públicos responsáveis pe-

los respetivos temas ou cartografia homologada pelos mesmos organismos.

2. Estrutura tecnológica da BDNC

A arquitetura da BDNC será baseada em *software* livre e normas abertas, de forma a garantir escalabilidade, independência tecnológica e flexibilidade futura. Os principais componentes da infraestrutura incluem:

- Base de dados relacional (PostgreSQL/PostGIS) que armazenará toda a informação cartográfica com suporte a múltiplos utilizadores;
- Sistema aplicacional da BDNC, responsável por permitir operações de carregamento, atualização, exploração e administração da cartografia;
- GeoPortal, com duas interfaces: uma área de gestão (back office) para entidades técnicas e uma interface pública (front office) orientada à visualização e interação com o utilizador final;
- Serviços de dados abertos (APIs e OGC Web Services) que permitirão a ligação da BDNC a softwares desktop (como o QGIS), aplicações móveis ou web.

3. Ciclo de vida dos dados

A BDNC irá implementar um modelo de gestão do ciclo de vida dos objetos cartográficos, através de:

- Identificadores permanentes;
- Datas de início, fim e atualização;
- Registo histórico de todas as alterações.

Este sistema permitirá manter um histórico completo da evolução da cartografia, essencial para garantir a integridade e auditabilidade dos dados. Qualquer alteração nos dados será sujeita a uma validação prévia antes de ser incorporada definitivamente na BDNC, com especial atenção à harmonização com a cartografia contígua e à conformidade com o modelo de dados CartTop para a

cartografia topográfica.

4. Controlo de versão distribuído: ELF, OME2, Kart

O desenvolvimento da BDNC ocorrerá tendo como referência um modelo de controlo de versões inspirado nos sistemas distribuídos de desenvolvimento de *software*. O modelo a implementar será estudado e desenvolvido com base em projetos de referência, nomeadamente:

- ELF (European Location Framework) – iniciativa europeia que propõe um quadro comum para dados geoespaciais, incluindo mecanismos de integração e versionamento para partilha entre países;
- OME2 (Open Maps for Europe 2) – iniciativa da EuroGeographics que promove uma infraestrutura aberta e pan-europeia de dados geográficos oficiais, com foco na integração contínua e no versionamento controlado;
- Kart – solução de *software* livre e de código aberto baseada em Git, especificamente adaptada à gestão de dados geográficos, que permite manter versões, gerir ramificações e efetuar operações de “mesclar” em bases de dados espaciais.

Com base nestes modelos, a BDNC procurará implementar funcionalidades como:

- Edição distribuída e colaborativa;
- Histórico completo e reversível de alterações;
- Comparação entre versões de objetos espaciais;
- Integração segura de contribuições externas, garantindo rastreabilidade e validação.

Este controlo de versões poderá ser especialmente útil na articulação com as autarquias e outras entidades públicas que detenham ou produzam cartografia atualizada, facilitando uma lógica de governação colaborativa dos dados geográficos.

5. Integração com o SNIG (Sistema Nacional de Informação Geográfica) e serviços interoperáveis

A BDNC será plenamente integrada no SNIG, através da publicação automática de metadados e harvesting

regular de atualizações. Para tal, será implementado um sistema de catálogo de metadados compatível com normas ISO 19115 e OGC (ex: CSW, OGC API - Records), permitindo a descoberta e reutilização dos dados num contexto nacional e europeu.

Esta integração garante que a BDNC não funciona como sistema isolado, mas como uma peça fundamental integrada no ecossistema de informação geoespacial português, alimentando serviços transversais e promovendo a reutilização da informação geográfica nacional.

6. Acesso público e modelo colaborativo

A informação da BDNC será disponibilizada em regime de dados abertos, sem restrições à sua reutilização, incluindo:

- Visualização em mapa interativo (com simbologia adaptada a diferentes escalas);
- Pesquisa por coordenadas ou toponímia;
- Descarregamento de extratos em formatos como GeoPackage e PDF;
- Ferramentas de anotação e feedback de correções por parte dos utilizadores;
- Alertas automáticos sobre alterações em áreas marcadas como relevantes por cada utilizador.

Será ainda possível carregar dados diretamente através de aplicações desktop (como o QGIS), mediante mecanismos validados e controlados por perfis autorizados.

7. Conclusão

A BDNC representa uma infraestrutura essencial para o futuro da informação geográfica em Portugal, reunindo princípios modernos de interoperabilidade, dados abertos, colaboração entre entidades e robustez técnica. Com base em modelos consolidados como o ELF, OSM2 e Kart, e apoiada por normas internacionais, a BDNC irá permitir uma gestão eficiente, segura e transparente da cartografia nacional, com impacto direto na qualidade das políticas públicas, no planeamento territorial e no desenvolvimento económico assente em dados geoespaciais oficiais fiáveis.

Plataforma de disponibilização de OGC API da DGT

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 80
2026
ISSN: 1131-9100

Danilo Furtado
Paulo Patrício
Rita Pereira

Direção-Geral do Território (DGT)

Joana Simões
Byteroad

A disponibilização e reutilização dos dados abertos, conforme estabelecido na Diretiva (UE) 2019/1024 do Parlamento Europeu e do Conselho, exige a adoção de novos procedimentos nomeadamente a nível da disponibilização e reutilização da informação do sector público. O Regulamento de Execução n.º 2023/138 que estabelece uma lista de conjuntos específicos de dados de elevado valor e as disposições relativas à respetiva publicação e reutilização veio também reforçar esta necessidade.

Neste sentido, a **Direção-Geral do Território (DGT)** concluiu, no âmbito do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), mais concretamente através do Investimento RE-C08-i02: Cadastro da Propriedade Rústica e Sistema de Monitorização da Ocupação do Solo, inserido na Componente 8 – Florestas, o desenvolvimento da plataforma para disponibilização de Conjuntos de Dados Geográficos (CDG) em conformidade com o padrão OGC API da Open Geospatial Consortium (OGC). Esta medida tem como objetivo tornar os dados mais acessíveis e promover a sua utilização e reutilização em diferentes plataformas e aplicações.

Esta ação está alinhada com o compromisso da DGT em promover o acesso aberto à informação geoespacial e apoiar a utilização dos dados abertos para o desenvolvimento de soluções inteligentes para o território.

O acesso à plataforma OGC API pode ser efetuado no seguinte endereço:

<https://ogcapi.dgterritorio.gov.pt/>

Esta plataforma oferece uma API com múltiplos *endpoints* que permitem não só obter dados geospaciais, mas também aceder a metadados sobre o serviço em si e sobre as coleções publicadas.

Neste momento encontram-se disponíveis através de OGC API as seguintes coleções de dados geográficos da DGT:

- Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP)
- CRUS Portugal Continental
- Cadastro Predial – Continente
- COS Portugal Continental
- OrtoSat 30 cm - Portugal Continental - 2023

Esta plataforma está desenvolvida com recursos em tecnologias de *software* livre e de código aberto.

A publicação dos dados é feita pela *pygeoapi*, uma implementação de um servidor de OGC API em python. Para além da conformidade da implementação dos padrões OGC na *pygeoapi* ser certificada, esta é também uma implementação de referência de várias OGC API. A arquitetura do sistema inclui serviços de suporte para armazenamento e gestão dos dados (PostgreSQL+PostGIS) e para disponibilização dos mesmos em tiles vetoriais.

Os dados *vetoriais* são publicados como OGC API – Features e OGC API – Tiles e os dados raster são publicados como OGC API – Maps.

De forma facilitar a utilização e integração destas API por parte dos programadores e outros utilizadores interessados, encontra-se disponível em: <https://dgterritorio.github.io/ogcapi-user/> e <https://ogcapi.dgterritorio.gov.pt/openapi?f=html> a documentação técnica sobre a utilização destas OGC API.

Toda esta informação é disponibilizada através de uma política de dados abertos, de modo a promover a sua utilização generalizada e a permitir ainda o desenvolvimento de produtos derivados por parte de todos os utilizadores.

A disponibilização de dados geográficos através de OGC API insere-se numa estratégia da DGT para diversificar as possibilidades de utilização desta informação por diferentes tipos de utilizadores, promovendo cada vez mais uma utilização efetiva dos dados espaciais do território nacional, com os benefícios decorrentes do seu uso generalizado em diversos setores de atividade.

Verificação periódica e reporte sobre o funcionamento dos serviços dos conjuntos de dados abertos e de elevado valor constantes do catálogo da IDE Nacional de Portugal (SNIG)

Giovanni Manghi
Natural GIS, Lda

Ricardo Pinho
Paulo Patrício
Danilo Furtado
Mário Caetano
Direção-Geral do Território

A infraestrutura de informação geográfica de Portugal, denominada Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), foi criada pelo **Decreto-Lei n.º 53/90**, de 13 de fevereiro, tendo sido a primeira a ser desenvolvida na Europa e a primeira a ser disponibilizada na Internet, em 1995.

O **Decreto-Lei n.º 180/2009** de 7 de agosto, revoga o **Decreto-Lei n.º 53/90** de 3 de fevereiro e transpõe para a ordem jurídica de Portugal a **Diretiva n.º 2007/2/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de março, que estabelece uma Infraestrutura de Informação Geográfica na Comunidade Europeia (INSPIRE). Este diploma aprova o regime do SNIG, estabelece o Conselho de Orientação do SNIG (CO-SNIG) e cria o Registo Nacional de Dados Geográficos (RNDG), constituindo-se assim a Infraestrutura Nacional de Informação Geográfica (IDE) de Portugal no âmbito da Diretiva INSPIRE.

É no RNDG que as entidades públicas documentam obrigatoriamente os Conjuntos de Dados Geográficos (CDG) que produzem ou mantêm, relativos ao território ou águas sob jurisdição nacional. Permite ainda o registo e a pesquisa pública de dados ou de serviços de dados geográficos produzidos por entidades públicas e privadas em Portugal.

O SNIG é igualmente um espaço de contacto para dinamizar, articular, organizar atividades e divulgar informação, documentação, ações de formação e outras atividades relacionadas com Informação Geográfica e com a implementação da Diretiva INSPIRE em Portugal. Em 2018 iniciou-se o desenvolvimento do novo **Geoportal do SNIG**, com base nos princípios da **Visão SNIG2020**, resultante de um amplo debate nacional, realizado de forma colaborativa e participada em 2015, sobre o que se esperava do SNIG a médio prazo.

Desenvolvido em *software* livre e de código aberto, o Geoportal do SNIG inclui o **RNDG** como catálogo de metadados dos conjuntos de dados geográficos e de cartografia topográfica e temática, oficial ou homologada, do território ou águas sob jurisdição nacional, produzidos ou mantidos por autoridades públicas. Foi apresentado publicamente no Encontro Nacional de Infraestruturas de Informação Geográfica (**ENiIG 2019**).

Em 2022 o CO-SNIG aprovou as **linhas orientadoras** para a evolução do SNIG para os anos seguintes, nas quais se inclui a catalogação e disponibilização de **Conjuntos de Dados de Elevado Valor (HVD)** de acordo com o estabelecido na **Diretiva n.º 2019/1024** do Parlamento Europeu

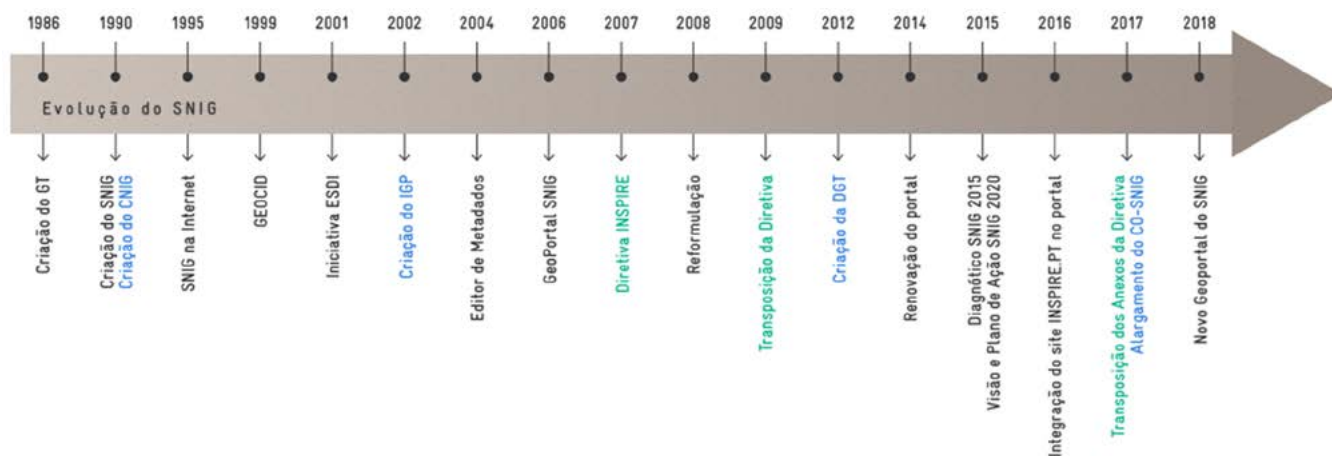


Gráfico 1. Esquema de linha temporal com as fases da **evolução do SNIG**.

e do Conselho, relativa aos dados abertos e à reutilização de informações do setor público.

O **RNDG** implementa Serviços de Catálogo Web (**CSW**) em conformidade com a norma aberta internacional da Open Geospatial Consortium (**OGC**) que permite a propagação (*harvesting*) dos metadados nacionais para o catálogo europeu, **GeoPortal INSPIRE**. Assegura também a propagação dos metadados, relativos aos dados geográficos abertos e dados geográficos de elevado valor, para o portal **dados.gov.pt**, dando cumprimento à **Lei n.º 68/2021** de 26 de agosto, que transpõe para o direito nacional a Diretiva n.º 2019/1024.

O número total de CDG catalogados atualmente no RNDG ronda os 4571 registos, os quais incluem 4256 serviços de dados geográficos, com a distribuição apresentada na Tabela 1.

Serviços de Dados Geográficos	Contagem
De visualização e descarregamento	784
Apenas de visualização	2657
Apenas de descarregamento	815

Tabela 1. Distribuição por tipo de serviços disponibilizados no RNDG

Compete à DGT a constituição, desenvolvimento, manutenção e coordenação operacional do SNIG e do RNDG, sendo o registo, gestão e manutenção dos CDG e respetivos metadados da competência da entidade detentora dos respetivos direitos de propriedade intelectual.

Considerando o elevado interesse público e o elevado valor da reutilização dos dados geográficos abertos através de serviços disponibilizados no SNIG, a DGT tem a responsabilidade da verificação da qualidade dos metadados e do bom estado de funcionamento dos serviços geográficos nele catalogados.

Para o efeito, e após uma pesquisa de mercado sem sucesso por soluções que permitissem assegurar uma forma eficiente e periódica de verificação do elevado número de metadados e de serviços no SNIG, foi contratualizado à empresa **Natural GIS Lda**, com financiamento do Programa de Recuperação e Resiliência (PRR), o desenvolvimento de uma solução baseada em *software* livre e de código aberto para a constituição de um sistema automático de avaliação dos serviços de dados geográficos, de modo a identificar e reportar eventuais problemas e ocorrências que comprometam ou dificultem o acesso público aos serviços publicados pelas várias entidades no SNIG.

A solução é constituída por um conjunto de testes que correm automaticamente em intervalos regulares sobre todos os registos do RNDG, permitindo avaliar a qualidade e o estado de funcionamento dos serviços catalogados no SNIG. A solução é evolutiva, permitindo implementar outros tipos de testes sobre vários tipos de serviços de dados geográficos.

Os resultados dos testes são armazenados em tabelas de uma base de dados relacional PostgreSQL, sobre as quais podem ser executadas pesquisas (*queries*) para cálculo de estatísticas e análises temporais, que servem de base às consultas na interface web (*dashboard* com quadros e gráficos), e à emissão de relatórios de erros e anomalias detetadas nos serviços do SNIG, com vista a sua rápida averiguação e correção pelas entidades responsáveis.

Teste implementado	Descrição
congruence	Testa o preenchimento de certos atributos dos metadatos
url_status_code	Testa o código de estado do url do serviço e o tempo de resposta
wfs_capabilities	Testa se o pedido getcapabilities ao serviço WFS devolve um xml em conformidade
wfs_ogr_info	Testa a resposta do serviço WFS ao ogr_info e o tempo de resposta
wms_capabilities	Testa se o pedido getcapabilities ao serviço WMS devolve um xml em conformidade
wms_gdal_info	Testa a resposta do serviço WMS ao gdal_info e o seu tempo de resposta

Tabela 2. Descrição dos testes implementados aos metadados e serviços do SNIG.

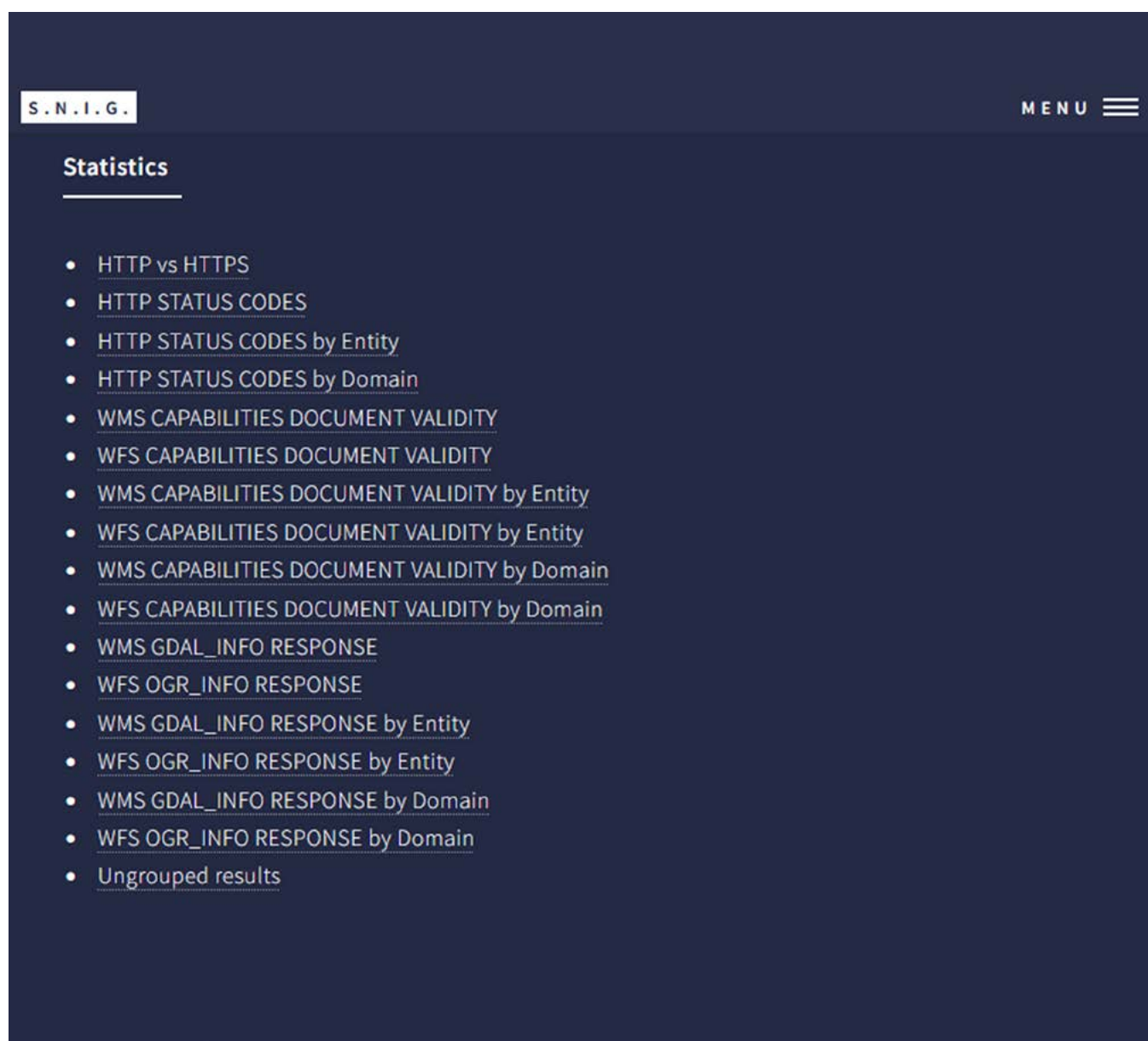


Figura 1. Interface Web de consulta dos resultados do SNIG Report

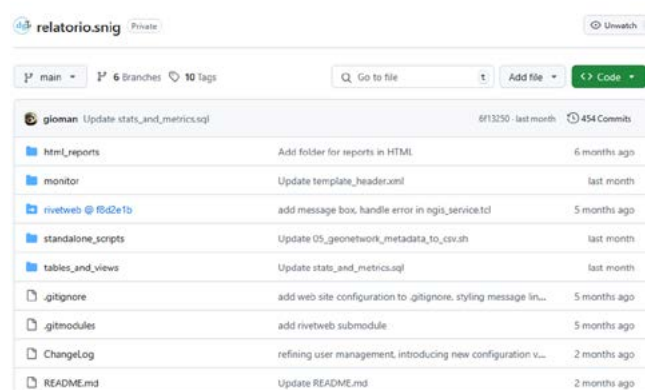


Figura 2. Repositório de código aberto da solução SNIG Report

CLI Usage:

The client accepts commands from a prompt line that shown the number of commands entered during a session. The CLI keeps an history of commands that can be navigated with the arrow-up and arrow-down keys or searched using the Ctrl-R sequence and then by entering

The CLI commands list is available with the command `HELP` (which has the `?` as an alias)

```
snig [3]> ?
CHECK      : Starts Monitoring Jobs
ENTITIES   : List Entities
EXIT       : Exit client
FORMAT     : Set/Query message format
HELP       : List CLI Commands
JOBLIST    : List Running Jobs
LSSERV     : List of service records for an Entity
NOOP       : Noop command as a keep-alive of socket connections
REGTASK    : List registered tasks
RUNSEQ     : Query Sequence Execution Status
SERVICE   : Query Service Data
SHUTDOWN   : Immediate Client and Server termination
STOP       : Stop Monitor Operations
TASKRES    : Display Task results
WMOVS      : List Active Connections
ZZ         : Send custom messages to the server
```

Figura 3. Lista de comandos de administração da interface CLI

Integración de datos espaciales y aplicaciones para la gestión de la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 84-85
2026
ISSN: 1131-9100

Proyecto SILVA AQUA

José María Martín Pardo

AMUFOR

Margarita Alvarruiz Bermejo

Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel

Antonio Quintanilla Rodenas

Joan Miquel Galve Romero

David Moreno Gómez

IDR-Universidad de Castilla-La Mancha

El proyecto **SILVA AQUA** tiene como objetivo principal fortalecer la resiliencia de los ecosistemas forestales frente a los grandes incendios forestales, mediante la puesta en marcha de acciones que faciliten la recuperación y extensión del pastoreo en los ecosistemas forestales de la Reserva de la Biosfera Valle del Cabriel.

Una de las acciones que contempla el proyecto es incorporar tecnologías avanzadas como la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para:

- geolocalizar e inventariar puntos de agua (fuentes y manantiales).
- monitorizar la evolución de la biomasa en parcelas de pastos.
- implementar una plataforma *WebGIS* que facilite el aprovechamiento óptimo de los recursos silvopastoriles.

Contexto territorial y problemática

La despoblación rural no solo vacía pueblos y municipios del interior, sino que también provoca el abandono de recursos valiosos para el pastoreo, como parcelas aptas para ser pastadas y puntos de agua olvidados, muchos de ellos ocultos bajo la vegetación forestal y difíciles de localizar.

Una red adecuada de puntos de agua es esencial para la conducción del ganado, ya que proporciona acceso a agua potable tanto para los animales como para los pastores, además de servir como zonas de descanso y observación. Esta infraestructura permite reducir distancias en los recorridos y facilita la gestión del pastoreo.



Figura 1. Página web del proyecto: <http://www.silvaagua.es/>

Metodología y fuentes de datos

Para la ejecución del proyecto se ha diseñado un proceso que integra datos espaciales de diferentes fuentes: Catastro, SIGPAC, MITECO, Instituto Geográfico Nacional (IGN), servicios cartográficos de Castilla-La Mancha y Comunidad Valenciana (ICV), Confederación Hidrográfica del Júcar y estudios de campo anteriores.

Siempre que sea posible, se accede directamente a los servicios de mapas publicados por los organismos. En los casos en que los datos no están publicados o los servicios no son interoperables, se recurre a la descarga o solicitud directa al responsable de su custodia.

Inventario de puntos de agua

Se ha realizado una revisión exhaustiva de los datos disponibles para geolocalizar e inventariar los puntos de agua en los municipios de la Reserva. Esta información ha permitido generar una capa inicial de puntos, que será validada y completada mediante trabajo de campo. En la Figura 2 se muestra el resultado del cruce de información de las diferentes fuentes consultadas en uno de los municipios estudiados.

Para obtener información sobre la localización exacta y el estado de los puntos de agua, se ha realizado un análisis



Figura 2. Mapa de puntos de agua. Villargordo del Cabriel.

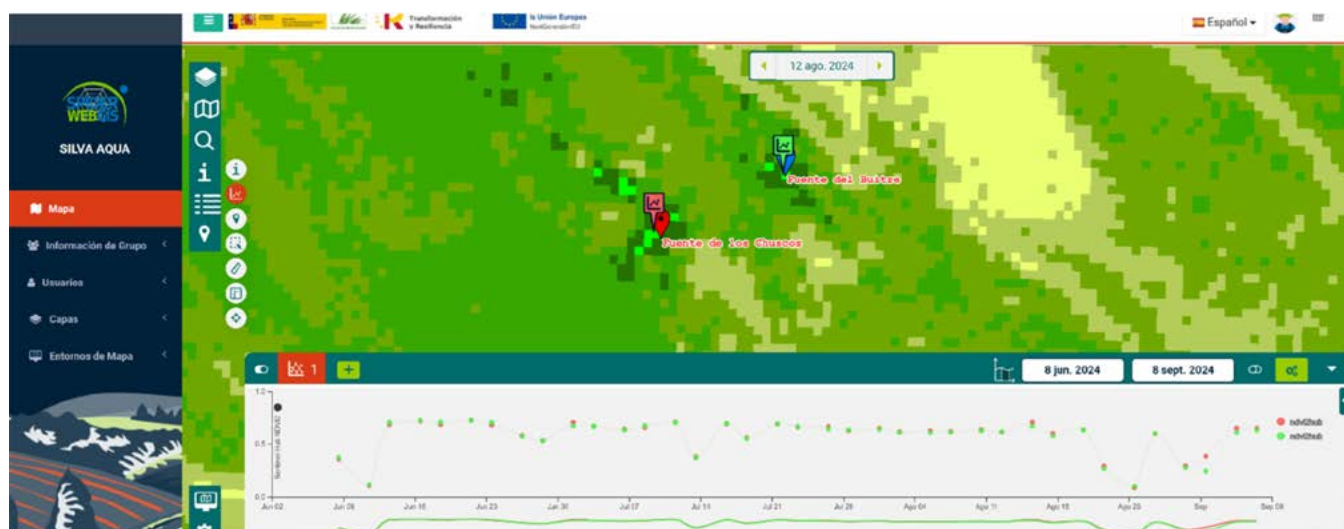


Figura 3. Estudio de la evolución del NDVI en dos fuentes de Villargordo del Cabriel con Spider WebGIS: <https://maps.spiderwebgis.org/>

multitemporal del NDVI obtenido de las imágenes de satélite proporcionadas por los programas Landsat y Copernicus de primavera y verano.

En la Figura 3 se muestra una captura de pantalla de la **plataforma Spider WebGIS** adaptada al proyecto Silva Aqua, donde se puede observar que, entre junio y septiembre, en la ubicación teórica de dos puntos de agua, el NDVI presenta valores próximos a 0,7 (valores entre cero, ausencia de vegetación activa, y uno, vegetación muy activa), muy por encima del resto de la zona, a pesar de estar cubierta de vegetación. Además, este análisis ha permitido localizar con más precisión algunos puntos de agua, como es el caso de la Fuente del Buitre, cubierta por la maleza e inicialmente mal posicionada en el mapa.

Se ha realizado la visita de los puntos de agua geocalizados para verificar su posición y obtener información exhaustiva de ellos. Para ello se ha diseñado una aplicación de campo que permite modificar la posición y completar un total de 18 parámetros, incluyendo fotografías y comentarios. Cabe destacar, como parámetro importante, el caudal, porque dará información sobre la posibilidad de instalar abrevaderos para el ganado. En la Figura 4 se muestran las pantallas de la aplicación para dispositivo móvil que permite

trabajar en modo no conectado, requisito imprescindible, por no existir cobertura de red en diversas zonas de estudio.

Monitorización de biomasa

Para evaluar la biomasa en parcelas susceptibles de ser pastadas, se ha implementado una aplicación que permite comparar la variación de la biomasa acumulada en periodos de tiempo definidos por el usuario.

Para ello, se ha utilizado una metodología que se venía aplicando en parcelas cultivadas en proyectos de tipo agro-nómico. La aplicación se ejecuta en la nube, en tiempo real sobre la parcela o recinto dibujado sobre la pantalla y se basa en la estimación de la transpiración acumulada de la cubierta a partir de la evolución del NDVI y de la evapotranspiración potencial.

Plataforma WebGIS

Se ha diseñado una plataforma *WebGIS* que integra toda la información generada en el proyecto, junto con los datos de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) y las aplicaciones desarrolladas. Esta plataforma permite la monitorización continua y apoya la toma de decisiones para la implantación de cabañas ganaderas en el territorio, incorporando geoprocetos en la nube útiles tanto para pastores como para gestores.

La información del proyecto está disponible en www.silvaqua.es mediante la aplicación StoryMaps de ArcGIS Online, que ofrece acceso directo a las herramientas y visualizadores de mapas desarrollados.

Silva Aqua cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – *Next Generation EU*.

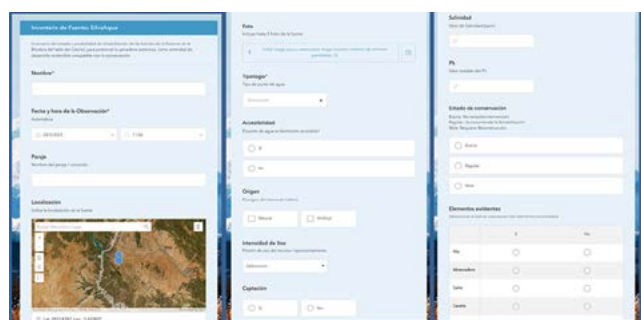


Figura 4. Aplicación de campo para inventario de puntos de agua.

Planos digitais sem modelos de dados? Resta-nos a inteligência artificial

REVISTA **MAPPING**
Vol. 35, 222, 86
2026
ISSN: 1131-9100

Modelo de linguagem determinístico na Gestão do Território

Rui Cavaco
Alexandra Duborjal Cabral
CCDR NORTE

Os Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), em especial os Planos Diretores Municipais (PDM), são peças fundamentais do Ordenamento do Território em Portugal que, entre outras finalidades, regulam a classificação, a qualificação e o uso do solo. Os IGT são, essencialmente, constituídos por um regulamento e por um conjunto de plantas.

Para verificação da aplicação de um PDM é necessário garantir a associação entre os elementos gráficos referenciados numa ou mais plantas, e as respetivas disposições regulamentares que se lhes aplicam.

Essa associação toma a seguinte forma:

1. Os elementos gráficos dos mapas estão caracterizados por designações ou siglas (ex. “Espaço florestal de produção” ou “UOPG 2”), expressas em etiquetas ou na legenda de cada mapa;
2. Essas designações estabelecem relação com o articulado do regulamento, por via de iguais títulos ou designações de capítulos e alíneas, ou pelo uso de tais designações ou siglas ao longo dos parágrafos do extenso texto regulamentar. Para ter essa associação assegurada, um leitor humano tem de proceder a um estudo detalhado do regulamento e das plantas, e criar algum tipo de mapa mental, de forma a poder responder com fiabilidade às diversas questões que surgem durante os processos de gestão urbanística.

Tirando partido das capacidades de base de dados geoespacial dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o referido mapa mental pode ser substituído por um mapa informatizado que permita, por exemplo, “tocar” num elemento gráfico de uma planta digital e, de imediato, aceder a um resumo das disposições regulamentares que se lhe aplicam.

Esse é, contudo, um trabalho moroso e complexo, que nem todos os municípios portugueses estão em condições de efetuar convenientemente.

Na maioria dos casos existentes, os poucos municípios que tem condições de proceder a este trabalho fazem-no

de forma que apenas é acessível usando as ferramentas informáticas disponibilizadas pelo próprio município.

Nas Comissões de Coordenação Regional portuguesas, às quais competem diversas atribuições no âmbito da gestão territorial, há necessidade de possuir o referido “mapa de associações” para a globalidade dos municípios abrangidos que, no caso da **Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, IP (CCDR NORTE)**, totalizam 86 (cada um com, pelo menos, um PDM, e possivelmente outros IGT).

Em casos como o do território da **CCDR NORTE** de Portugal, não só essa tarefa assume proporções hercúleas como, para agravar, os IGT estão em permanente atualização e evolução, sobretudo na atualidade, na qual grande parte dos municípios se encontram pressionados para adequar os seus IGT a uma “nova” realidade legislativa.

É, por tal, necessário socorrer-mo-nos de formas automáticas de criar e gerir mapas digitais de Associação, entre elementos gráficos constituintes de uma ou mais plantas e o conjunto dos artigos de um regulamento.

Assim, identificada a problemática em causa, pretendemos então resolver o problema de outra forma. E pretende-se, por isso, desenhar e implementar um processo de “estabelecimento de relações através de um modelo de linguagem determinístico”:

Partindo de uma base de dados de *part of speech* (categoria gramatical) do conjunto de palavras encontrado num dado regulamento, aplicamos um conjunto de regras gramaticais simples para providenciar um “reconhecimento de entidade nomeada” (*named entity recognition*) que nos permite extrair automaticamente, sem necessidade de supervisão e com bastante completude, a ocorrência e localização de conceitos como “Classificação e qualificação do solo”, e nomes como “Espaço florestal de produção”, do texto de cada regulamento, sem que estes conceitos ou nomes tenham de ser identificados exaustiva e previamente.

As mesmas designações, já devidamente separadas, com ligeiras alterações, derivações ou abreviaturas, aparecem nas plantas nos dados SIG destas, que são legíveis por máquina.