

MAPPING

VOL. 34 • Nº 217 • 2025 • ISSN: 1131-9100

III. geoEuskadi JIIDE 24 Kongresua

Vitoria-Gasteiz

■ El valor
del dato
geoespacial

■ O valor dos
dados
geoespaciais

RESÚMENES DE ARTÍCULOS

ARTÍCULOS:

- Análisis de datos satelitales de NO₂ en entornos urbanos: estudio de caso en la ciudad de Madrid
- Inventario y caracterización de espacios productivos de Andalucía (ESPAND): herramienta para la promoción del suelo industrial en Andalucía
- La revolución digital en el sector de la construcción: del BIM a los permisos de construcción automatizados

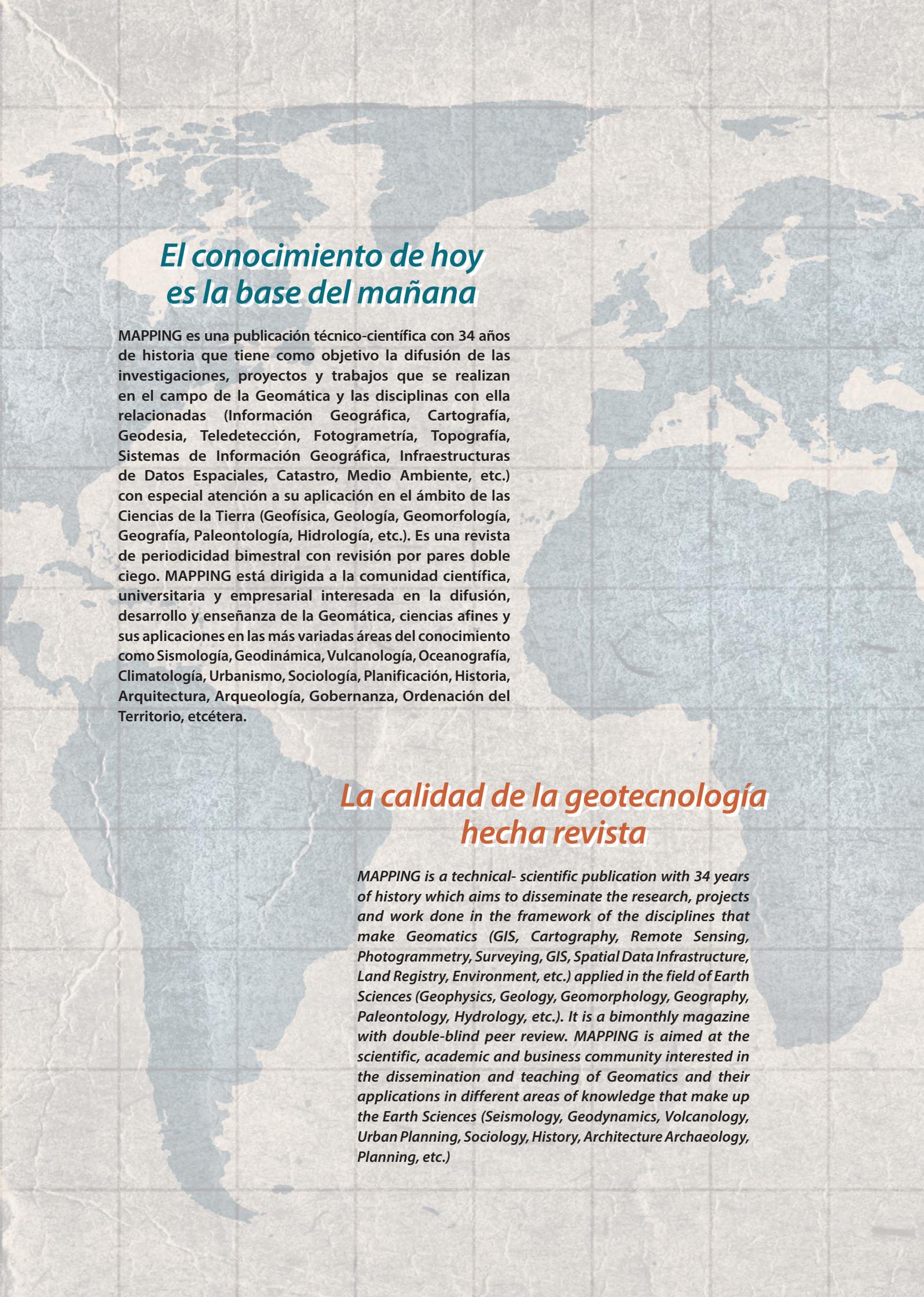


MAPPING

VOL.34 Nº 217 2025 ISSN 1131-9100

Sumario

- 04** Implementación de metodologías de inteligencia artificial para la clasificación de nubes de puntos en el proyecto PNOA-LiDAR.
- 06** Integración de la librería CesiumJS en API-CNIG para la creación de visualizadores 3D. API-CNIG, la evolución a 3D.
- 07** Aplicaciones móviles del IGN-CNIG. Evolución de los proyectos.
- 08** IDErjioa compartiendo innovación en los servicios digitales: Mapas estáticos.
- 9** Fototeca Digital geoEuskadi. Difusión de vuelos históricos digitalizados de Gobierno Vasco a través de la Fototeca Digital de geoEuskadi.
- 10** Nomenclátor Geográfico de la Toponimia Oficial del Principado de Asturias. Poniendo en el mapa los nombres tradicionales de nuestros pueblos, aldeas y ciudades.
- 11** Mapa de desfibriladores en el Principado de Asturias. Ejemplo de colaboración interdepartamental.
- 12** Optimización de la documentación de los servicios de datos geoespaciales con los bloques de construcción del OGC. Mejorando la interoperabilidad y el cumplimiento con los HVD.
- 13** Innovaciones en la automatización de permisos de construcción y gemelos digitales. Explorando los proyectos ACCORD y CHEK.
- 14** El SIGPAC en el marco europeo del Data Sharing. Experiencia en la difusión de información geográfica INSPIRE y datos de alto valor.
- 15** REDIGED: Registro Digital del Edificio.
- 16** Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Albacete: 1 año después. La IDE como plataforma de coordinación en el Ayuntamiento de Albacete.
- 17** Elaboración de censos de amianto. Uso de la plataforma geoEuskadi/geoUdala y herramienta de campo.
- 19** Sistema de integración de expedientes municipales con visualizador espacial de consulta y tramitación ciudadana. Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Cartagena.
- 20** Geoportal del Ayuntamiento Madrid: del dato a la infraestructura. Evolución de la IDE municipal.
- 22** Aplicaciones GIS para la gestión y mantenimiento de la información de GeoPamplona. GIS Corporativo del Ayuntamiento de Pamplona.
- 24** Carga y mantenimiento de datos/servicios en geoEuskadi. Normas y registro cartográfico del sector público de la CAE.
- 25** Datos de alto valor y las infraestructuras de datos espaciales dentro de la administración local. Casos de uso con gvSIG Online.
- 26** Sistema de información de los espacios de actividad económica de Bizkaia.
- 27** LUR-1 «El primer satélite 100% vasco». Sistema Inteligente Satelital.
- 28** Nuevo sistema municipal de soporte a la gestión de Catastro de Bilboko Udala. Nueva gestión del ciclo de vida del dato catastral.
- 29** Observatorio de la Vivienda de Vitoria - Gasteiz.
- 30** Publicación de los datos geoespaciales de alto valor a través de CartoCiudad. Servicio de geolocalización de CartoCiudad.
- 32** Nomenclátor Geográfico Oficial de la CAPV. La calidad de la toponimia en la cartografía.
- 33** Alerta temprana de inundaciones en zonas urbanas dentro del proyecto CENTAUR. Integración de datos meteorológicos, hidrológicos, topográficos, de cobertura terrestre y aeroespaciales para el cálculo de indicadores e índice de alerta temprana.
- 35** Optimización de la planificación de puntos de recarga para vehículos eléctricos en Euskadi. Aprovechando datos abiertos e inteligencia artificial para un futuro sostenible.
- 37** Herramienta de difusión de información forestal de Andalucía (INDIFO). Difusión de indicadores forestales basados en rejillas.
- 39** Datos históricos de cubiertas del suelo de España. Procedimiento para la obtención de un SIOSE histórico a partir de escaneados MTN50.
- 40** Detección automática de la fecha de corta forestal. Aplicación en las masas forestales del País Vasco en el periodo 2018 a 2021.
- 41** Mapas vectoriales geoEuskadi. geoEuskadi adopta la tecnología de teselas vectoriales para sus mapas base.
- 42** Utilización de Mobile Mapping en gestión urbanística y de vías de comunicación. Sistema de captura rápido y preciso.
- 43** Análisis de la información satelital de los niveles de NO₂ en entornos urbanos. Estado del arte y perspectivas futuras.
- 44** Una mirada al pasado para entender el presente. Digitalización del fondo histórico de Gobierno de Navarra, publicación y generación de productos derivados.
- 45** Plataforma geoUdala: reutilización y armonización de datos y servicios de geoEuskadi por ayuntamientos de la CAE. Experiencia de los primeros proyectos en geoUdala.
- 46** Suelo Industrial. Un nuevo caso de uso de SIOSE.
- 47** ASIEDIE: la armonización de datos geoespaciales abiertos. Caso de uso de zonas comerciales abiertas.
- 48** Codificación común de las edificaciones aisladas en Cataluña. Implantación territorial oficial y gestión en el sistema de información geográfica de emergencias y seguridad.
- 49** Apificación de Servicios Web Geográficos. Beneficios para la Administración Pública.
- 51** Visión holística en gemelos digitales. Modelando el futuro geoespacial.
- 52** Facilitando la reutilización de los datos públicos. Datos, servicios, técnicas y experiencias para su explotación.
- 53** Reutilización de API y de código abierto del CNIG de forma interoperable. Nuevo repositorio de código abierto del CNIG.
- 54** GeoBizkaia – Un viaje hacia el gobierno del dato. Una apuesta por compartir y colaborar entre departamentos para una mejor gestión de los datos geográficos.
- 56** Gemelo digital de fuentes abiertas.
- 57** Uso del INSPIRE Reference Validator para la validación de metadatos, datos y servicios. Emplea el INSPIRE Reference Validator como validador de referencia para la validación de metadatos, datos y servicios espaciales conforme a la Directiva INSPIRE y sus distintas formas de explotación.
- 58** Callejero, Padrón, Catastro. ¿Es posible una convergencia? Experiencia de la IDE de Cáceres.
- 60** Satélite «ARMSAT-1 UR DANETA». Servicio integral consistente en la adquisición y uso en exclusividad de los datos relativos a la observación satelital sobre suelo de la Comunidad Autónoma de Euskadi, así como el control y seguimiento de la evolución de eventos excepcionales o situaciones de emergencia y otras cuestiones clave, con objeto de satisfacer necesidades de carácter público y estratégico.
- 61** Movilidad urbana de Cáceres en la IDE local.
- 62** Mapa Ciudadano del Sistema Cartográfico Nacional.
- 63** Análisis de datos satelitales de NO₂ en entornos urbanos: estudio de caso en la ciudad de Madrid. Analysis of satellite data on NO₂ in urban environments: case study of the city of Madrid.
- 74** Inventario y caracterización de espacios productivos de Andalucía (ESPAND): herramienta para la promoción del suelo industrial en Andalucía. Inventory and characterization of productive spaces in Andalusia (ESPAND): tool for the promotion of industrial land in Andalusia.
- 84** La revolución digital en el sector de la construcción: del BIM a los permisos de construcción automatizados. The digital revolution in the construction industry: from BIM to automated building permits



El conocimiento de hoy es la base del mañana

MAPPING es una publicación técnico-científica con 34 años de historia que tiene como objetivo la difusión de las investigaciones, proyectos y trabajos que se realizan en el campo de la Geomática y las disciplinas con ella relacionadas (Información Geográfica, Cartografía, Geodesia, Teledetección, Fotogrametría, Topografía, Sistemas de Información Geográfica, Infraestructuras de Datos Espaciales, Catastro, Medio Ambiente, etc.) con especial atención a su aplicación en el ámbito de las Ciencias de la Tierra (Geofísica, Geología, Geomorfología, Geografía, Paleontología, Hidrología, etc.). Es una revista de periodicidad bimestral con revisión por pares doble ciego. MAPPING está dirigida a la comunidad científica, universitaria y empresarial interesada en la difusión, desarrollo y enseñanza de la Geomática, ciencias afines y sus aplicaciones en las más variadas áreas del conocimiento como Sismología, Geodinámica, Vulcanología, Oceanografía, Climatología, Urbanismo, Sociología, Planificación, Historia, Arquitectura, Arqueología, Gobernanza, Ordenación del Territorio, etcétera.

La calidad de la geotecnología hecha revista

MAPPING is a technical- scientific publication with 34 years of history which aims to disseminate the research, projects and work done in the framework of the disciplines that make Geomatics (GIS, Cartography, Remote Sensing, Photogrammetry, Surveying, GIS, Spatial Data Infrastructure, Land Registry, Environment, etc.) applied in the field of Earth Sciences (Geophysics, Geology, Geomorphology, Geography, Paleontology, Hydrology, etc.). It is a bimonthly magazine with double-blind peer review. MAPPING is aimed at the scientific, academic and business community interested in the dissemination and teaching of Geomatics and their applications in different areas of knowledge that make up the Earth Sciences (Seismology, Geodynamics, Volcanology, Urban Planning, Sociology, History, Architecture Archaeology, Planning, etc.)

MAPPING

VOL.34 Nº217 2025 ISSN 1131-9100

DISTRIBUCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y VENTA

eGeoMapping S.L.
C/ Arrastaria 21.
28022. Madrid. España
Teléfono: 91 006 72 23
info@revistamapping.com
www.revistamapping.com

MAQUETACIÓN

elninjafluorescente.es

IMPRESIÓN

Podiprint

Los artículos publicados expresan solo la opinión de los autores. Los editores no se identifican necesariamente con las opiniones recogidas en la publicación. Las fotografías o imágenes incluidas en la presente publicación pertenecen al archivo del autor o han sido suministradas por las compañías propietarias de los productos. Prohibida la reproducción parcial o total de los artículos sin previa autorización y reconocimiento de su origen. Esta revista ha sido impresa en papel ecológico.



FOTO DE PORTADA:

«Imagen de la ciudad de Vitoria-Gasteiz sede de las jornadas realizadas»

Fuente: Instituto Geográfico Nacional

Depósito Legal: M-14370-2015

ISSN: 1131-9100 / eISSN: 2340-6542

Los contenidos de la revista MAPPING aparecen en: Catálogo BNE, CIRC, Copac, Crue- Red de Bibliotecas REBIUN, Dialnet, DULCINEA, EBSCO, GeoRef, Geoscience e-Journals, Gold Rush, Google Académico, ICYT-CSIC, IN-RECS, Latindex, MIAR, SHERPA/RoMEO, Research Bible, WorldCat.

PRESIDENTE

Benjamín Piña Patón

DIRECTOR

Miguel Ángel Ruiz Tejada
maruiz@geomapping.com

REDACTORA JEFA

Marta Criado Valdés
mcriado@geomapping.com

CONSEJO DE REDACCIÓN

Julián Aguirre de Mata
ETSITGC. UPM. Madrid

Manuel Alcázar Molina
UJA. Jaén

Marina A. Álvarez Alonso
ETSII. UPM. Madrid

Gersón Beltrán
FGH. UV. Valencia

Carlos Javier Broncano Mateos
Escuela de Guerra del Ejército. Madrid

José María Bustamante Calabuig
Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz

Antonio Crespo Sanz
Investigador

Efrén Díaz Díaz
Abogado. Bufete Mas y Calvet. Madrid.

Mercedes Farjas Abadía
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen Femenia Ribera
ETSIGCT. UPV. Valencia

Javier Fernández Lozano
ESTMinas. Ule. León

M^a Teresa Fernández Pareja
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen García Calatayud
Biblioteca Nacional de España

Florentino García González
Abogado

Diego González Aguilera
EPSA. USAL. Salamanca

Álvaro Mateo Milán
CECAF. Madrid.

Israel Quintanilla García
ETSIGCT. UPV. Valencia

Pilar Sanz del Río
URBASANZ Estudio Jurídico S.L.

Roberto Rodríguez-Solano Suárez
EUITF. UPM. Madrid

Andrés Seco Meneses
ETSIA. UPNA. Navarra

Cristina Torrecillas Lozano
ETSI. US. Sevilla

Antonio Vázquez Hoehne
ETSITGC. UPM. Madrid

CONSEJO ASESOR

Ana Belén Anquela Julián
ETSICT. UPV. Valencia

Maximiliano Arenas García
Contratas Vilor. Madrid

José Juan Arranz Justel
ETSITGC. UPM. Madrid

César Fernando Rodríguez Tomeo
IPGH. México

Ignacio Durán Boo
Ayuntamiento de Madrid

Francisco Javier González Matesanz
IGN. Madrid

Ourania Mavrantza
KTIMATOLOGIO S.A. Grecia

Julio Mezcua Rodríguez
Fundación J. García-Siñeriz

Ramón Mieres Álvarez
TOPCON POSITIONING SPAIN. Madrid

Benjamín Piña Patón
Presidente

Implementación de metodologías de inteligencia artificial para la clasificación de nubes de puntos en el proyecto PNOA-LiDAR

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 4-5
2025
ISSN: 1131-9100

Jesús María Garrido Sáenz de Tejada
Ernesto Ballesteros García-Asenjo
Instituto Geográfico Nacional

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) comenzó en 2023 la captura de la tercera cobertura del proyecto PNOA-LiDAR (con la excepción de algunas zonas de Cataluña) con una densidad de 5 puntos/ m².

En la segunda cobertura se utilizó una metodología clásica de procesado que consistía en algoritmos automáticos (geométricos y radiométricos) y técnicas manuales y semiautomáticas. Actualmente los trabajos para la tercera cobertura se están realizando con la misma metodología.

Debido a que esta metodología es lenta y costosa y al auge de la inteligencia artificial (IA), el IGN está analizando la posibilidad de su implementación. El objetivo actual es analizar la viabilidad de esta implementación y para ello se definieron las fases que se describen a continuación.

Fase 1. Prueba piloto (ya realizada)

Se ha realizado una prueba piloto con datos de la segunda cobertura de Castilla y León. Esta zona fue elegida debido a que se capturó a una densidad similar a la tercera cobertura 5 puntos/m². A continuación, se detalla información y características relativas a esta prueba:

- Clases identificadas: suelo, vegetación (baja y media/alta), edificios, torres eléctricas, vehículos,



Figura 1. Ámbito de trabajo de la prueba piloto.

cables eléctricos y puentes.

- Métricas utilizadas: accuracy, precisión, recall, F1 score...
- Se establecen tres tipologías del terreno (montaña, rural y urbana).
- Muestras de entrenamiento: zonas clasificadas manualmente con alta fiabilidad para entrenamiento.
- Muestras de validación: zonas clasificadas manualmente con alta fiabilidad para comprobación de los resultados del procesamiento y obtención de las métricas.

Conclusiones:

- Las muestras de entrenamiento y validación tienen que ser muy precisas y tener una calidad homogénea. Además, es más importante la calidad y representatividad de la zona que utilizar una mayor superficie peor clasificada.
- Se estima como necesaria una superficie de entrenamiento de 0,15-0,25 % y de validación de 0,75-1,2 % de la superficie del lote en función de su tamaño (menor cuanto más grande sea el lote).

Fase 2. Consulta preliminar al mercado (ya realizada)

Con el objetivo de conocer mejor las experiencias

	Entrenamiento			Validación		
	Nº muestras	Sup (km ²)	%	Nº muestras	Sup (km ²)	%
Urbano	17	4,04	16,67	4	7,09	6,19
Rústico	50	14,28	58,8	26	64,38	56,23
Montaña	15	5,94	24,47	13	43,02	37,57
Total	82	24,26	0,13	43	114,48	0,59

Tabla 1. Superficies de entrenamiento y validación sobre el total de la superficie del ámbito de trabajo

Zona	Acc	F1 2	F1 3	F1 4	F1 6	F1 9	F1 10	F1 11	F1 17	% Área- Nº puntos
Urbana	99.04	99.66	74.83	97.68	97.91	66.31	93.56	95.57	89.46	5.98% - (55M)
Rural	99.33	99.76	69.86	98.7	97.07	34.64	83.71	93.33	72.58	57.72% - (575M)
Montaña	88.51	92.5	28.49	89.11	81.73	0.78	23.14	1.23	19.43	36.3% - (275M)

Tabla 2. Métricas finales

y conocimientos en el sector el IGN realizó en verano del 2023 una consulta preliminar al mercado. Se pueden destacar las siguientes conclusiones obtenidas:

- Hay empresas en el sector con desarrollos implementados y otras que están en disposición de adaptarse en un corto periodo de tiempo.
- La solución debe estar basada en algoritmos de *Deep Learning*. Se han identificado varios entornos de desarrollo (*PointCNN, PointNet++, KPConv, TensorFlow...*)
- El lenguaje de programación *Python* es el más extendido.
- El procesamiento en la nube con tecnología GPU es el más adecuado.
- Se podría aumentar el número de clases respecto a la metodología clásica.
- Consenso en las métricas a utilizar para la validación, lo que indica madurez en este procedimiento.
- Los numerosos proyectos de I+D en marcha tanto a nivel empresarial como el ámbito universitario con un alto grado de colaboración anticipan una fuerte expansión en la implementación de esta tecnología en el sector.

Tras el análisis de la consulta se concluye que hay una madurez adecuada en algunas empresas del sector para dar paso a la fase 3.

Fase 3. Clasificación mediante técnicas de IA de datos de la 3ª cobertura de PNOA-LiDAR

Para la realización de esta fase se ha lanzado un contrato de servicios para una superficie de 41 774 km² correspondientes a datos de la tercera cobertura

(Extremadura y Aragón). Los trabajos se han iniciado a principios de junio con un plazo de 5 meses para su finalización. Las características técnicas del expediente son las siguientes:

- Se empleará obligatoriamente solo métodos de clasificación automática.
- Clases básicas: suelo, vegetación, edificios, puentes y solape.
- Clases avanzadas (obligatorias): agua, carreteras, vías de ferrocarril y vehículos.
- Clases avanzadas (no obligatorias, se puntúan como mejora en el expediente): torres eléctricas, cables eléctricos, aerogeneradores, placas solares y muros.
- Se estableces las siguientes precisiones F-Score en función del nivel de la clasificación y la clase:
 - Clasificación básica F-Score general > 0,95
 - Clasificación avanzada F-Score general > 0,85

Para poder analizar estas métricas se contará con una serie de muestras de control. Estas zonas se clasificarán de manera manual con una alta fiabilidad y de las que no dispondrá la empresa adjudicataria.

Fase 4 y 5. Comparativa de IA respecto a la metodología clásica y toma de decisión.

Las mismas zonas incluidas en la fase 3 serán clasificadas con la metodología clásica, permitiendo de esta manera realizar la comparación de los resultados obtenidos. Una vez realizada esta comparativa se analizará si es el momento oportuno para implementar las técnicas de IA.

Integración de la librería *CesiumJS* en API-CNIG para la creación de visualizadores 3D

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 6
2025
ISSN: 1131-9100

API-CNIG, la evolución a 3D

Aurelio Aragón Velasco
Yaiza Gómez Espada

Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (O.A. CNIG)

API-CNIG es un proyecto de código abierto de carácter colaborativo cuyo propósito es la realización de visualizadores cartográficos web. Comienza como un *fork* del proyecto Mapea, desde el cual se ha ido desarrollando desde el Organismo Autónomo del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) con mejoras y nuevas funcionalidades. El código del proyecto se gestiona en un repositorio *GitHub* abierto, permitiendo que otras organizaciones y desarrolladores puedan realizar actualizaciones de código mediante *Pull Requests*. Además, se pueden añadir peticiones de mejora o informar de errores de código para su subsanación a través de la creación de *Issues*.

La librería que se utiliza en API-CNIG para la creación de visualizadores 2D es *OpenLayers*, también de fuente abierta y con el mismo espíritu colaborativo. Esta librería se compila como base del núcleo de API-CNIG para la creación de visualizadores cartográficos en 2D.

Por tanto, API-CNIG sirve como fachada de *OpenLayers*. Esta fachada sirve para dos cosas, por un lado, agregar funcionalidades en la librería base y por otra, evitar que cambios de métodos y clases en *OpenLayers* en su actualización continua de versiones, afecten a los visualizadores realizados con API-CNIG.

Un buen ejemplo de visualizador realizado con API-CNIG, por tener mayor número de visitas mensuales

que otros visualizadores, es Iberpix. Otros ejemplos de visualizadores realizados con API-CNIG pueden ser fototeca, mapa a la carta, el visualizador de energías renovables de Aragón, el visualizador Mírame-IDEDuero o el visualizador del Instituto Hidrográfico de la Marina.

Solventada la creación de una API que permita publicar visualizadores 2D, y con el nuevo objetivo de poder dar una solución técnica de fuente abierta a la demanda actual existente en la publicación de geoinformación 3D, el CNIG ha escogido la librería base *CesiumJS* para alcanzar esta nueva meta. *CesiumJS* también sigue la filosofía de fuente abierta y colaborativa, con un desarrollo constante en su repositorio de código: <https://github.com/CesiumGS/cesium>.

La metodología para incluir *CesiumJS* en el núcleo de API-CNIG consiste en la realización de un mapeo entre los métodos y clases de *CesiumJS* a los ya existentes en API-CNIG. Gracias a esto, se podrán realizar visualizadores en 2D o 3D utilizando el mismo conocimiento de una única fachada (API-CNIG), lo que da un valor añadido al proyecto al no tener que aprender dos librerías distintas.

Además de las fuentes de datos y servicios mapeados en API-CNIG desde *OpenLayers* (WMS, WMTS, *OGCAPI-Features*, *GeoJSON*, etc.), *CesiumJS* permite la utilización de servicios *3Dtiles* de OGC y servicios terreno 3D, como *quantized-mesh*,

que se integrarán como nuevos tipos de fuentes de datos disponibles a utilizar en API-CNIG.

A nivel usuario, una vez terminado con el desarrollo, se creará un nuevo control en fachada que permitirá cambiar al vuelo de una a otra librería base, manteniendo la vista (el zoom, el centro y las capas cargadas en ese momento) que había antes de activar el control.



El IGN-CNIG presenta en su web seis aplicaciones móviles gratuitas disponibles en las tres plataformas de aplicaciones móviles más conocidas (*Play Store* de Google, *App Store* de Apple y *App Gallery* de Huawei). El área de informática del CNIG es el área encargada de la actualización y evolución de estas aplicaciones móviles, con un esfuerzo constante para servir los recursos más actuales y utilizar las tecnologías más punteras. Muchas de las aplicaciones están pensadas para su uso *on-line* u *off-line*, es decir, sin datos móviles o conexión a Internet.

La aplicación móvil más descargada es Mapas de España, que permite usando diferentes servicios del IGN-CNIG, cargar y crear tus propias rutas y puntos de interés. Con el mismo espíritu, pero pensada para un manejo más sencillo, existe la aplicación Mapas de España Básicos, aunque también tiene funcionalidades exclusivas de la aplicación como por ejemplo la realidad aumentada, que permite consultar información de los picos y vértices REGENTE a tu alrededor en una vista 360 grados.

Otra aplicación móvil muy descargada es la de IGN Terremotos, en la cual se muestra información procedente de la Red Sísmica Nacional de los sismos alrededor del territorio español en los últimos diez días. Además, avisa de la existencia de posibles *tsunamis* producidos por un sismo. Otra aplicación es la de *Geosapiens*, con un propósito educativo y gestionada

por el área de recursos educativos del IGN-CNIG, en el cual se podrán aprender conceptos geográficos de una forma lúdica.

La aplicación Cno. Santiago muestra información de diferentes rutas del Camino con sus puntos de interés y albergues asociados. También tiene un modo avisos que te avisa si te alejas del camino más de 50 metros. La información procede de la Federación de Asociaciones de Amigos del Camino de Santiago (FEAACS). La aplicación de Parques Nacionales muestra información de límites, rutas y puntos de interés de cada uno de los Parques Nacionales de España, cuya información procede del IGN-CNIG.

Todas las aplicaciones han sido actualizadas recientemente, incluyendo sus recursos asociados a ellas, entre los cuales destacan los mapas para móviles, que son archivos en formato *MBTiles* ráster procedentes del Mapa Topográfico Nacional del IGN y la cartografía vectorial para móviles, archivo en formato *MBTiles* vectorial con información procedente del Servidor de Información Geográfica de Referencia (SEIG). Ambos productos están pensados para un consumo *off-line* dentro de las aplicaciones móviles Mapas de España y Mapas de España Básico y están disponibles en el Centro de Descargas del IGN-CNIG.

Todos los proyectos tienen planes de actualización futuros para ofrecer nuevas funcionalidades y mejorar la experiencia de usuario actual.

IDerioja compartiendo innovación en los servicios digitales: Mapas estáticos

Ana García de Vicuña Ruiz de Argandoña
Gobierno de La Rioja. Dirección General de Urbanismo y Vivienda

Pablo Martínez Pérez
Gobierno de La Rioja. Dirección General para Sociedad Digital

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 8

2025

ISSN: 1131-9100

Los servicios digitales son productos y servicios que se ofrecen principalmente a través de internet con el fin de facilitar el acceso a complejos recursos de información de manera sencilla. Estos servicios aprovechan las tecnologías digitales para proporcionar soluciones eficientes, accesibles y personalizadas a las necesidades de los usuarios.

La difusión y presentación de datos geográficos a través de servicios digitales ha revolucionado la forma de compartir y utilizar la información geográfica a un público más amplio antes limitada a un sector especializado. Los usuarios, en la actualidad pueden personalizar los mapas según sus necesidades específicas, añadiendo capas de datos relevantes y creando visualizaciones a medida.

Aunque los mapas dinámicos están en auge, los mapas estáticos, que son representaciones geográficas que no interactúan con el usuario mantienen su atractivo. Aunque pueden parecer limitados en comparación con los mapas interactivos y dinámicos, estos mapas desempeñan un papel crucial en la difusión cartográfica. A continuación, se describen varias formas en la que los mapas estáticos ayudan en la difusión cartográfica:

1. **Facilidad de distribución.** Los mapas estáticos (JPEG o PNG) son fáciles de distribuir a través de servicios digitales, como correos electrónicos, publicaciones en redes sociales, documentos y sitios web. Su pequeño tamaño de archivo y compatibilidad con múltiples dispositivos los hace accesibles para una amplia audiencia.
2. **Facilidad de uso.** No requieren conocimientos técnicos para ser utilizados. Esto los hace accesibles a usuarios que no tienen habilidades avanzadas en información geográfica.
3. **Consistencia y confiabilidad.** Los servicios de mapas estáticos garantizan que todos los usuarios acceden a la misma fuente de datos asegurando una representación geográfica consistente y actualizada. Ofrecen de esta manera una representación constante y confiable de los datos.

4. **Simplicidad y eficiencia.** En situaciones donde la interactividad no es necesaria, los mapas estáticos proporcionan una solución simple y eficiente para comunicar información geográfica sin complicaciones técnicas adicionales.

Aunque los mapas interactivos y dinámicos ofrecen muchas ventajas, los mapas estáticos son una herramienta fundamental en la difusión cartográfica. Su facilidad de uso, accesibilidad y capacidad para proporcionar información geográfica clara y consistente los hacen indispensables en una variedad de contextos, desde la educación y la investigación hasta la planificación y la comunicación pública.

Tener un servicio de distribución de mapas estáticos (API de mapas estáticos) representa para IDerioja una innovación significativa en la difusión cartográfica. Esta herramienta combina la simplicidad y eficiencia con la flexibilidad y personalización que estos servicios ofrecen. Una API de mapas estáticos permite generar mapas en tiempo real con parámetros específicos definidos por el usuario, como coordenadas, niveles de zoom, estilos de mapa, etc., que se actualizan continuamente con las modificaciones realizadas en el origen de los datos. Esto elimina la necesidad de crear y almacenar múltiples versiones de un mapa.

Por otra parte, este servicio se puede integrar fácilmente en aplicaciones web y móviles, permitiendo que los desarrolladores incluyan mapas personalizados directamente en sus proyectos. Las organizaciones pueden utilizar estas APIs para incorporar mapas estáticos en sus flujos de trabajo existentes, tales como informes, paneles de control y sistemas de gestión de contenido.

Para IDerioja el uso de una API para proporcionar mapas estáticos representa una solución innovadora que combina lo mejor de ambos mundos: la simplicidad y accesibilidad de los mapas estáticos y la flexibilidad y dinamismo de las APIs. Esta combinación permite crear aplicaciones más eficientes, personalizadas y escalables.

Gobierno Vasco custodia en sus archivos fotogramas de diversos vuelos fotogramétricos de la Comunidad Autónoma del País Vasco desde el año 1942 hasta la actualidad. Si bien, hasta la fecha, la ingente cantidad de información almacenada se encuentra perfectamente conservada y catalogada, no se disponía de un medio que permitiera la consulta de ella de manera ágil y precisa.

Es cierto, que desde 2005, todos los vuelos fotogramétricos se realizan sobre soporte digital, pero todo el material anterior a esa fecha se encuentra en formato analógico, disponiendo de negativos y/o positivos, lo que ha generado la necesidad de digitalización de todos ellos y su posterior georreferenciación. Actualmente, se están digitalizando aquellos fondos fotográficos que contemplan proyectos de vuelo de gran extensión. En futuras fechas, años 2025 y 2026, se licitará la digitalización de todos los proyectos de menor entidad.

Con todo esto, se ha materializado una Fototeca Digital, basada en la tecnología implementada en la Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi – geoEuskadi (<https://www.geo.euskadi.eus/inicio/>). Esta nueva herramienta permite la consulta de todos aquellos fotogramas existentes y que son propiedad de Gobierno Vasco a través de una aplicación web que gestiona la visualización de fotogramas, las fechas de cada exposición, las características de los vuelos y la posibilidad de solicitar certificados de los mismos.

En cuanto al formato utilizado para almacenar los

archivos, todos los fotogramas analógicos digitales, junto con los de naturaleza digital, se han generado, o transformado, en caso de haber sido necesario, a formato COG (*Cloud Optimized GeoTIFF*), de manera que se pueda acceder a los mismos de forma sencilla, práctica y organizada. Además, se ha conformado una *geodatabase*, en formato GDB de ESRI, que permite organizar, categorizar y relacionar toda la información que conforma el proyecto, y que es el eje director de toda la información disponible.

Con referencia a la tecnología, cabe mencionar que se ha trabajado con el API *Javascript* de ESRI, junto con *Portal for ArcGIS* y diversas herramientas de dicha casa comercial. Esta solución es la que está implementada en Gobierno Vasco para desarrollar y trabajar con todos los aspectos relativos a la información geográfica, permitiendo una interoperabilidad entre aplicaciones que se traduce en ahorros temporales y económicos de gran importancia.

Como consecuencia de todo ello, se dispone de una herramienta que permite tanto al público en general, como a los usuarios de perfil técnico, consultar la realidad existente sobre el territorio en un momento concreto de tiempo, lo que es de gran utilidad en temas urbanísticos, de planeamiento territorial, para estudios históricos, resolución de litigios... Además, todo ello es posible complementarlo con el repositorio de ortofotos de geoEuskadi, las cuales pueden consultarse a través de su portal.

Nomenclátor Geográfico de la Toponimia Oficial del Principado de Asturias

Poniendo en el mapa los nombres tradicionales de nuestros pueblos, aldeas y ciudades

M. Tailí Pérez Rodríguez
M. Luisa Belén Menéndez Solar
Cristóbal Manuel Carrero de Roa
José Javier Sigüenza Samartino

Servicio de Cartografía del Principado de Asturias
D. G. de Urbanismo, Consejería de Ordenación de Territorio,
Urbanismo, Vivienda y Derechos Ciudadanos

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 10

2025

ISSN: 1131-9100

La Directiva (UE) 2019/1024 en su Anexo I establece la temática geoespacial como una de las categorías de los conjuntos de datos de alto valor; incluyendo en la misma, entre otros conjuntos de datos, los nombres geográficos (Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138).

Los nombres geográficos son considerados patrimonio cultural inmaterial; están calificados como Información Geográfica de Referencia (Anexo I de LISIGE); y se corresponden con los topónimos, es decir, los «Nombres de zonas, regiones, localidades, ciudades, periferias, poblaciones o asentamientos, o cualquier rasgo geográfico o topográfico de interés público o histórico».

En el Principado de Asturias, la Ley 1/1998 determina que los topónimos «tendrán la denominación oficial en su forma tradicional», motivo por el cual en el año 2002 se inicia el proceso de revisión y oficialización de la toponimia tradicional, mediante la aprobación de sucesivos decretos. Decretos que no incluían su localización geográfica.

El Servicio de Cartografía del Principado de Asturias, D. G. de Urbanismo, C. de Ordenación de Territorio, Urbanismo, Vivienda y Derechos Ciudadanos, en su labor como productor y distribuidor de la información geoespacial de referencia del territorio asturiano; entendió que era fundamental la georreferenciación de la toponimia oficial; motivo por el cuál impulsó la elaboración del primer Nomenclátor Geográfico de la Toponimia Oficial del Principado de Asturias (NGTOPA), entendido como un registro dinámico que no sólo recoge las denominaciones oficiales referenciadas geográficamente, sino que además las codifica, jerarquiza espacialmente y categoriza. Aspectos estos últimos de gran complejidad debido a la diversidad y riqueza geográfica de nuestra región.

Este ambicioso proyecto, iniciado en 2018, ha supuesto un importante esfuerzo para la Dirección General de Urbanismo, que se enfrentaba a la geolocalización y organización territorial de casi 24 000 topónimos oficializados, distribuidos a lo largo de todo el territorio asturiano.

Hasta el momento actual, ha sido necesario recorrer 61 672 km (una vez y media la vuelta al mundo); y se han

realizado 268 jornadas de trabajo en pueblos, parroquias y ayuntamientos, donde han participado decenas y decenas de colaboradores e informantes (ayuntamientos, asociaciones, particulares, estudiosos de la materia...etc.).

Se han necesitado además cientos de horas para el estudio de los informes toponímicos encargados por la Consejería de Cultura; la consulta de la Cartografía Oficial del Principado de Asturias del IGN, las Bases Catastrales y demás fuentes cartográficas; la búsqueda de la bibliografía existente (en particular de las publicaciones de la Academia de la Llingua Asturiana); la georreferenciación mediante sistemas de información geográfica; la generación de bases de datos correctamente depuradas y garantistas de calidad; y finalmente la puesta a disposición de todos los usuarios de la información generada siguiendo los principios establecidos para los datos abiertos y la reutilización de la información.

Finalmente se ha publicado en el geoportal SITPA-IDEAS, un Visualizador del NGTOPA; se ha creado un *story map*, se han generado Servicios OGC del NGTOPA; y desde el Centro de Descargas del SITPA-IDEAS se puede descargar el NGTOPA en diferentes formatos (shape, KML, GML y excel) con sus correspondientes leyendas.

El proyecto sigue en marcha, finalizando los últimos municipios con topónimos oficializados sin georreferenciar, y enlazando con la siguiente fase, encaminada a la creación de herramientas orientadas a fomentar la participación de la ciudadanía en la recopilación georreferenciada de la amplia y rica toponimia asturiana.



Mapa de desfibriladores en el Principado de Asturias

Ejemplo de colaboración interdepartamental

Pablo Tirador Egoche
Cristóbal Manuel Carrero de Roa
Marta Tailí Pérez Rodríguez
Servicio de Cartografía del Principado de Asturias

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 11
2025
ISSN: 1131-9100

Al Servicio de Cartografía del Principado de Asturias (D.G. de Urbanismo) le corresponden, entre otras, las tareas de coordinación, gestión y mantenimiento del Sistema de Información Territorial e Infraestructura de Datos Espaciales de Asturias (SITPA-IDEAS), geoportal de referencia donde se concentra toda la información geográfica de interés del Principado de Asturias. Esta labor la realiza con la colaboración de los distintos departamentos de la Administración regional, ya sea compartiendo la información geográfica generada por ellos o trabajando conjuntamente para la producción de nuevos conjuntos de datos. Una suma de esfuerzos que se realiza con el objetivo de poner a disposición de los ciudadanos la información geográfica más diversa y completa sobre Asturias.

Un ejemplo de esa colaboración lo representa el proyecto para la georreferenciación y publicación de información geográfica sobre equipos de desfibrilación externa automatizada (DEA) instalados fuera del ámbito sanitario. Se trata de información disponible conforme a la dirección que figura en el Registro de entidades no sanitarias que disponen de equipos DEA para su uso por personal autorizado. En este proyecto han colaborado el Servicio de Inspección de Servicios y Centros Sanitarios, perteneciente a la Consejería de Salud y responsable de la producción y mantenimiento del dato geográfico sobre desfibriladores, y el Servicio de Cartografía, dependiente de la Consejería de Ordenación de Territorio, Urbanismo, Vivienda y Derechos Ciudadanos, asumiendo funciones de gestión de bases de datos geográficas y soporte tecnológico en infraestructuras de datos espaciales y SIG.

Del proyecto queremos destacar el diseño y configuración de un conjunto de herramientas basadas en recursos desplegados desde la IDE regional para permitir la edición, el mantenimiento y la visualización de información geográfica por parte de departa-

mentos no cartográficos. En este sentido, una primera herramienta, de tipo visualizador, permite ejecutar fácilmente acciones básicas de edición, como son la incorporación de nuevos desfibriladores, la modificación de la información cuando sea necesario o la eliminación de aquellas entidades que ya no figuren en el registro.

Para la explotación de la información generada se ha configurado también un mapa digital específico destinado a representantes del Servicio de Asistencia Médica Urgente (SAMU Asturias) y el Servicio de Emergencias (112 Asturias), el cual también está basado en geoservicios proporcionados desde las IDE regional y nacional. Con esta nueva aplicación, dotada de funcionalidades básicas de geolocalización y consulta de entidades, el centro coordinador puede localizar en tiempo real todos los dispositivos que se hayan registrado en el sistema, lo que facilita su uso ante una eventual emergencia.

Por último, cualquier persona usuaria puede encontrar, acceder e interactuar con este nuevo conjunto de datos a través del Catálogo IDEAS y del visualizador cartográfico de la IDE, así como mediante la conexión a los correspondientes servicios OGC (WMS y WFS) desplegados, todo ello accesible desde el geoportal SITPA-IDEAS.

En la presentación propuesta se explicará cómo, utilizando la plataforma tecnológica de IDEAS, se han desplegado distintos servicios y aplicaciones que permiten el mantenimiento y explotación de datos cartográficos desde departamentos de ámbito sanitario que, a priori, no tenían ningún conocimiento en tecnologías de la información geográfica. Así mismo, se comentará también la aplicación futura de este procedimiento colaborativo a la hora de dar respuesta a otras unidades administrativas con necesidades similares a la descrita.

Optimización de la documentación de los servicios de datos geospaciales con los bloques de construcción del OGC

Mejorando la interoperabilidad y el cumplimiento con los HVD

Mayte Toscano Domínguez
Open Geospatial Consortium, Jefa de proyectos

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 12

2025

ISSN: 1131-9100

Uno de los grandes retos al que nos enfrentamos al publicar datos geospaciales es que no podemos hacerlo vinculándolo a los modelos de datos subyacentes. Sin una comprensión clara de estos modelos, los datos pueden resultar inútiles o incluso inaplicables para los propósitos deseados. Esto no solo dificulta el trabajo de los desarrolladores y científicos de datos, sino que también puede llevar a la duplicación de esfuerzos y a la generación de datos de baja calidad.

Aquí es donde los bloques de construcción de ubicación (*Location Building Blocks*) del *Open Geospatial Consortium* (OGC) ofrecen una solución efectiva. Estos bloques de construcción permiten una mejor publicación y uso en las APIs de OGC al definir en el propio servicio la documentación y el modelo de datos, creando publicaciones más FAIR.

Al implementar estos bloques, las organizaciones pueden garantizar que sus datos cumplan con los estándares internacionales, mejorando así su utilidad y valor a largo plazo. Además, estas herramientas permiten realizar validaciones automáticas de los datos, asegurando que cumplan con los criterios de calidad antes de ser publicados. Esto es particularmente crucial en un entorno donde los datos de alta calidad son esenciales para la toma de decisiones informadas.

La adopción de los bloques de construcción de OGC representa un avance significativo en la gestión y publicación de datos geospaciales. Los beneficios

de utilizar estos bloques son numerosos. La interoperabilidad mejorada facilita la integración y el uso de datos en diferentes sistemas y aplicaciones, lo cual es crucial en un mundo cada vez más interconectado. La estandarización y reutilización de datos reducen la duplicación de esfuerzos y aumentan la eficiencia operativa, permitiendo que las organizaciones se centren en sus objetivos principales en lugar de en problemas técnicos.

Además, el cumplimiento con conjuntos de datos de alto valor (HVD) asegura que las organizaciones no solo cumplan con las regulaciones internacionales, sino que también proporcionen datos en condiciones que son amigables para el usuario y fáciles de reutilizar. Esto no solo mejora la accesibilidad de los datos, sino que también aumenta su valor a largo plazo.

En resumen, los bloques de construcción de OGC son una herramienta poderosa que puede transformar la forma en que gestionamos y publicamos datos geospaciales. Al garantizar la interoperabilidad, estandarización, validación y cumplimiento con estándares de alto valor, estos bloques no solo mejoran la calidad y utilidad de los datos, sino que también aseguran su relevancia y accesibilidad a largo plazo. Adoptar estas herramientas es un paso crucial para cualquier organización que busque optimizar su gestión de datos y maximizar su impacto en el mundo interconectado de hoy.

Innovaciones en la automatización de permisos de construcción y gemelos digitales

Explorando los Proyectos ACCORD y CHEK

Mayte Toscano Domínguez
Open Geospatial Consortium, Jefa de proyectos

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 13
2025
ISSN: 1131-9100

Los proyectos europeos ACCORD y CHEK están a la vanguardia de los esfuerzos para automatizar los permisos de construcción, con el objetivo de modernizar el sector de la construcción. La automatización de los permisos de construcción no solo acelera el proceso de aprobación, sino que también minimiza los errores y reduce el fraude. Esta innovación permite a los profesionales de la construcción centrarse más en la ejecución de sus proyectos en lugar de verse atrapados por obstáculos burocráticos.

Un aspecto crucial de estos proyectos es la integración entre los Modelos de Información de Construcción (BIM) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS). Los modelos BIM proporcionan una representación detallada de las características físicas y funcionales de los edificios, mientras que los sistemas GIS gestionan datos espaciales y geográficos. ACCORD y CHEK están desarrollando herramientas y protocolos para permitir la interoperabilidad entre BIM y GIS. Esta integración facilita la visualización y el análisis de datos en un contexto espacial, mejorando los procesos de toma de decisiones y planificación. Por ejemplo, permite evaluar el impacto de nuevas construcciones en el entorno urbano, lo que conduce a un desarrollo urbano más informado y sostenible.

Al mismo tiempo, se están realizando esfuerzos significativos para desarrollar metodologías que traduzcan la legislación nacional a un lenguaje legible por máquina. Esto se logra mediante el uso de ontologías, que permiten la extracción de los requisitos legales de los edificios y la ejecución de validaciones automáticas. La automatización de estas validaciones plantea un desafío considerable debido a la falta de modelos de datos únicos. Para abordar este problema, el *Open Geospatial Consortium* (OGC) está proponiendo una nueva metodología basada en tecnologías de la web semántica para la validación de requisitos. Este enfoque

promete agilizar los procesos de cumplimiento, asegurando que todos los proyectos de construcción cumplan con los estándares legales necesarios de manera eficiente.

La integración de GIS, BIM y gemelos digitales es fundamental para construir ciudades inteligentes y sostenibles. Las tecnologías avanzadas optimizan la gestión de datos y procesos en la construcción y la planificación urbana. Al combinar los datos detallados y específicos de los edificios proporcionados por BIM con los amplios datos espaciales gestionados por GIS, los planificadores urbanos y los profesionales de la construcción pueden obtener una visión integral de cómo interactuarán los nuevos proyectos con los paisajes urbanos existentes. Esta visión holística apoya la creación de entornos urbanos más resilientes y adaptativos, lo que es crucial en un mundo cada vez más afectado por el cambio climático y el crecimiento urbano.

Además de mejorar la eficiencia y reducir el fraude, la automatización de los permisos de construcción tiene otros beneficios significativos. Por ejemplo, permite una mayor transparencia en el proceso de aprobación, lo que puede aumentar la confianza del público en el sistema. También facilita el seguimiento y la auditoría de los proyectos de construcción, asegurando que se cumplan todas las normativas y estándares relevantes.

En resumen, los proyectos ACCORD y CHEK están transformando el sector de la construcción mediante la automatización de los permisos de construcción y la integración de tecnologías avanzadas como BIM y GIS. Estas innovaciones no solo mejoran la eficiencia y reducen el fraude, sino que también facilitan una planificación urbana más sostenible y resiliente. La capacidad de traducir la legislación nacional a un lenguaje legible por máquina y validar automáticamente los requisitos legales es un avance significativo que promete hacer el cumplimiento normativo más eficiente.

El Sistema de Identificación de Parcelas Agrícolas (SIGPAC), regulado por Real Decreto 1047/2022, se constituye como la base de datos de referencia para la identificación de las parcelas agrícolas en el marco de la Política Agraria Común (PAC), siendo administrado por el Fondo Español de Garantía Agraria, O.A. (FEAGA), organismo que ejerce de coordinador, participando en el mismo también las diferentes comunidades autónomas.

En el SIGPAC se registran las parcelas de referencia (en España recintos), los elementos del paisaje (EEPP, art 4.4 del Reglamento (UE) 2115/2021, son pequeñas superficies no productivas dentro de los recintos, que deben ser conservadas y son subvencionables); así como otra información necesaria para administrar las ayudas por superficie. Mediante el apoyo del SIGPAC el agricultor puede realizar la solicitud de ayudas aportando información sobre superficies y cultivos conforme al CUE (Cuaderno Digital de Explotación Agrícola) y REA (Registro Autonómico de Explotaciones Agrícolas) del Sistema de Información de Explotaciones Agrarias (SIEX). En la solicitud, se realiza una declaración gráfica de las parcelas agrícolas de la explotación a través de delimitaciones gráficas denominadas líneas de declaración gráfica (LDG) (art. 2.b RD 1047/2022).

De acuerdo con el artículo 67 del Reglamento (UE) 2116/2021, España debe publicar y compartir los datos geográficos, cumpliendo con los principios de la Directiva INSPIRE. Además, el Reglamento de Ejecución (UE) 138/2023 establece una serie de datos que se catalogan como conjuntos de datos de alto valor, entre los cuales se encuentran parte de la información suministrada por el SIGPAC.

Con este horizonte legal, España a través del FEAGA lleva desde 2018 colaborando activamente junto con otros Estados Miembros en proyectos europeos como el denominado Data Sharing. Este proyecto es una iniciativa que busca promover el intercambio seguro y eficiente de datos entre organizaciones, sectores y países dentro de la Unión Europea, enmarcado en la Estrategia Europea de Datos. Como claves de este proyecto están la interoperabilidad, el uso de estándares, mejorar infraestructuras de datos o fomentar la generación valor añadido a partir de los datos compartidos, poniendo el foco en la protección de datos personales.

Fruto de todas estas cuestiones, la información SIGPAC ha ido evolucionando en su forma de ser distribuida, hasta la actualidad, por tres medios diferentes:

- Desde el año 2005, se dispone del visualizador SIGPAC Nacional, como herramienta de consulta de información para cualquier usuario.

- Información relacionada con los recintos, EEPP y LDG se distribuye adicionalmente por dos vías:

- Desde el año 2008, se dispone de un Web Map Service (WMS), de consulta de esta información.
- Desde el año 2020, se dispone de un servicio de descarga ATOM en formatos Shapefile y GeoPackage de la citada información, tanto de la campaña en curso, como de la anterior.
- Además, para estas tres capas de información se dispone de Metadatos publicados en varios catálogos, tanto nacionales como europeos.

La puesta a disposición del público general y de todas las Administraciones Públicas (AAPP), supone un valor añadido a la labor pública que ejerce el FEAGA. Prueba de ello es el uso que se hace de toda esta información, recibiendo el visualizador entorno a 4 millones de accesos/año, el WMS más de 300 000 accesos/año, y sobre 600 000 descargas con un volumen de información de 2600 GB a través de ATOM en 2023.

Conocido el valor que tiene esta información para el ciudadano y las AAPP, es necesario continuar adaptándose a los nuevos servicios geográficos que se van demandando, fruto de la evolución tecnológica y normativa. En este sentido, el FEAGA ha apostado por realizar de forma paulatina una migración de sus servicios de datos a la nube, para facilitar el permanente acceso a la información y evitando la dependencia de infraestructura informática propia. Este nuevo enfoque, que también ha sido adoptado por otras AAPP, supone una mejora en la calidad del servicio a nivel de rendimiento y una reducción del coste económico.

Recientemente en 2024, se ha publicado un nuevo servicio en la nube de tipo *MapBox Vector Tile (MVT)* para facilitar el acceso a la información vectorial mediante software SIG o cualquier otro tipo de aplicación informática en formatos PBF y *GeoJSON*. Esta novedad cumple una función básica para el desarrollo de los cuadernos digitales que nutrirán parte de la información que se refleje en el SIEX.

El servicio proporciona teselas vectoriales del territorio mediante peticiones HTTP, obteniendo todas las geometrías de las capas recintos, EEPP de la campaña actual y LDG de la última campaña declarativa.

Actualmente se está desarrollando un nuevo servicio, basado en el estándar OGC API, que cubrirá las necesidades actuales de empresas desarrolladoras de cuadernos digitales, desarrolladores informáticos y de cualquier usuario general en materia de datos vectoriales relacionada con el SIGPAC. Este servicio supondrá un impulso definitivo en la explotación de la información agrícola asociada a superficies en España.

REDIGED: Registro Digital del Edificio

Luis Manuel Benavides Parra
Pilar Olivares García
Susana Casas Navarro
Colegio de Registradores de la Propiedad

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 15
2025
ISSN: 1131-9100

REDIGED: Registro Digital del Edificio, se encuadra dentro del proyecto de la Directiva Europea de Reforma del Certificado de Eficiencia Energética del 14 de marzo de 2023 y el estudio para el desarrollo de un marco de la Unión Europea para los libros de registro digital de edificios o parcela, (dBPL: *Digital Building or Parcel LogBooks* en inglés). Una de las funciones principales del registro de la propiedad es realizar anotaciones, registros jurídicos de los edificios y las fincas. Esto es un marco ideal para el desarrollo de un proyecto de gestión del «Libro de registro digital de edificios o parcela», dBPL, asociado a la propiedad jurídica que es la finca registral.

REDIGED, es un sistema para la creación de un «Libro de registros digital del edificio o parcela», que permitirá a los usuarios registrados añadir un nuevo edificio digital o parcela digital, editar un elemento existente, añadir información en cada uno de los procesos, documentos y certificados relevantes y documentación anexa realizando una anotación continua de información en una base de datos. La aplicación está diseñada para garantizar la seguridad y la confiabilidad de la información, utilizando sistema de

autenticación de usuarios mediante mensaje al móvil y gestión de acceso a la aplicación.

Además, permitirá a los usuarios autorizados recopilar y gestionar de manera eficiente la información relacionada con cada edificio o parcela, simplificando el proceso de recogida, edición y actualización de datos. A través de una interfaz intuitiva y amigable, los usuarios podrán acceder a las distintas secciones del registro digital, así como los datos registrales, catastrales, energéticos y las categorías de datos relevantes que se determinen.

Otro de los aspectos fundamentales para el proyecto es la interoperabilidad de la información asociada al dBPL con diferentes fuentes de datos, en particular la aplicación de gestión del registro de la propiedad y el Geoportal de registradores (catastros de todo el territorio nacional, registro de certificaciones energéticas...)

Conclusión: los usuarios registrados tendrán acceso a funcionalidades como la gestión de la información del edificio o parcela, la creación y actualización de sus partes y sus documentos y archivos y la posibilidad de realizar búsquedas avanzadas.

Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Albacete: 1 año después

La IDE como plataforma de coordinación en el Ayuntamiento de Albacete

Margarita Felipe
Ayuntamiento de Albacete

Álvaro Anguix
Asociación gvSIG

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 16
2025
ISSN: 1131-9100

En el año 2023, se presentó en las Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales la ponencia «Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Albacete: Un proyecto estratégico para la gestión territorial». En ella, se expusieron los avances logrados en la implementación de la IDE del Ayuntamiento de Albacete, destacando la creación de una plataforma tecnológica robusta, el desarrollo de herramientas para el acceso y uso de datos geoespaciales y la creación de los primeros geoportales.

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Albacete se constituyó como un proyecto estratégico destinado a proporcionar un marco tecnológico y organizativo para la gestión, acceso y uso de la información geoespacial en el ámbito del municipio de Albacete. El objetivo principal con el que fue puesto en marcha fue mejorar la toma de decisiones, impulsar el desarrollo urbano sostenible y fomentar la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la planificación y gestión del territorio.

Un año después de su presentación, la IDE de Albacete ha experimentado una notable evolución desde diferentes puntos de vista. Se han incorporado nuevos datos geoespaciales, se han ampliado las funcionalidades de la plataforma y se ha ido expandiendo su uso en los distintos servicios y áreas municipales, incrementado igualmente el número de usuarios externos.

La ponencia presentará los avances y dinámicas de adopción de la IDE en el Ayuntamiento de Albacete como herramienta fundamental para la gestión territorial, así como las estrategias de divulgación y formación llevadas a cabo para darla a conocer fuera de la corporación municipal.

Se mostrarán los principales visualizadores de

mapas públicos y privados, resaltando tanto aquellos que han generado una mayor demanda externa como interna, los que han resuelto problemáticas particulares y aquellos que tienen un uso más transversal. Se revisarán las integraciones realizadas y las previstas, con el objetivo de ir convirtiendo la IDE del Ayuntamiento de Albacete en la plataforma que proporciona la información espacial base para el resto de sistemas informáticos y que, a su vez, agrupa y gestiona la variada información con dimensión geográfica que se genera a nivel municipal.

También se expondrán nuevos desarrollos y mejoras funcionales a modo de mostrar los evolutivos de la IDE de Albacete, implantada y desarrollada sobre la base tecnológica de la *suite gvSIG*, especialmente sobre *gvSIG Online*.

En definitiva, se mostrará cómo la IDE de Albacete se está convirtiendo en una herramienta fundamental para la gestión territorial del municipio. Su evolución durante el último año ha sido muy positiva, y se espera que continúe creciendo en los próximos años. La IDE de Albacete es un ejemplo de cómo la tecnología puede ser utilizada para mejorar la eficiencia y la transparencia de la administración pública.



IDE Infraestructura de
Datos Espaciales
Ayuntamiento ALBACETE



AYUNTAMIENTO DE ALBACETE



Unión Europea

Elaboración de censos de amianto

Uso de la plataforma geoEuskadi/geoUdala y herramienta de campo

Leire Escolar Martínez de Lagrán
Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco

Juan Carlos Barroso Arroyo
Dirección de Planificación Territorial y Agenda Urbana, Gobierno Vasco

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 17-18
2025
ISSN: 1131-9100

Los ayuntamientos de Euskadi deben realizar un censo del amianto existente en todos los edificios e instalaciones de su municipio (obligación derivada de la disposición decimocuarta de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Para ayudar a las administraciones locales a cumplir con este objetivo, desde el Gobierno Vasco, a través de una mesa de trabajo conjunta integrada por las autoridades competentes en materia de Salud, de Trabajo, de Planificación Territorial y de Medio Ambiente junto con las entidades de Ihobe y de Osalan, se ha diseñado una metodología para facilitar la elaboración de dichos censos de una forma estandarizada y progresiva. Dicha metodología se ha trasladado mediante la publicación de la guía metodológica para llevar a cabo la elaboración de los censos municipales de amianto en la CAPV.

La componente geográfica en dichos censos es un requisito fundamental ya que es imprescindible que la información recopilada esté georreferenciada y se represente sobre cartografía de detalle. Por todo ello se han diseñado e implementado un modelo de datos geográfico en la Infraestructura de Datos Espaciales de la CAPV (geoEuskadi), armonizando y reutilizando otras informaciones de referencia que dispone el Gobierno Vasco, así como una serie de herramientas y recursos geográficos que posibilitarán la elaboración, explotación y visualización de forma sencilla e intuitiva, de toda la información de los censos.

En el modelo de datos se ha definido como información puntual la relativa a los elementos constructivos, e información lineal para las canalizaciones. Se recogen los atributos necesarios para su relación con el callejero/portalero NORA de EUSTAT/geoEuskadi, la cartografía de edificios y la asignación de la información de catastro correspondiente de cada TTHH.

Por otro lado, se ha empleado el portal geoEuskadi/geoUdala, como espacio interno de intercambio



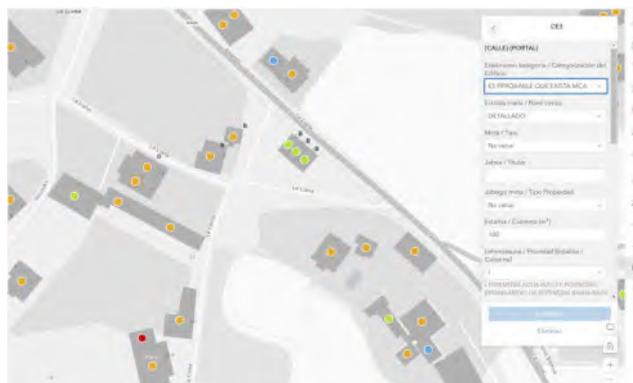
de todas estas informaciones y recursos entre el Gobierno Vasco y ayuntamientos, de forma que sólo los ayuntamientos y en su caso las empresas o entidades que ellos asignen podrán acceder a estos inventarios en las fases previas de elaboración hasta que se decida trasladar a las administraciones competentes.

Con ello se ofrece una aplicación de móvil («app de campo amianto») para la fase masiva de elaboración en campo del censo, mediante la cual se registran todos los datos que se van obteniendo mediante el análisis visual de los elementos de amianto a censar y en su caso la toma de fotografías.

El resultado de dicho análisis se representa de forma gráfica sobre cartografía y en base a una leyenda de colores de fácil interpretación. Como ventajas destacables de esta aplicación es su fácil uso y la posibilidad de trabajar en modo desconexión para aquellas zonas a inventariar que se encuentren en áreas de cobertura deficitaria.

Como segunda herramienta, por otro lado, se dispone de un visualizador web («geoUdala amianto web») a través del cual cada municipio puede acceder a la información actualizada de su censo en tiempo real o una vez que se sincronicen los datos recogidos desde la aplicación de campo. A través de dicho visualizador además de consultar la información asignada a cada punto censado, se pueden corregir o modificar los datos de cada campo que integran el inventario.

También se ofrece un «cuadro de mandos de amianto» que permite ver y realizar una serie de operaciones o consultas para acceder y analizar los datos del censo



desde diferentes ópticas según las necesidades de cada ayuntamiento, como pueden ser estadísticas de registros según el nivel de censo, la categorización o la prioridad.

Además, como punto de partida se proporciona una información preliminar que es el resultado de un primer ejercicio de detección de elementos de amianto a partir del análisis pormenorizado de ortofotos aéreas de detalle («Ortofotografía 7cm de zonas urbanas de la CAPV»). Esta información preliminar integra además diversas fuentes de datos disponibles en la administración (portal NORA, código catastral, año de construcción...) y permite abordar la fase básica de forma más ágil para muchos municipios.

Para apoyar a los ayuntamientos en el manejo de las herramientas digitales desarrolladas se han elaborado diferentes recursos tales como la edición de un manual de uso, la habilitación de un correo electrónico para dudas, y la organización de actividades formativas específicas.

Sistema de integración de expedientes municipales con visualizador espacial de consulta y tramitación ciudadana

Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Cartagena

Álvaro Anguix
Asociación gvSIG

Amparo Cisneros
SCOLAB Software Colaborativo SL

Eulalia Fernández
Mercedes García Saenz
Ayuntamiento de Cartagena

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 19
2025
ISSN: 1131-9100

En el mundo actual impulsado por los datos, los municipios recurren cada vez más a las tecnologías geoespaciales para gestionar de manera eficaz sus conjuntos de información, que en un alto porcentaje tienen dimensión geográfica. El Ayuntamiento de Cartagena, consciente de la importancia de la integración de los procedimientos administrativos con la tecnología, ha impulsado la implantación de *gvSIG Online* como tecnología base para optimizar procesos y mejorar la prestación de servicios a los ciudadanos.

Esta tendencia alcanza a georreferenciar los datos se justifica porque además de departamentos evidentes como el de urbanismo que genera toda la información relacionada con calificación y clasificación urbanística, catastral, etcétera, el sistema de georreferenciación es usado por otros departamentos como medioambiente, seguridad, infraestructuras, economía, industria y turismo para la gestión de nuestros polígonos industriales, la gestión de actividades de comercios o el mejor entendimiento del turismo, el ocio y la cultura.

Por otro lado, SEGEX de SEDIPUALBA es el gestor de expedientes del Ayuntamiento de Cartagena, un software que se utiliza prácticamente para todos los procedimientos municipales. Dicho gestor de expedientes es especialmente importante en todas las áreas del ayuntamiento pues es ampliamente usado para la gestión de trámites de distinta índole.

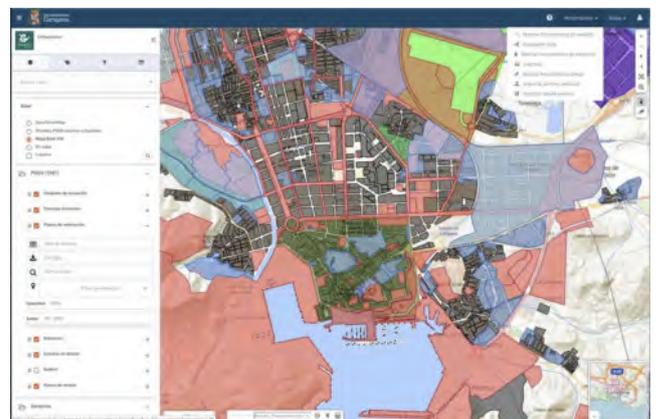
Todo ello ha llevado a abordar la implementación e integración de *gvSIG Online* con SEGEX, disponiendo así de una solución para gestionar toda la información espacial del municipio, incluyendo la georreferenciación de los distintos procedimientos administrativos.

Los trabajos de integración de *gvSIG Online* con el gestor de expedientes han implicado solventar necesidades relacionadas con la autenticación y autorización de usuarios, tanto a nivel interno, como hacia el ciudadano, el cual también puede consultar sus expedientes a través de los visualizadores geográficos. Para ello se han desarrollado un conjunto de mejoras en

gvSIG Online relacionadas con el uso de *Keycloak* y su integración con *Azure*. Del mismo modo se ha integrado *gvSIG Mapps* con *Keycloak* a través del protocolo *OIDC/Auth2*. *GvSIG Mapps* es una *app* móvil para toma de datos en campo, en modo *online* y *offline*, que está integrada en *gvSIG Online*.

Mediante la integración llevada a cabo entre la infraestructura de datos espaciales y el gestor de expedientes se pueden consultar los distintos tipos de expediente (urbanismo, medioambiente...) como capas geográficas disponibles para su uso en cualquier geoportal de *gvSIG Online*. Estas capas, a su vez, pueden representarse mediante distintos parámetros como el estado, el tipo de procedimiento, visualizar únicamente aquellos que están abiertos, etc. y su frecuencia de actualización es definible por los propios usuarios del sistema.

Por otro lado, el potencial de *gvSIG Online* ha llevado al Ayuntamiento de Cartagena a iniciar un proceso de adopción como la plataforma centralizada de gestión y consulta de información geográfica, sustituyendo gradualmente a otros productos que estaban en uso. En la ponencia se presentarán distintos geoportales e información gestionada en la actualidad con *gvSIG Online*.



Geoportal del Ayuntamiento Madrid: del dato a la infraestructura

Evolución de la IDE municipal

Carlos López Borra
Ayuntamiento de Madrid

Jesús Cerezo Arillo
José María Boyano Sánchez
Organización

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 20-21

2025

ISSN: 1131-9100

La infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ayuntamiento de Madrid cumple cinco años desde su puesta en marcha en mayo de 2019. A lo largo de este tiempo se ha consolidado como un portal de referencia para la localización del dato geográfico municipal, tanto para organizaciones, empresas, instituciones y la ciudadanía, como para múltiples unidades municipales cuya actividad está vinculada con el territorio. La cantidad/variedad de conjuntos de datos disponibles y las audiencias registradas corroboran el nivel de implantación experimentado.

Sus objetivos iniciales eran facilitar el acceso a toda la información cartográfica digital y potenciar la publicación de información geográfica en forma de servicios estándar transversalmente en todas las áreas de la organización. La relevancia de la dimensión espacial en la gestión municipal y en la toma de decisiones se puso de manifiesto a través de dos acontecimientos en los que el uso de la información geográfica trascendió el ámbito especializado y técnico de la cartografía y fue el principal vehículo de

comunicación con la ciudadanía. Durante los meses de pandemia y confinamiento en 2020, los cuadros de mando con la distribución geográfica de casos de COVID, los mapas de zonas confinadas, etc. se convirtieron en herramientas habituales de consulta y análisis. Por otro lado, el visualizador del estado de limpieza de las calles, puesto en marcha con motivo de la gran nevada provocada por la borrasca Filomena en 2021, además de ser una herramienta básica de comunicación, puso de manifiesto las capacidades de la infraestructura para dar servicios de acceso multitudinario en apenas unas horas.

Evolución

De una visión inicial centrada en facilitar la distribución del mayor número posible de datos en formatos descargables y destinados al autoconsumo, el sistema ha evolucionado a una infraestructura corporativa en la que conviven datos y servicios. Se ha explotado la potencialidad de los servicios *Representational State Transfer* (REST) asociados a cada mapa de forma que fuese posible integrar consultas de contenido geográfico (que hay en un punto determinado



Los más vistos



Imagen 1. Portal de la infraestructura de datos espaciales del Ayuntamiento de Madrid.



Imagen 2. Imagen de satélite de la nevada provocada por la borrasca Filomena el 9 de enero de 2021.

por su dirección o coordenadas, que hay cerca de un punto determinado por su dirección o coordenadas) en contextos no geográficos.

También se está integrando esta capacidad en la automatización de procedimientos de tramitación como es el caso de las licencias urbanísticas de forma que se reduzca la solicitud de información redundante y se pueda validar la adecuación de lo solicitado en lo referente a su localización, geometría, superficie, volumen, etc.

Al tiempo que se está avanzando en el uso de los servicios de mapas en la automatización de procesos, se está trabajando en:

- Una infraestructura de conocimiento basada en servicios, geoprocetos, indicadores, cuadros de mando e integración de la componente espacial en los entornos de *Business Intelligence* (BI)
- Ampliación del catálogo de servicios de mapas y estandarización a través de *Open Geospatial Consortium*
 - *Application Programming Interface* (OGC - API)
- Implantación de una versión intranet del Geoportal
- Federación del catálogo de metadatos con el de la Comunidad de Madrid
- Datos de alto valor

Adicionalmente, existen dos aspectos determinantes cuyo desarrollo en el Ayuntamiento de Madrid están condicionando la evolución futura del Geoportal. El impulso del gemelo digital de la ciudad y la implantación transversal de soluciones con inteligencia artificial (IA).

Respecto al gemelo digital, la producción cartográfica tridimensional y el sistema centralizado de distri-

bución de servicios de información geográfica a través del Geoportal son la base para la representación territorial y para la aplicación de modelos, elaboración de escenarios y evaluación de alternativas, al tiempo que su arquitectura facilita la integración con otros sistemas encargados de la sensorización de la ciudad en tiempo real (Internet de las cosas IoT). Las mejoras en la optimización de la información tridimensional y la capacidad para su distribución en formato de servicios van a favorecer su utilización en los proyectos que precisen un procesamiento volumétrico de los datos.

En lo que se refiere a la implantación de soluciones basadas en inteligencia artificial (IA), los objetivos del Geoportal se centran en mejorar la experiencia de usuario en:

- Búsqueda de conjuntos de datos del catálogo de datos del Geoportal
- Facilitar el acceso a enlaces de los conjuntos de datos del Geoportal
- Búsqueda de información de los servicios de mapas del Geoportal mediante el análisis de sus datos
- Generación de mapas combinando información de servicios de mapas existentes y/o información aportada en formato geográfico

Por nuestra experiencia, las infraestructuras de datos espaciales están demostrando que, pese a su veteranía, son capaces de dar respuesta a muchos de los retos actuales de las administraciones públicas y tiene la suficiente flexibilidad para adaptarse a los nuevos paradigmas que están impulsando el crecimiento del sector: gemelo digital e IA.

Aplicaciones GIS para la gestión y mantenimiento de la información de GeoPamplona

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 22

2025

ISSN: 1131-9100

GIS Corporativo del Ayuntamiento de Pamplona

Mónica Cárcar Elizalde
Ayuntamiento de Pamplona

Unai Gomez Ibañez
Raúl Estévez Terrados
Mercedes San Roque Artanga
Tracasa Instrumental

GeoPamplona es el GIS Corporativo del Ayuntamiento de Pamplona que le permite poner en valor su información territorial.

Ofreciendo información a la ciudadanía de manera abierta, como parte de su filosofía *Open Data* y de transparencia, a través de los visualizadores «Ciudad», que da acceso a un amplio conjunto de datos de la ciudad y «Comercio» que permite consultar y visualizar información sobre actividades económicas del tejido empresarial de la ciudad, así como localizar posibles locales disponibles. Ofrece también servicios OGC, gran variedad de mapas temáticos y la posibilidad de descargar la información en el apartado descargas.

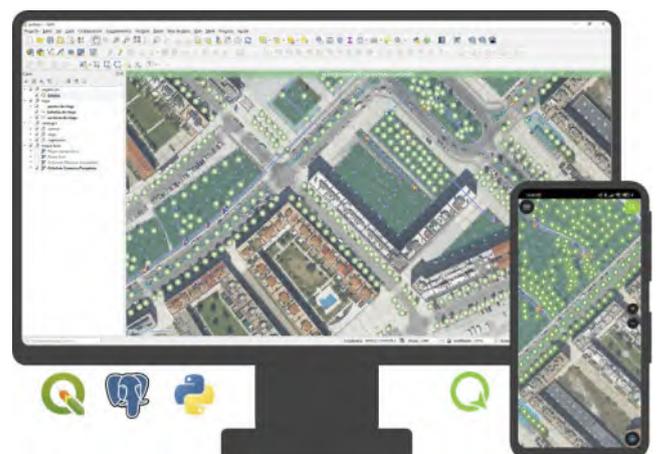
Es fundamental para la organización el mantenimiento, la gestión y la explotación de su información y para ello se han realizado aplicaciones GIS en las diferentes áreas del Ayuntamiento de Pamplona, así como un perfil GeoPamplona (perfil de usuario de QGIS personalizado) para la visualización de la información (actual e históricos), configuración de herramientas y opciones propias a nivel interno.

Estas aplicaciones se han desarrollado principalmente con el *software* libre QGIS, facilitando que las soluciones sean multiplataforma (trabajo en oficina y en campo, se combina e integra QGIS – QField); versátiles e interoperables (soluciones comunes con datos de áreas diferentes, se utiliza como almacenamiento *Geopackage* o *PostGIS*) y totalmente personalizables (diferentes niveles de implementación en función de las necesidades de cada área del ayuntamiento. Adaptación de la interfaz de QGIS, estilos, formularios, acciones...).

Las aplicaciones GIS GeoPamplona desarrolladas hasta la fecha son: terrazas (para la gestión de las au-

torizaciones de terrazas en vía pública), inventario urbano (para la gestión y mantenimiento de las capas de instalaciones y el mobiliario urbano), movilidad (para la gestión y mantenimiento de las capas de movilidad), tejido social (para el mantenimiento de todos los recursos asociativos), jardines (para la gestión y mantenimiento de los elementos de vegetación y riego) y eventos en vía pública (para dibujar el recorrido o la ocupación de un evento planificado en la vía pública, así como visualizar eventos planificados coincidentes en espacio y tiempo).

Destaca el desarrollo de funcionalidades avanzadas dentro de QGIS como procesos automatizados de inserción/modificación de datos y tareas recurrentes, el diseño de formularios y estilos personalizados para facilitar las consultas y el mantenimiento de la geoinformación, así como la construcción de consultas pre-configuradas y la generación de documentación (informes, fichas de inspección y exportación a tablas en formato Excel).



Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica



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



Carga y mantenimiento de datos/ servicios en geoEuskadi

Normas y registro cartográfico del sector público de la CAE

Juan Carlos Barroso Arroyo
Eusko Jaurlaritza / Gobierno Vasco

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 24
2025
ISSN: 1131-9100

geoEuskadi dispone en sus bases de datos de más de 2500 capas en unos 300TB de información geográfica, procedentes en su mayoría de más de 30 órganos o entidades diferentes del sector público de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Estas capas de información son a su vez consumidas por uno o más servicios geográficos para ser empleados en visualizadores o aplicativos de la más diversa índole.

De esta forma, el Servicio de Información Territorial del Gobierno Vasco junto con el equipo técnico de soporte de EJE (Sociedad Informática del Gobierno Vasco) donde se alberga la plataforma geoEuskadi, vienen transformando y acompañando a los departamentos para dar forma y cumplir unos mínimos en la estructuración de la información, que van desde cosas tan sencillas como disponer de descripciones en los dos idiomas oficiales, no tener atributos «basura», normalizar las denominaciones de tablas o registrar el uso de las capas de información por los diversos servicios geográficos y aplicaciones.

En 2022 se aprobaron las primeras normas cartográficas del sector público de la CAE que, junto con el registro cartográfico, son los instrumentos que pretenden facilitar y procedimentar esta compleja gestión de datos y geoservicios, y a su vez garantizar y certificar la fiabilidad de los mismos, todo ello en el marco del Decreto 69/2020, de ordenación de la cartografía y de la información geográfica del sector público de la Comunidad Autónoma de Euskadi.

Las normas cartográficas recogen los requisitos técnicos y criterios (nomenclatura, formatos, modelo de datos, identificación unívoca, etc.) que deben tenerse

en cuenta en el diseño de proyectos de información geográfica y que permitan entre otras cosas que los datos o servicios oficiales estén documentados y correctamente identificados, armonizados con otros datos de referencia y puedan ser reutilizables cuando corresponda.

Estas normas definen también los procedimientos de inscripción en el registro, de carga de datos, de verificación de adecuación a las normas y de seguimiento de los datos o servicios, contemplando así las acciones más comunes de gestión de estos elementos en la infraestructura de datos espaciales de la CAE.

Por otro lado, para la implementación del registro cartográfico se ha fusionado con el catálogo de datos y servicio, manteniendo además de los metadatos correspondientes, los datos relativos a los expedientes de inscripción que se realizan por tramitación electrónica y que permitan así certificar la fuente y trazabilidad de estos. A su vez, en dicho registro se ha incorporado la información relativa al origen de los datos y sus relaciones con otros servicios o aplicaciones de la plataforma, permitiendo identificar dependencias entre los elementos registrados.

En resumen, se pretende dar a conocer la complejidad del día a día de la carga y actualización de informaciones y geoservicios en una infraestructura de datos como es geoEuskadi, desarrollando los aspectos tenidos en cuenta en la primera versión de la norma cartográfica con el objetivo de que su progresiva implementación conlleve, junto con el registro cartográfico, una mejor gestión del dato y los servicios geográficos de la plataforma geoEuskadi.

Datos de alto valor y las infraestructuras de datos espaciales dentro de la administración local

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 25
2025
ISSN: 1131-9100

Casos de uso con gvSIG Online

Amparo Cisneros
SCOLAB Software Colaborativo SL

Álvaro Anguix
Asociación gvSIG

Los datos de alto valor (DAV) y las infraestructuras de datos espaciales (IDE) son componentes esenciales para mejorar la gestión y la toma de decisiones en la administración local. Estos elementos contribuyen significativamente a la transparencia, eficiencia y eficacia de las políticas públicas a nivel local.

Los datos de alto valor son aquellos que tienen un impacto significativo en la administración local debido a su relevancia y utilidad. Estos datos incluyen información geoespacial, demográfica, económica, ambiental y de servicios públicos. La correcta integración y uso de estos datos permiten a las administraciones locales tomar decisiones más informadas y basadas en evidencia, optimizando la asignación de recursos y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

Para maximizar su utilidad, los DAV deben ser abiertos, accesibles y reutilizables, lo que fomenta la transparencia y la participación ciudadana. La disponibilidad de estos datos facilita la evaluación de políticas públicas y la identificación de áreas que requieren mejoras, permitiendo una gestión más eficiente y orientada a resultados. Las IDE permiten a las administraciones locales gestionar de manera eficiente la información geoespacial, crucial para la planificación urbana, la gestión de recursos naturales, el monitoreo ambiental y la respuesta a emergencias.

Un ejemplo claro de la tecnología que facilita esta gestión es *gvSIG Suite (Online, mapps y desktop)* una herramienta de software libre que permite la visualización, análisis y gestión de información geoespacial. La implementación de gvSIG y otras IDE en administraciones locales como L'Eliana, La Pobla de Vallbona, Cullera y Onda ha supuesto varios beneficios, tales como:

- 1. Mejora en la toma de decisiones.** La disponibilidad de datos espaciales precisos y actualizados a través de gvSIG facilita una mejor planificación y gestión del territorio, así como una respuesta más eficaz a los desafíos urbanos y ambientales.
- 2. Transparencia y participación ciudadana.** Al hacer que los datos espaciales sean accesibles para el público mediante gvSIG, se ha fomentado la transparencia gubernamental y la participación ciudadana en la toma de decisiones.
- 3. Eficiencia operacional.** La integración de datos espaciales con otros sistemas de información ha reducido la duplicación de esfuerzos y ha mejorado la coordinación entre diferentes departamentos y agencias.

- 4. Desarrollo sostenible.** Los datos espaciales, gestionados y analizados con gvSIG, son fundamentales para monitorizar indicadores clave y facilitar la implementación de políticas basadas en evidencia, promoviendo un desarrollo más equilibrado y sostenible.

La combinación de DAV e IDE, potenciadas por herramientas como *gvSIG Suite*, proporciona una base sólida para la recolección, análisis y uso de datos geoespaciales y estadísticos. Esta integración se puede ilustrar en varios aspectos:

- 1. Monitoreo y evaluación.** Los datos geoespaciales permiten mapear el progreso de diferentes iniciativas y programas a nivel local, identificando áreas de mejora y priorizando acciones. Por ejemplo, pueden utilizarse para evaluar la accesibilidad a servicios básicos como agua potable y saneamiento o para analizar patrones de uso del suelo y desarrollo urbano.
- 2. Resiliencia y gestión de riesgos.** Las IDE apoyan la gestión de riesgos y la planificación para la resiliencia ante desastres naturales y el cambio climático. La información espacial es crucial para la evaluación de vulnerabilidades y la planificación de respuestas eficaces.
- 3. Inclusión y equidad.** La disponibilidad de datos desagregados permite a las administraciones locales identificar y abordar disparidades y desigualdades, garantizando que las políticas públicas beneficien a todos los segmentos de la población, incluidas las comunidades más vulnerables.
- 4. Innovación y crecimiento económico.** La apertura de DAV y el desarrollo de IDE fomentan la innovación y el crecimiento económico, proporcionando a empresas, investigadores y ciudadanos acceso a información valiosa que puede impulsar nuevas aplicaciones y servicios.

La implementación y uso de datos de alto valor e infraestructuras de datos espaciales en estas administraciones locales, apoyadas por la tecnología gvSIG, han sido esenciales para mejorar la eficiencia y transparencia de las administraciones locales. Estos componentes fortalecen la capacidad de los gobiernos para tomar decisiones informadas, optimizar recursos y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Para maximizar estos beneficios, es crucial invertir en tecnologías como gvSIG, desarrollar políticas adecuadas y capacitar a los recursos humanos en el uso y gestión de datos espaciales y de alto valor.

Sistema de información de los espacios de actividad económica de Bizkaia

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 26

2025

ISSN: 1131-9100

Irune Méndez Roldán
Estudios Gis

Yolanda Palacio Saiz
Cámara de Comercio de Bilbao

GISLUR es un sistema de información de los espacios de actividad económica de Bizkaia, orientado a la observación y análisis de: polígonos industriales, parques empresariales y comerciales, parques científicos y tecnológicos, áreas industriales individuales, espontáneas... que permite la optimización de usos del suelo económico con el fin de fomentar la implantación de nuevos agentes en el territorio histórico de Bizkaia y mejorar su tejido empresarial desde el punto de vista de su competitividad.

Está orientado tanto a las empresas como a las instituciones y a la ciudadanía. Y ofrece un servicio de consultoría sobre los sectores de actividad económica de Bizkaia, suelos industriales, comerciales y terciarios que se encuentran en fase de urbanización, comercialización o consolidación.

En el geoportal, la persona usuaria dispone de información sobre la disponibilidad de suelo, naves y locales para el establecimiento de actividades productivas; un inventario de empresas instaladas con referencias de contacto, actividad, personal empleado, etc., así como una colección de mapas sintéticos y temáticos, que representan a nivel municipal un conjunto de variables socioeconómicas que permiten contextualizar el suelo de uso económico.

Está gestionado por la Cámara de Comercio de Bilbao en colaboración con la Diputación Foral de Bizkaia. Una de sus principales características es la interoperabilidad, ya que las diferentes agencias de desarrollo de Bizkaia, así como ofertantes de suelo, pabellones y oficinas, disponen de herramientas para alimentar, y por tanto publicar información de interés directamente en GISLUR. Además, este sistema de información se nutre también de datos abiertos procedentes de distintos departamentos de la Diputación

Foral de Bizkaia, Instituto Vasco de Estadística (EUS-TAT) y geoEuskadi entre otros.

Sus principales componentes son los siguientes:

- **Mapa.** Donde se puede visualizar desde un punto de vista geoespacial la información de municipios, polígonos, parcelas, edificios, empresas, viveros y ofertas, sobre diferentes cartografías tanto de referencia como temáticas ligadas estas últimas bien a indicadores territoriales (límites administrativos, equipamientos, infraestructuras de comunicación, usos del suelo, etc.,) como a indicadores socioeconómicos (comercio y turismo, actividad económica, empleo y población, energía...)
- **Buscadores temáticos.** Permite realizar complejas búsquedas alfanuméricas temáticas tanto por espacios de actividad económica como por parcelas de suelo, empresas y ofertas.
- **Informes.** Este apartado está orientado a empresas y ciudadanía en general y ofrece un avanzado asistente para la generación de informes personalizados sobre la actividad socioeconómica de Bizkaia en diferentes ámbitos geográficos.
- **Área Privada.** Destinada a las agencias de desarrollo y ofertantes de suelo, pabellones, oficinas, etc., donde pueden gestionar directamente sin intermediación alguna la información que deseen publicar en GISLUR.

La plataforma GISLUR, con un diseño *responsive* que permite adecuarse a todo tipo de dispositivos móviles, está desarrollada en su totalidad sobre *software open source*, y está disponible en tres idiomas: euskera, castellano e inglés.

<https://www.gislur.com/es/>

El proyecto LUR-1, el primer microsátélite 100% vasco, es una iniciativa pionera que surge de la colaboración entre tres empresas clave: AVS, Estudios Gis y Scientifica. Este proyecto no solo representa un avance significativo en la tecnología espacial en Euskadi, sino que también posiciona a la región como un actor importante en el ámbito de los microsátélites y la observación de la Tierra. El objetivo de esta ponencia es explorar los objetivos de la misión, las especificaciones del sensor a bordo y las diversas aplicaciones potenciales para la explotación de los datos capturados mediante este microsátélite.

Empresas Participantes

- **AVS (Added Value Solutions).** AVS es una empresa líder en el desarrollo de diferentes sistemas avanzados para el Espacio. En el contexto del proyecto LUR-1, AVS se encarga de la gestión integral del satélite, incluyendo la estructura, los mecanismos y los sistemas de propulsión y gestión térmica. La participación en LUR-1 refuerza la proyección internacional de AVS, destacando su capacidad para desarrollar soluciones tecnológicas en el campo de los micro y nanosatélites.
- **Estudios Gis.** Con más de 25 años de experiencia en la creación de productos a partir de datos de satélite, Estudios Gis aporta su experiencia en la generación de productos de alto valor añadido e inteligencia en las estrategias de observación. Su rol en el consorcio es crucial para asegurar que los datos recopilados por LUR-1 se conviertan en información útil y permitan ser un apoyo para la toma de decisiones en diversas aplicaciones.
- **Scientifica.** Esta empresa contribuye con su conocimiento avanzado en la gestión de datos y tecnologías espaciales. Scientifica se centra en el procesado a bordo de datos para la generación de valor y la optimización de las estrategias de observación. Su participación en LUR-1 está alineada con sus desarrollos previos en el sector espacial, ampliando así sus oportunidades en el emergente mercado de los micro y nanosatélites.

Objetivo de la Misión

El principal objetivo de la misión LUR-1 es demostrar la viabilidad y eficiencia de las tecnologías desarrolladas por las empresas participantes en un entorno real de operación en el Espacio. Una parte esencial de este objetivo es el desarrollo y la validación del Sistema Inteligente Satelital (SIS), que optimiza las estrategias de observación y el procesado de datos capturados. Este sistema permite la generación de Datos Preparados para Análisis (ARD), asegurando que los datos obtenidos sean precisos y de alta cali-

dad, listos para su utilización en aplicaciones prácticas.

Especificaciones del Sensor

El sensor a bordo de LUR-1 está diseñado para capturar imágenes multiespectrales (visible, borde rojo e infrarrojo cercano) y datos geoespaciales de alta resolución espacial (1.5 metros) con un *swath* de 14 kilómetros, que serán procesados para generar Datos Preparados para Análisis (ARD). Este sensor incluye capacidades avanzadas de observación que permiten un seguimiento preciso y continuo de diversos fenómenos terrestres.

Aplicaciones del Microsatélite LUR-1

Las aplicaciones potenciales del microsátélite LUR-1 son amplias y variadas. Diversas entidades de la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación están interesadas en el proyecto debido a su capacidad para ofrecer datos valiosos en sus respectivos campos (AZTI, HAZI, NEIKER, ...).

Además de estas colaboraciones, LUR-1 tiene aplicaciones en otros sectores clave en los que se podrían destacar:

1. **Agricultura de precisión.** LUR-1 puede proporcionar datos detallados sobre el estado de los cultivos, la humedad del suelo y otros parámetros agrícolas. Estos datos permiten a los agricultores optimizar el uso de recursos como el agua y los fertilizantes, mejorando la productividad y la sostenibilidad.
2. **Gestión de recursos naturales.** La observación de la Tierra desde el Espacio facilita el monitoreo de recursos naturales, como bosques y cuerpos de agua. Esto es crucial para la gestión sostenible y la conservación del medio ambiente.
3. **Planificación urbana.** Los datos geoespaciales recopilados por LUR-1 pueden ayudar en la planificación y desarrollo urbano, proporcionando información precisa sobre la expansión de ciudades y el uso del suelo.

Conclusión

El proyecto LUR-1 es un ejemplo destacado de cómo la colaboración entre empresas tecnológicas puede impulsar la innovación y el desarrollo en el campo de la tecnología espacial. Con sus avanzadas capacidades de observación y procesamiento de datos, LUR-1 no solo fortalecerá la posición de Euskadi en el sector de los microsátélites, sino que también ofrecerá valiosas aplicaciones en diversas áreas críticas para el desarrollo sostenible y la seguridad global.

Esta misión pionera abre el camino para futuras iniciativas en el ámbito de la observación de la Tierra, demostrando el potencial de los microsátélites como herramientas esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Nuevo sistema municipal de soporte a la gestión de Catastro de Bilboko Udala

Nueva gestión del ciclo de vida del dato catastral

Álvaro Arroyo Díaz
Estudios Gís

Begoña Basagoiti Azpitarte
Bilboko Udala- Área de Hacienda

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 28
2025
ISSN: 1131-9100

En el convenio de gestión catastral suscrito en diciembre de 2019 entre el Ayuntamiento de Bilbao y la Diputación Foral de Bizkaia se preveía la implantación por parte de esta última de un nuevo sistema de información catastral, denominado P30. Un único sistema de información catastral del territorio histórico de Bizkaia, que integraría en una única base de datos las vigentes bases de datos alfanuméricas y gráficas referidas a los bienes inmuebles de naturaleza urbana, de naturaleza rústica y de los bienes inmuebles de características especiales (BICEs). <https://appsec.ebizkaia.eus/O4GC000C/vistas/visor.xhtml?language=es>

La titularidad de este nuevo sistema correspondería en exclusiva a la Diputación Foral de Bizkaia, debiendo el Ayuntamiento de Bilbao realizar todas las actuaciones de gestión catastral, objeto de delegación mediante el presente convenio, sobre dicho sistema.

A estos efectos, se definía un nuevo flujo del dato en el cual la Diputación Foral de Bizkaia garantizará al Ayuntamiento de Bilbao el acceso al sistema de información catastral foral, así como la posibilidad de realizar descargas de información de dicho sistema, y los permisos necesarios para poder realizar modificaciones o inscripciones en los datos obrantes en el mismo, en el ejercicio de las funciones delegadas.

En consecuencia, se debía producir una inversión de los flujos de información con objeto de mantener actualizados los datos gráficos y alfanuméricos de los bienes inmuebles del municipio de Bilbao en las bases de datos municipales, al objeto de garantizar la correcta gestión catastral, la gestión tributaria del IBI, tasa de alcantarillado y plusvalía municipal, así como la gestión propia de las áreas municipales que utilizan los datos catastrales para el ejercicio de sus competencias.

A tal efecto, el Ayuntamiento de Bilbao ha desarrollado una nueva solución informática destinada a la integración de la gestión catastral y tributaria municipal con el nuevo sistema foral de información catastral P30.

Esta solución informática recupera los datos alfanuméricos y gráficos objeto de modificación, mediante sincronización o descarga de la base de datos foral, y facilita las actuaciones de gestión catastral a desarrollar por parte del ayuntamiento.

<https://www.geobilbao.eus/geobilbao/#/viewer>

El nuevo sistema municipal del Ayuntamiento de Bilbao ha sido desarrollado sobre GeoBillbao cuyo núcleo tecnológico es

Geobat (proyecto GIS colaborativo de varias administraciones vascas). Además de las funcionalidades específicas orientadas a la gestión catastral y tributaria se han desarrollado otras funcionalidades integradas en el núcleo de Geobat que han sido compartidas con el resto de las administraciones que utilizan dicho proyecto GIS colaborativo, como son los módulos de navegación vertical o por plantas, listados e informes y consultas avanzadas.

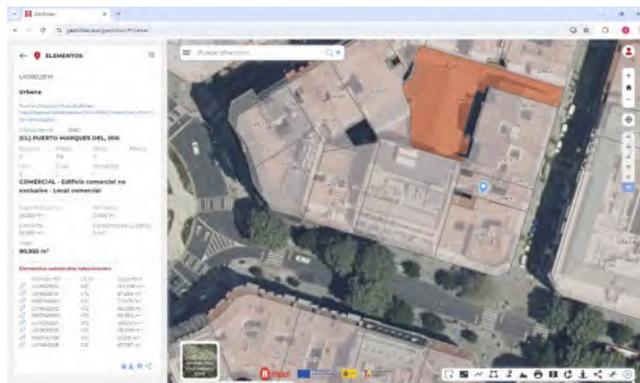
Además de la conexión a la base de datos de la Diputación de Bizkaia (P30), el nuevo sistema está totalmente integrado en diferentes subsistemas municipales como son:

- Gestión tributaria Udaltax (SAP)
- Módulo de terceros BP, para la gestión de los titulares de los bienes inmuebles
- Gestor de expedientes Udalbek (SAP)
- Módulo de territorio

Desde el punto de vista de la gestión catastral, el sistema permite la localización y visualización de datos gráficos y alfanuméricos pertenecientes a las entidades catastrales (polígonos, parcelas, subparcelas, elementos catastrales, elementos secundarios, elementos comunes y elementos auxiliares). Así como la generación de listados, informes y consultas avanzadas.

Además, dispone de un gestor de expedientes catastrales que permite normalizar, gestionar y monitorizar el flujo de los expedientes, así como generar las comunicaciones que integran los diferentes procedimientos catastrales que debe tramitar el Ayuntamiento de Bilbao.

Desde el punto de vista tributario dispone de capacidades para la generación de comunicaciones y recibos relacionados con el Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI).



Observatorio de la Vivienda de Vitoria - Gasteiz

Íñigo Amelibia Hernando
Estudios Gis

Raúl Bellido
Ensanche 21 Zabalgunea

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 29
2025
ISSN: 1131-9100

La vivienda se ha considerado desde siempre un bien fundamental en la vida de las personas. Ya sea en propiedad o en alquiler, el momento de adquirir una vivienda supone una de las inversiones más importantes tanto desde un punto de vista financiero como emocional.

A su vez, el derecho legalmente reconocido a la vivienda está vinculado a su consideración como una necesidad básica imprescindible para vivir con dignidad y seguridad, a desarrollar libremente la propia personalidad y a participar, incluso, en la vida pública. La ausencia de una vivienda digna afecta a la salud y al medio ambiente, tanto en términos individuales como colectivos, y menoscaba el derecho al trabajo, a la educación e incluso a la participación.

Desde hace décadas y desde diferentes estamentos internacionales se coincide en resaltar la dimensión social de la vivienda, vinculada a la mejora de las condiciones de existencia de las personas y sus familias y a la posibilidad de evitar y superar la exclusión social, tal y como se recoge por ejemplo en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, así como en la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea.

En un ámbito más cercano la ley 3/2015, de 18 de junio, de vivienda de la C.A.P.V. apela al derecho constitucional de la vivienda, así como el explícito reconocimiento, como derecho subjetivo, a la ocupación legal estable de una vivienda a favor de quienes, no disponiendo de una vivienda digna y adecuada en la mencionada acepción, carecen de los recursos económicos precisos para conseguir una.

Por lo tanto, y con el objeto de dar cumplimiento a los anteriores requerimientos legales, las instituciones tanto a nivel estatal, autonómico como municipal deben impulsar actuaciones dirigidas a facilitar y poner la vivienda al servicio de la ciudadanía, especialmente de las personas que más lo necesitan.

Para poder desarrollar políticas de acceso universal a la vivienda es necesario que las instituciones conozcan de primera mano cómo evoluciona el mercado tanto de compra como de alquiler, y ser conscientes de los proble-

mas y barreras que la ciudadanía se va a encontrar en el momento de acceder a una vivienda.

Por estos motivos la Sociedad Urbanística Municipal de Vitoria – Gasteizko Udal Hirigintza Elkartea, Ensanche 21 Zabalgunea, ha puesto en marcha el Observatorio de la Vivienda de Vitoria – Gasteiz, (<https://www.e21z.es/observatorio/es/index.html>). Este portal tiene como objetivo facilitar el acceso a la información y conocimiento en materia de vivienda desde una triple perspectiva: como apoyo al proceso de toma de decisiones en el ámbito público a fin de contribuir al derecho universal de acceso a la vivienda, como satisfacción a las demandas de información de la ciudadanía, representantes públicos, agentes sociales y profesionales del sector, y como referente para reflejar desde la transparencia la realidad de la vivienda desde un punto de vista objetivo e institucional.

El Observatorio de la Vivienda de Vitoria – Gasteiz recoge a través de mapas temáticos, gráficos, tablas e informes todo tipo de información vinculada con el ámbito de la vivienda con el fin de que ésta llegue a todos los estamentos y agentes involucrados.

Dado que la componente geográfica resulta fundamental a la hora de entender cómo los diferentes indicadores recabados influyen sobre el mercado de la vivienda, se ha dado una especial relevancia a esta vertiente que se integra en un visualizador de mapas temáticos que permite la consulta y análisis de la situación del sector de forma ágil e intuitiva incluso barrio a barrio. A su vez la información geográfica contenida en el visualizador se complementa con todo tipo de indicadores estadísticos que refuerzan dichos mapas temáticos y que pueden consultarse bien junto a éstos o bien en un *dashboard* o panel de control diseñado y concebido para su gestión y explotación.

Todo ello, junto con la posibilidad de descargar, compartir y reutilizar la información que ofrece, hace del Observatorio de la Vivienda una poderosa herramienta que muestra la realidad del sector de la vivienda en Vitoria – Gasteiz.

Publicación de los datos geospaciales de alto valor a través de CartoCiudad

Servicio de geolocalización de CartoCiudad

Óscar Jesús Álvarez Cano
Elena Lago
José María Gómez
Paloma Abad
Sergio Ayuso
Itziar Doñate
Irene Madrid
Emilio López

Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (O.A. CNIG)

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 30

2025

ISSN: 1131-9100

Se define «geocodificación de los datos» como el procedimiento mediante el cual un objeto geográfico recibe directa o indirectamente una etiqueta que identifica su posición espacial con respecto a algún punto común o marco de referencia. Para esto, es necesario capturar los elementos presentes en la Tierra o sobre ella, almacenarlos en un sistema informático, representarlos y publicarlos con el propósito de realizar análisis, compartirlos y obtener valor añadido.

Según la Directiva (UE) 2019/1024¹ del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los datos abiertos y la reutilización de la información del sector público, los «datos abiertos», se definen como, «los datos en formatos abiertos que puede ser utilizados, reutilizados y compartidos libremente por cualquier persona con cualquier fin». La Directiva establece una lista de los conjuntos de datos de alto valor, caracterizados por su potencial para generar beneficios socioeconómicos, junto con condiciones de reutilización armonizadas, que constituye un importante factor para aplicaciones y servicios de datos transfronterizos.

La definición detallada de estas categorías temáticas está en el Reglamento de ejecución (UE) 2023/138², que se establece una lista de conjuntos de datos específicos de alto valor y modalidades de publicación y reutilización, donde una las categorías es la «Geoespacial», que contiene todos los objetos geográficos necesarios para la geolocalización. Esta categoría incluye conjuntos de datos en el ámbito de las unidades administrativas, los nombres geográficos, las direcciones postales, los edificios y las parcelas catastrales, tal como se definen en los anexos I y III de la Directiva 2007/2/CE (INSPIRE) del Parlamento Europeo y del Consejo³. Además, incluye las parcelas

de referencia y las parcelas agrícolas.

El servicio de geolocalización de CartoCiudad publica datos para la geolocalización cumpliendo todas las condiciones establecidas en el Reglamento, permitiendo que sean utilizados para su propósito original, reutilizados para otros objetivos y redistribuidos libremente, con el único requisito de atribución y compartir de la misma manera.

Para lograr esto, en el CNIG se captura o se recibe información geográfica de fuentes oficiales abiertas, la clasifica y la publica de forma normalizada y estandarizada, estando libremente disponible para todos, sin restricciones de derechos de autor, patentes u otros mecanismos de control.

En esta ponencia, se presenta cómo ha evolucionado y mejorado el servicio de geolocalización de CartoCiudad siendo un servicio REST abierto, caracterizado por:

1. Disponibilidad y accesibilidad gratuita de los datos para la geolocalización, utilizando vocabularios controlados y normas que garantizan la interoperabilidad de los datos y el servicio.
2. Capacidad de reutilización y redistribución de los datos, publicados bajo términos que permiten integrarlos con otros conjuntos de datos.
3. Participación universal, donde todos los usuarios pueden utilizar, reutilizar y redistribuir la información sin discriminación alguna ni restricciones de uso comercial.

Antes de alcanzar estos objetivos, es necesario capturar los datos, homogeneizarlos y almacenarlos en una base de datos espacial, capacitada para realizar análisis espacial de múltiples y complejos conjuntos de datos y análisis no espaciales, de una forma integrada, permitiendo mostrar los datos originales de diversas maneras y desde diferentes perspectivas.

Así mismo el servicio REST debe de cumplir una serie de características para poder alcanzar los re-

¹<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2019-81091>

²<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2023-80077>

³<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2007-80587>

requisitos mencionados. Por ello, en este último año se ha estado trabajando en la mejora de las peticiones y respuestas del servicio REST, para así satisfacer las necesidades de los clientes y usuarios/as.

Desde CartoCiudad se publican principalmente direcciones postales y otros elementos para la geolocalización de un lugar como los nombres geográficos, unidades administrativas y POI. A fecha de junio de 2024, contiene los siguientes datos:

- 1 391 735 topónimos del NGBE, de puntos de interés de la BTN y de otros organismos como el CSIC con las residencias de mayores,
- 161 634 entidades de población con geometría poligonal del IGN,
- 15 258 códigos postales del Grupo Correos,

- 8 289 unidades administrativas del IGN,
- 11 589 expendedorías del Comisionado para el Mercado de Tabacos,
- 5 651 puntos de recarga eléctrica,
- 11 128 gasolineras,
- 19 millones direcciones postales procedentes de diferentes fuentes, predominando la D.G. de Catastro, Gobierno de Navarra, Gobierno del País Vasco o el Callejero Digital de Andalucía Unificado, (CDAU).

Todos estos datos geospaciales se publican a través del servicio REST Geocoder de CartoCiudad y por tanto está disponible en los visualizadores del IGN y CNIG como Iberpix, comparadores, fototeca digital o mapas a la carta.



El Nomenclátor Geográfico Oficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco (NGO) se creó por el Decreto 179/2019, de 19 de noviembre, sobre normalización del uso institucional y administrativo de las lenguas oficiales locales de Euskadi.

Se trata de un registro público oficial que viene a sustituir a la base de datos de toponimia de Euskadi creada en los años 90 por el Departamento de Cultura del Gobierno Vasco y al Nomenclátor Geográfico de Euskadi presentado por el mismo departamento en junio de 2019.

Hoy en día la gestión del NGO corresponde al Departamento del Gobierno Vasco competente en materia de cartografía, por el Decreto 41/2022, de 5 de abril, de modificación del Decreto sobre normalización del uso institucional y administrativo de las lenguas oficiales en las instituciones locales de Euskadi.

Contiene topónimos oficiales y no-oficiales (estos últimos constan como preferentes o variantes) dependiendo de si se ha cumplido o no el procedimiento de oficialización establecido en el art. 45 de Decreto 179/2019, el NGO.

En cuanto a las competencias en materia de oficialización, se pueden establecer básicamente tres grupos: los municipios, para la toponimia de su ámbito territorial; las normativas forales, para la creación o modificación de las entidades locales; y el Gobierno Vasco (GV), para la toponimia que trasciende el ámbito municipal, como pueden ser ríos y montes.

El Servicio de Cartografía del GV intenta que la calidad de la toponimia oficial y preferente del NGO sea la óptima, a través de cuatro actuaciones, fundamentalmente: la correcta ubicación de los topónimos; la armonización de las formas toponímicas que hacen referencia a una misma realidad; la clasificación de topónimos en entidades geográficas, con vistas a una adecuada visualización en la cartografía; y una geometría ajustada a la extensión actual e histórica del topónimo.

La correcta ubicación de la toponimia es primordial, tanto por su repercusión en todo tipo de actividades cotidianas (búsqueda de direcciones, emergencias...) como en la realización de estudios de diversa índole (históricos, etnográficos, geográficos, arqueológicos, lingüísticos, paisajísticos...). Así, consideramos elemental señalar la ubicación exacta de calles, viales, puertos de montaña, polígonos industriales, edificios... para el uso práctico diario; lo mismo, en el caso de ermitas, poblados, edificios y vestigios desaparecidos y en ruinas para todo tipo de estudios y porque le dan sentido, igualmente, a la toponimia que le rodea; los nombres de lugar relacionados con los usos del suelo son importantes para conocer su pasado; etc.

Las fuentes y herramientas utilizadas para una acertada ubicación de los nombres de lugar son muy variadas. Para las calles y viales, el callejero del Eustat; para los elementos de interés arquitectónico o arqueológico, la base de datos de la

Dirección de Patrimonio del GV; para los centros educativos, el Departamento de Educación del GV; para todo tipo de topónimos, la antigua base de datos del Departamento de Cultura del GV, los mapas toponímicos realizados con subvenciones del Servicio de Cartografía del GV desde 1996 al 2020, los trabajos de investigación y publicaciones, ortofotografía histórica y mapas lidar, páginas web de ayuntamientos...

En segundo lugar, consideramos importante la armonización de las diversas formas toponímicas que hacen referencia a una misma realidad física y que, sin embargo, varían de unas instituciones, departamentos y áreas administrativas a otras. Dentro de este ámbito, tenemos que destacar que el NGO ha armonizado las bases de datos del Eustat y del Departamento de Planificación, Territorial, Vivienda y Transporte en relación a los nombres de calles y viales. En un futuro se pretende ampliar esa colaboración con más departamentos e instituciones. Asimismo, en la medida que avanzamos en la revisión de la toponimia, intentamos armonizar, dentro de lo posible, la toponimia de zonas limítrofes entre municipios y concejos (ríos, montes, sobre todo), dado que en numerosas ocasiones presentan formas y localizaciones diferentes.

Eso no quita que a las formas oficiales o preferentes que se recogen tanto en el NGO como en el visor de GeoEuskadi no se pueda acceder a través de las diferentes variantes que pueda tener los mismos.

En tercer lugar, pensamos que es indispensable una idénea clasificación de los topónimos en entidades geográficas, por su repercusión en el visualizador y en la cartografía, en general, al margen de la calidad que otorga a los atributos del topónimo. Así, el valor que presenta la entidad geográfica afecta a la tipografía de los topónimos y al orden de aparición y desaparición de los mismos según del nivel del zoom.

No es lo mismo clasificar los nombres de lugar como núcleos o como entidades de población, como cimas o como montes, como ríos o como arroyos, como puertos de montaña o como portillos, como barrios o como barriadas, como casas o como caseríos...

Por último, procuramos darle al topónimo la geometría que se considera más apropiada para el lugar que hace referencia. Serán puntos en muy poquitos casos, como en cimas, puertos de montaña o manantiales; lo mismo con las líneas, que se reservan, sobre todo, para los cursos de agua. El resto de lugares se representa con polígonos precisos (edificaciones, límites administrativos, etc.) o virtuales (círculos o elipses), más o menos grandes dependiendo de la extensión de la zona referida (montes, depresiones, arboledas, etc). Se intenta tener en cuenta, igualmente, la extensión que el topónimo haya podido tener históricamente.

Alerta temprana de inundaciones en zonas urbanas dentro del proyecto CENTAUR

Integración de datos meteorológicos, hidrológicos, topográficos, de cobertura terrestre y aeroespaciales para el cálculo de indicadores e índice de alerta temprana

Raquel Ciriza
Raquel Gastesi
Tracasa Global, (Navarra)

Gabriel Lazazzara
Annamaria Luongo
SpaceTec Partners

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 33
2025
ISSN: 1131-9100

El cambio climático está aumentando el número de desastres relacionados con condiciones meteorológicas y climáticas extremas. Las inundaciones son el tipo de desastre más común en todo el mundo, representando el 44% del total de eventos registrados en los últimos años .

El proyecto CENTAUR (*Copernicus ENhanced Tools for Anticipative response to climate change in the emergency and secURity domain*; <https://centaur-horizon.eu/>), del programa Horizonte Europa, aborda los desafíos sociales derivados de las amenazas del cambio climático mediante el desarrollo y demostración de nuevos productos para los servicios de emergencias (<https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/emergency>) y de seguridad (<https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/security>) del programa Copernicus de la Unión Europea. La siguiente ilustración muestra los objetivos del proyecto en los dos ámbitos de aplicación.

Este trabajo pretende dar a conocer el proyecto CENTAUR, así como uno de los productos desarrollados para el servicio de emergencias, el sistema de alerta temprana de inundaciones en zonas urbanas

(*Urban Flood, UF*). Este sistema supone una mejora respecto al ya existente en dicho servicio.

El modelo conceptual para su obtención incluye datos de partida, indicadores e índices como componentes clave para la previsión, detección y el seguimiento de inundaciones urbanas. El enfoque metodológico consiste en: (1) utilizar datos geoespaciales, meteorológicos, hidrológicos, topográficos, etc., (2) calcular indicadores que describen y caracterizan las inundaciones urbanas, y (3) calcular el índice de pronóstico de alerta temprana ante inundaciones urbanas.

Se han utilizado datos de precipitación en 24h predichos y registrados históricamente, datos hidrográficos e hidrológicos, de usos/cobertura del suelo, e imágenes de satélite y datos LiDAR para caracterizar el área de estudio y para el cálculo de indicadores.

Los 3 indicadores generados son:

(1) **UF-ID-1** = Mapa estático de precipitación máxima en 24h para 3 períodos de retorno (10, 20 y 50 años)

(2) **UF-ID-2** = Mapa de pronóstico de periodos de retorno basado en *Machine Learning*. La predicción de lluvia (con hasta tres días de anticipación) se compara

OBJETIVOS POR ÁMBITO DE APLICACIÓN



CENTAUR FOR
URBAN FLOODS



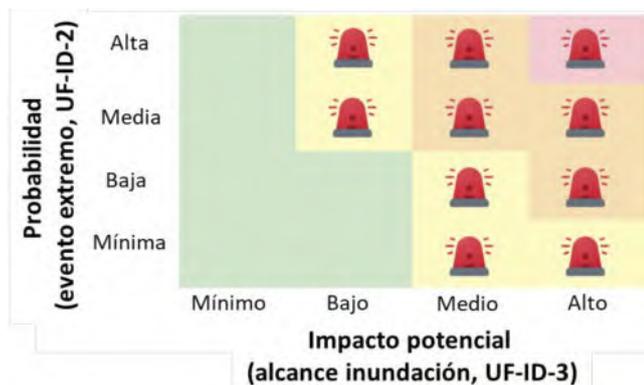
- Desarrollar e incluir un **prototipo de capa de inundación urbana** en el European Flood Awareness System (EFAS)
- **Integrar productos y servicios mejorados** para el mapeo de inundaciones urbanas en la cartera de mapas de CEMS.
- **Mejorar la alerta temprana**



CENTAUR FOR WATER
AND FOOD SECURITY



- **Integrar nuevos índices** de vulnerabilidad y fragilidad en la cartera de CSS-SESA
- **Mejorar la alerta temprana** y servicios proactivos de geo inteligencia para la vigilancia de los primeros signos de malestar social, movimientos de población y conflictos relacionados con la seguridad alimentaria e hídrica.



Matriz utilizada para obtener el índice de pronóstico de alerta temprana

con el dato de lluvia asociado a cada período de retorno definido en UF-ID-1 y se le asigna una categoría de período de retorno

(3) **UF-ID-3:** Mapa de extensión de la inundación y de calado, de alta resolución espacial ($\leq 10m$), para los 3 períodos de retorno.

CENTAUR realizará una validación de dichos indicadores para mejorar el modelo de su estimación, y, en definitiva, el índice de alerta temprana.

El índice de pronóstico de alerta temprana ante inundaciones urbanas se obtiene siguiendo un enfoque de «matriz de riesgo» (ver figura), adaptándolo para centrarse principalmente en evaluar la severidad (probabilidad de eventos extremos) y el alcance/extensión de posibles inundaciones (definidos respectivamente por UF-ID-2 y UF-ID-3). El índice se ha obtenido considerando (1) la probabilidad de que un evento extremo ocurra en las próximas 48h (determinada por

UF-ID-2), expresada en términos de períodos de retorno, que luego se categoriza como mínima, baja, media, y alta, en base a datos históricos, según UF-ID-1; y (2) el impacto potencial, considerado como extensión/alcance de la inundación potencial (determinado por UF-ID-3). Este impacto se categoriza también como mínimo, bajo, medio y alto. El índice de pronóstico de alerta temprana se categoriza, mediante colores, en mínimo (verde), amarillo (bajo), medio (naranja) y alto (rosa) (ver figura).

La alerta temprana se activa cuando (1) la probabilidad de que se produzcan precipitaciones extremas (UF-ID-2) alcanza un nivel medio, incluso si el impacto potencial se evalúa como bajo (lo que indica una alta probabilidad de que ocurra con un potencial de daño limitado) y (2) el impacto potencial (UF-ID-3) es al menos medio, independientemente de la probabilidad del evento de precipitación (lo que implica una probabilidad baja pero un potencial de daño significativo).

En un futuro se espera mejorar el modelo integrando datos de exposición y vulnerabilidad para mejorar la estimación de impacto potencial.

Este sistema de alerta temprana conlleva un monitoreo global continuo para detectar eventos potencialmente peligrosos. Una vez se activa la alerta, se inicia una monitorización más detallada de la zona en peligro.

Los productos desarrollados por el proyecto CENTAUR tratan de mejorar la conciencia situacional, la previsión y la capacidad de respuesta temprana relacionadas con las inundaciones urbanas y la inseguridad hídrica y alimentaria, incluido su impacto potencial en poblaciones y activos expuestos y vulnerables.

Optimización de la planificación de puntos de recarga para vehículos eléctricos en Euskadi

Aprovechando datos abiertos e inteligencia artificial para un futuro sostenible

Eduardo Gilabert García-Pelayo
Susana Ferreiro del Río

Álvaro García Martínez
Francisco Javier Díez Trinidad
Fundación Tekniker

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 35
2025
ISSN: 1131-9100

La movilidad eléctrica está emergiendo como una solución clave para reducir las emisiones de carbono y mejorar la calidad del aire en las ciudades. En Euskadi, la planificación eficiente de puntos de recarga para vehículos eléctricos es crucial para fomentar su adopción. Este proyecto explora cómo la combinación de datos abiertos y algoritmos avanzados puede optimizar la ubicación y número de puntos de recarga, asegurando una red accesible y efectiva para los usuarios.

Para abordar este desafío, se han utilizado diversas fuentes de datos abiertas, incluyendo bases de datos del Gobierno Vasco, plataformas de datos geográficos y APIs de tráfico y meteorología. Estas fuentes proporcionan información esencial y variada sobre la población, el tráfico, el transporte público y la infraestructura existente, nutriendo así la capacidad de los algoritmos para una planificación eficaz y efectiva.

La arquitectura de solución desarrollada se estructura en torno a cuatro niveles clave, destacando la centralidad de los algoritmos:

Recolección de datos. Se recopilan datos de múltiples fuentes, que incluyen *Open Data Euskadi*, *GeoEuskadi*, y otras plataformas que ofrecen información sobre demografía, tráfico, y puntos de interés. Estos datos son sometidos a procesos de tratamiento y curación para asegurar su calidad y relevancia para los algoritmos.

Predicciones avanzadas. Los algoritmos de predicción son parte central del proyecto, y se utilizan para estimar el número de vehículos eléctricos y la demanda de puntos de recarga en diferentes áreas y períodos. Basados en tendencias actuales y proyectadas de adopción de vehículos eléctricos y patrones de movilidad, estos algoritmos ayudan a tomar decisiones sobre la infraestructura necesaria de recarga para vehículos eléctricos.

Optimización estratégica. Los algoritmos determinan las ubicaciones más adecuadas para los puntos de recarga. Considerando múltiples factores como la proximidad a otros puntos de recarga, la densidad de

tráfico y la accesibilidad a servicios públicos, estos algoritmos garantizan una distribución óptima de la infraestructura para la recarga.

Visualización y toma de decisiones. Los resultados de los algoritmos se presentan en un sistema GIS (Sistema de Información Geográfica), permitiendo una visualización clara y detallada de los puntos de recarga propuestos. Herramientas como QGIS y Leaflet se utilizan para crear mapas interactivos que facilitan la toma de decisiones informadas.

Algoritmo de predicción y optimización

El proceso de predicción comienza seleccionando un área de estudio específica, en este caso, la ciudad de Bilbao. Se establece el año objetivo para la previsión de demanda. A continuación, se obtienen datos sobre el número actual de electrolinerías y sus características tanto en el área seleccionada como en toda Bilbao. Utilizando esta información, el algoritmo emplea modelos de predicción para estimar la cantidad futura de electrolinerías necesarias en el futuro. El algoritmo se retroalimenta, es decir el cálculo tiene en cuenta la predicción de distribución de electrolinerías de un año para realizar el cálculo en años posteriores, de forma que la predicción sea coherente de año en año.

El algoritmo de optimización se encarga de determinar las ubicaciones más adecuadas para los puntos de recarga dentro del área de estudio. Este proceso involucra varios pasos:

Recolección de puntos de interés. Se obtienen datos sobre puntos de interés como aparcamientos, paradas de autobuses, centros públicos y flujos de tráfico.

Cálculo de probabilidades. Se calcula la probabilidad de idoneidad de cada posible ubicación para un punto de recarga. Esto se basa en un conjunto de pesos que considera factores como la proximidad a otras electrolinerías y la densidad de tráfico.

Optimización metaheurística. El algoritmo utiliza técnicas metaheurísticas para seleccionar las ubica-

ciones óptimas para los puntos de recarga. Su objetivo es maximizar la cobertura y minimizar los costos y tiempos de desplazamiento para los usuarios.

Almacenamiento y visualización

El almacenamiento de los datos calculados por el algoritmo se almacena en una base de datos *PostgreSQL* con extensión *PostGIS* que le da capacidades de geolocalización y facilidad para su visualización en herramientas comerciales.

La visualización de los resultados se realiza mediante sistemas GIS, que permiten una representación geográfica detallada e interactiva de los puntos de recarga propuestos.

Conclusión

La integración de datos abiertos con algoritmos avanzados de predicción y optimización se erige como piedra angular para una planificación efectiva de la

infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en Euskadi. Este enfoque no solo facilita la transición hacia una movilidad más sostenible, sino que también asegura que la infraestructura sea robusta y capaz de adaptarse a las demandas cambiantes del futuro.

El papel de la tecnología GIS y las herramientas de análisis de datos no deben ser subestimados en este contexto porque capacitan a los planificadores y responsables de decisiones para tomar medidas informadas y estratégicas. A partir de ellas es posible crear una red de puntos de recarga bien distribuida, apoyando el crecimiento de la movilidad eléctrica y contribuyendo a un entorno más limpio y sostenible.

A futuro, es necesario continuar refinando los algoritmos utilizados, incorporando nuevos datos más precisos y actualizados, capacitándolos para mejorar la precisión de las predicciones y las optimizaciones. Además, la expansión de este enfoque a otras regiones o ciudades promete ser un área de exploración.

Herramienta de difusión de información forestal de Andalucía (INDIFO)

Difusión de indicadores forestales basados en rejillas

Alberto Palomo Fernández
Yolanda Gil Jiménez
REDIAM (Red de Información
Ambiental de Andalucía)
Agencia Medio Ambiente
y Agua de Andalucía

Daniel Romero Romero
Andrés Romero Morato
RqueR tys SL

Antonio Jesús Cabrera Tordera
Matías Huéscar Muñoz
Ghenova Digital SLU

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 37
2025
ISSN: 1131-9100

En la actualidad existe gran cantidad de información cartográfica de carácter o interés forestal almacenada en una única fuente de información denominada SIPNA (Sistema de Información del Patrimonio Natural de Andalucía) que reúne información de diferentes dimensiones temáticas del territorio, con un gran esfuerzo técnico tanto en su actualización como en su sincronización y de manera que cada referencia territorial/entidad cartográfica/polígono del sistema tiene asociada dicha información de manera unívoca.

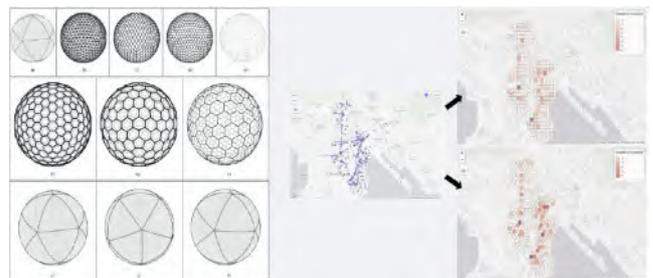
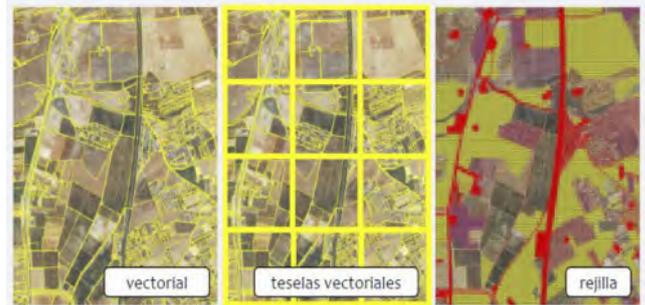
El objetivo del proyecto de creación de una herramienta de difusión de indicadores es proporcionar información ambiental de manera ágil y comprensible para administración pública, ciudadanía, asociaciones y empresas.

Para tal fin el desarrollo se ha centrado en la selección de una serie de conjuntos de datos de utilidad para procedimientos de gestión, procedentes de SIPNA y otras fuentes de la REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía) y externas, en total 582 capas de cartografía temática disponibles y en su traslación a un modelo más fácilmente explotable, como informes, para su visualización, o por medio de APIs para la conexión de máquina.

INDIFO

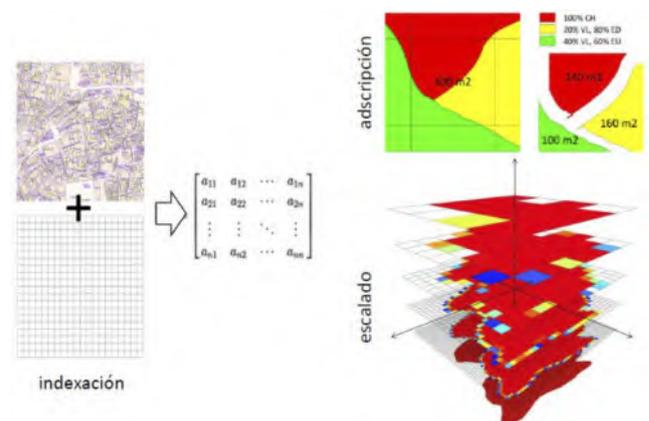
<https://indifo.agenciamedioambienteyagua.es/>

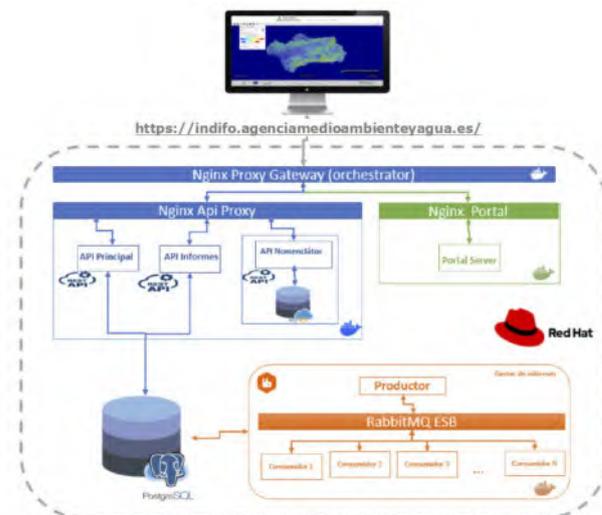
El proyecto promovido desde el Servicio de Análisis de la Información Ambiental de la Consejería de



Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (CSMAEA) ha sido ejecutado por varias empresas en UTE y adscritas.

Se realizó un análisis de diferentes alternativas: vectorial simple, teselas vectoriales y rejillas, evaluando su comportamiento y rendimiento para diferentes casos de uso. Se decide que este nuevo modelo sean las rejillas.





Las rejillas se basan en la teselación isótropa del espacio, en formas geométricas puras como cuadrados, triángulos o hexágonos, de manera que se puede caracterizar el territorio desvinculándolo de pesadas geometrías.

A cada tesela le corresponde una definición espacial abstracta (indexación), una posición en una matriz reproducible a través de algoritmia. A cada uno de estos índices le corresponden valores de las diferentes temáticas, que se asignan de forma cuidadosa, puesto que dependen de aspectos como la naturaleza del dato, el tipo de dato, etc. Este proceso se denomina adscripción de valores a rejilla.

La medida del error cometido en los procedimientos de adscripción y escalado ha sido controlada durante el proceso, de forma que podemos conocer una estimación del error a confianza muy elevada.

Como resultado se ha creado una aplicación que, a partir de información ambiental publicada desde

diferentes instituciones (REDIAM - CSMAEA) y de un ámbito espacial de interés proporcionado por el usuario, se facilita:

- La visualización de información ambiental que interesa y la posibilidad de hacerlo respecto a un ámbito concreto en visor interactivo.
- La presentación y generación de estadísticas sobre la información discriminada respecto al ámbito seleccionado por el usuario.
- La descarga de la información que interesa respecto al ámbito de interés según informes conformados y personalizados.

La arquitectura del sistema se ha desarrollado en un esquema *dockerizado*, basado en microservicios que encajan entre ellos para dar respuesta a los diferentes servicios soportados. Este esquema es perfectamente escalable y reproducible en cualquier otra infraestructura.

Datos históricos de cubiertas del suelo de España

Procedimiento para la obtención de un SIOSE histórico a partir de escaneados MTN50

Guillermo Puchol Sola
Rubén Sánchez Pérez
Samuel Parada Bustelo
Instituto Geográfico Nacional

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 39
2025
ISSN: 1131-9100

El proyecto se centra en el desarrollo de un procedimiento eficiente para la obtención de información de cubierta del suelo histórico (*Land Cover, LC*) en España, reutilizando información cartográfica existente, específicamente los escaneados del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50). Este esfuerzo está alineado con el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE), un proyecto gestionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) del Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible y las Comunidades Autónomas. El principal objetivo del IGN, en su rol de apoyo a la iniciativa EIONET para el monitoreo terrestre de Copernicus, es la producción y coordinación de información sobre ocupación del suelo en España.

Este proyecto se enmarca en la Directiva (UE) 2019/1024 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138, que promueven la reutilización de datos de alto valor, y en el contexto de INSPIRE, una iniciativa que establece estándares para la interoperabilidad de conjuntos de datos espaciales en Europa. En particular, la Ley de la Infraestructura y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE) subraya la importancia de evitar la duplicidad de gastos y recursos públicos, promoviendo la reutilización de datos existentes para satisfacer las necesidades de los usuarios.

La necesidad de datos históricos sobre la ocupación del suelo se ha vuelto crítica para múltiples aplicaciones de gestión territorial, como el análisis de cambio climático y medioambiental, estudios de evolución del paisaje, análisis de la antropización y la gestión del agua y la costa. Específicamente, para el cambio climático, es fundamental disponer de datos anteriores a 1990 (pre-90), año de referencia del primer CORINE *Land Cover*, y su ampliación hasta 1970 para la asimilación del cambio de categoría del suelo, conforme al Reglamento UE 2018/841 (Art. 5.3).

Este proyecto se basa en antecedentes como las bases de datos de ocupación del suelo de 1970-2015

del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el SIOSE de 1956, 1977, 1984, 1999 y 2003 de la CCAA de Andalucía, y el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de 1956 de la CCAA de Navarra.

En este contexto, el procedimiento desarrollado permite obtener información histórica de ocupación del suelo reutilizando la información disponible en el IGN. La metodología se basa en la extracción y procesamiento de diferentes elementos mediante *software* de código abierto como QGIS, obteniendo varios niveles de detalle a partir de los cuales el operador puede identificar, corregir y delimitar las coberturas de suelo (edificios aislados, agrupados, envolventes de poblaciones, carreteras, ferrocarriles, caminos y sendas, delimitación de zonas agrícolas y forestales, cursos y masas de agua).

El procedimiento permite la extracción semiautomática de las cuatro tintas (rojo, verde, azul y negro), a partir de las cuales se desagregan los elementos mencionados, mejorando significativamente los rendimientos en comparación con una fotointerpretación sobre el PNOA histórico o una digitalización completamente manual de los MTN50 históricos. Aunque el grado de automatización es avanzado, la intervención del operador sigue siendo necesaria debido a la variabilidad entre las diferentes hojas del MTN50, tanto para corrección geométrica como para atribución.

El impacto de este proyecto piloto es doble. Primero, proporciona una metodología replicable y eficiente para la creación de datos de cubierta del suelo históricos, así como la posibilidad de obtener un producto histórico de envolventes de poblaciones y redes de transportes a partir de recursos cartográficos preexistentes. Segundo, fomenta la utilización de datos abiertos y herramientas de *software* libre, alineándose con las políticas de datos abiertos en España y la Unión Europea. La combinación de estos factores potencia el desarrollo de estudios territoriales y urbanísticos más precisos y accesibles.

Detección automática de la fecha de corta forestal

Aplicación en las masas forestales del País Vasco en el periodo 2018 a 2021

Francisco Javier Pérez Pérez
Fundación Hazi

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 40

2025

ISSN: 1131-9100

Determinar la fecha de corta con una precisión mensual supone un avance importante para la gestión forestal, ya que permite mejorar su control administrativo, las predicciones de producción y de evolución del mercado de la madera o las recomendaciones a propietarios forestales, entre otros aspectos.

Con el fin de poder abarcar todas las masas forestales del País Vasco durante un periodo plurianual (2018 - 2021), se decidió aplicar una estrategia basada en información ya disponible, interpretada mediante aprendizaje automático.

Existen planteamientos sencillos que permiten detectar automáticamente las cortas forestales. Por ejemplo, comparar la altura de la vegetación determinada por ortofotogrametría entre dos vuelos. De este modo, es posible detectar una corta cuando se produzca un descenso marcado de la altura de la vegetación en una zona.

No obstante, la precisión temporal de este enfoque se limita a en torno a un año en el caso del País Vasco.

Para alcanzar una mayor precisión, se combinó esta información con otra ya disponible, como variables derivadas del Modelo Digital del Terreno (MDT), el Atlas Climático del País Vasco y varios índices obtenidos de imágenes Sentinel 1 y 2, así como información básica del Inventario Forestal del País Vasco.

En un problema de aprendizaje automático basado en teledetección, resulta clave obtener una muestra fiable y suficientemente grande de «verdad sobre el terreno». En este caso, rodales forestales bien conocidos que han sido efectivamente talados.

Para obtenerla se recurrió a la comparación de alturas de vegetación ya mencionada, identificando zonas taladas que se emplearon como muestra de clase «bosque» en las fechas anteriores al primer vuelo de la comparación y como «tala» en las posteriores al segundo vuelo.

Es importante tener en cuenta que, en este esquema, la corta se ha producido en algún momento desconocido entre ambos vuelos, por lo que esta información no se puede usar como muestra.

Debido a la evolución de la vegetación en las zonas taladas, que podría confundir a los modelos automáticos, las zonas taladas solo se usaron como muestra durante un año desde el segundo vuelo de cada comparación.

En cuanto a la precisión espacial, se decidió abordar una división del territorio en cuadrículas de 20 x 20 metros,

ajustadas a los píxeles de las imágenes de Sentinel, con el fin de optimizar su efectividad.

Con este planteamiento y muestra, se construyó un modelo de clasificación binaria bosque/tala para cada mes del periodo, empleando el algoritmo *CatBoost* que alcanzó una tasa de acierto del 90% a nivel de cuadrícula.

Estos resultados se integraron a escala de rodal forestal aplicando un sistema de votación, en el que cada una de las cuadrículas en las que se subdivide contribuye a decidir si el rodal en su conjunto ha sido cortado y en qué mes.

Adicionalmente, se calcularon diferentes descriptores destinados a orientar al gestor forestal sobre la calidad de cada resultado particular. Esto permite analizar el consenso general dentro de cada rodal y la distribución espacial y temporal de las predicciones de corta.

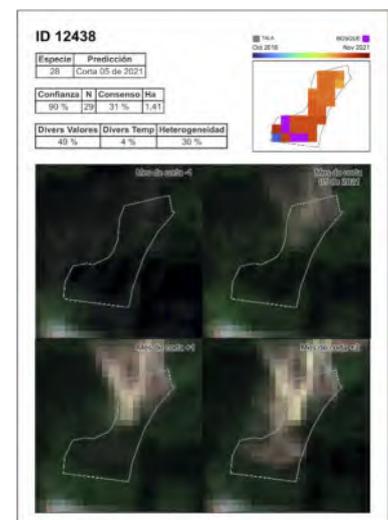
Esta información, junto con imágenes Sentinel 2 de los meses anteriores y posteriores a la fecha de corta predicha por el modelo, se integraron en un informe detallado de corta. A continuación, se muestra un ejemplo de una corta gradual, iniciada en mayo de 2021.

En el esquema coloreado de la parte superior, se observa un gradiente que representa predicciones de fecha próximas entre sí para cada cuadrícula, y que avanzan en el tiempo (de mayo a julio de 2021) hacia el sur del rodal.

En las imágenes de Sentinel 2 de los meses de corta y posteriores de la parte inferior del informe, se puede apreciar gráficamente esa evolución temporal de la corta forestal.

El resultado obtenido ha superado la evaluación interna del modelado, así como la verificación por parte de técnicos que participan en la gestión forestal y en las tareas de inventariado.

En consecuencia, se considera un enfoque adecuado y eficiente para detectar la fecha de corta con precisión mensual.



Hasta el año 2022 la Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi – geoEuskadi (<https://www.geo.euskadi.eus/inicio/>) ha mostrado sus mapas base con la tecnología basada en capas de teselas ráster. En el marco del Convenio de 17 de mayo de 2021 por el que la Comunidad Autónoma del País Vasco se integró en el Sistema Cartográfico Nacional, se establecían las bases de un conjunto de actuaciones de colaboración con el Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para la producción, actualización e intercambio de información geográfica en el ámbito de la comunidad autónoma.

En el Gobierno Vasco se ha venido trabajando e implementando, en producción, desde finales de 2022 los mapas base oficiales con tecnología de *tiles* vectoriales, en base al modelo de datos establecido por la Comisión Especializada de Normas Geográficas. Y colaborando también con el equipo del Centro Nacional de Información Geográfica que lidera el proyecto «Mapa Base XYZ del Sistema Cartográfico Nacional», para adecuar los datos de los *tiles* vectoriales del Gobierno Vasco al modelo ampliado de *tiles* vectoriales del Sistema Cartográfico Nacional.

La nueva tecnología de teselas vectoriales ofrece numerosas ventajas en comparación con la tecnología basada en *cacheado* ráster.

Flexibilidad en la representación de datos

A diferencia de las teselas ráster, que tienen estilos y simbología fijos en las imágenes, las teselas vectoriales permiten cambiar los elementos del mapa de forma dinámica. Esto se puede lograr mediante el editor de estilos web de ESRI o editando directamente el archivo JSON (*JavaScript Object Notation*) correspondiente, eliminando la necesidad de regenerar las teselas para aplicar nuevos estilos.

Personalización avanzada

Con las teselas vectoriales, los usuarios pueden personalizar la apariencia del mapa según sus necesidades

específicas. Esta capacidad de personalización facilita la creación de mapas temáticos y adaptados a diferentes contextos de uso, mejorando significativamente la utilidad y la estética de los mapas.

Eficiencia en el almacenamiento y la transmisión de datos

En muchos casos, las teselas vectoriales son más ligeras en términos de tamaño de datos comparado con las teselas ráster. El tiempo de generación de teselas vectoriales es considerablemente menor que el de las teselas ráster, permitiendo la creación de versiones de diferentes mapas base a lo largo del año en función de las actualizaciones cartográficas.

Calidad visual y adaptabilidad

Las teselas vectoriales mantienen una alta calidad visual a cualquier nivel de zoom. Debido a que los datos vectoriales se renderizan con precisión, los detalles del mapa son claros y nítidos, independientemente de la escala. Además, los mapas basados en teselas vectoriales son altamente adaptables a diferentes dispositivos y resoluciones de pantalla, asegurando una experiencia de usuario consistente y óptima en cualquier plataforma.

Es importante mencionar que un mapa base vectorial puede ser convertido y almacenado en formato ráster, lo que permite su compatibilidad con aplicaciones más antiguas que solo admiten el *cacheado* ráster.

La adopción de la tecnología de teselas vectoriales en geoEuskadi marca un avance significativo en la capacidad de representar y visualizar datos geoespaciales. La flexibilidad, eficiencia y calidad visual que ofrecen las teselas vectoriales superan las limitaciones de las teselas ráster tradicionales, proporcionando a los usuarios una herramienta más potente y versátil para explorar y analizar la cartografía del Gobierno Vasco. Este cambio no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también abre nuevas posibilidades para la personalización y el uso dinámico de los mapas en diversas aplicaciones.

Utilización de *Mobile Mapping* en gestión urbanística y de vías de comunicación

Sistema de captura rápido y preciso

Rodrigo García Roldán
Iván Murillo Tejedor
Leica Geosystems

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 42
2025
ISSN: 1131-9100

La necesidad creciente de gestionar grandes infraestructuras de comunicación como ciudades y sus vías urbanas así como trazados de comunicación como vías interurbanas, autovías y autopistas hace cada vez más necesario disponer de técnicas de captura masiva de este tipo de vías, en las que se pueda disponer de información de forma rápida, precisa, completa y fiable. Por ello sistemas de captura de la realidad como los láser escáner estáticos y sobre todo móviles (*Mobile Mapping*) son los mejores para este tipo de inventarios y control dimensional de dichas infraestructuras de cara a las labores de gestión y mantenimiento.

Estas técnicas llevan existiendo varios años, pero los sistemas de última generación han mejorado su utilización gracias a una mejor ergonomía y sobre todo a un mejor rendimiento de los sensores embarcados. Hoy en día, podemos encontrarnos con sistemas de doble cabezal lidar de medición de 2 millones de puntos por segundo, cámaras de detalle de alta resolución que permiten obtener imágenes de alta definición en áreas de interés o sistemas SLAM combinados con los lidar de captura, que permiten una mejora significativa en el cálculo de la trayectoria incluso en zonas con baja o nula cobertura GNSS.

Estos sistemas, permiten generar un modelo virtual de alta precisión y definición del entorno escaneado, pero deben estar acompañados de un sistema de gestión de datos que sea eficiente en el procesamiento de los datos recogidos por todos los sensores embarcados

(lidar de captura, lidar SLAM, cámaras 360°, cámaras de detalle, sistema inercial, antena GNSS y odómetro) de manera que genere un documento único listo para ser procesado. Poder disponer de toda esta información en un fichero único, convierte estos trabajos en un documento de alto valor. Además, es necesario disponer de herramientas automáticas y semiautomáticas que permitan el inventario de los elementos propios de la vía, así como poder de análisis dimensionales, para labores de mantenimiento y control de normativa de esta. Por último y no menos importante es necesario disponer de herramientas colaborativas que permitan compartir esta información con todos los agentes que participan en estas labores de gestión, sin necesidad de tener que adquirir cientos de costosas licencias.

Por ello, esta ponencia pretende explicar en detalle cuáles son los componentes indispensables para una captura de un entorno complejo como una vía de comunicación y qué herramientas de tratamiento de datos son necesarias para, no solo poder obtener la información útil dentro del campo de la ingeniería, sino también poder compartir con todo el equipo de trabajo interno y externo, de modo que puedan realizarse tareas en modo colaborativo y disponible, llegado el caso para cualquier persona, en el caso de aquellos proyectos que quieran compartirse en abierto o incluirse en plataformas para realización de un gemelo digital, gracias al uso de herramientas en la nube.

Análisis de la información satelital de los niveles de NO₂ en entornos urbanos

Estado del arte y perspectivas futuras

Carlos Morillas López
Sara Martínez Delgado
Sergio Álvarez Gallego
Universidad Politécnica de Madrid

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 43
2025
ISSN: 1131-9100

En grandes núcleos de población, los niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) son uno de los principales parámetros que determinan la calidad del aire, con graves efectos sobre la salud humana, los ecosistemas y el patrimonio histórico. Varias de las ciudades más pobladas de España ocupan los primeros puestos a nivel europeo en número de muertes evitables debidas al NO₂. El marco legal está siendo actualizando para que, en 2030, los valores límite anuales se reduzcan a la mitad, acercándose paulatinamente a los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Además, los municipios de más de 50 000 habitantes ya están obligados a adoptar políticas de mitigación, pero la gran mayoría se encuentran rezagados en su establecimiento y cuentan con una infraestructura de calidad del aire prácticamente nula.

La información proporcionada a través de teledetección satelital está revolucionando la monitorización de los niveles de NO₂ troposférico. A bordo del satélite Sentinel-5P, el sensor *Tropospheric Monitoring Instrument* (TROPOMI) ofrece una perspectiva diaria a nivel planetario con una resolución espacial sin precedentes. Tanto la calidad de los productos como el origen y la naturaleza del propio gas han permitido establecer una alta correlación ($r \geq 0.65$) entre las observaciones de satélite y de estaciones in situ en ciudades. Por ello, ha sido posible emprender investi-

gaciones que muestren la potencialidad del uso de la información satelital en España.

Los primeros estudios han logrado caracterizar la distribución espaciotemporal de NO₂ en entornos urbanos y localizar puntos concretos de acumulación en función de las actividades desarrolladas y de la época del año. De igual forma, se ha conseguido detectar cuáles han sido los principales cambios derivados de la implementación de nuevas estrategias. Estos resultados varían en función de la localización, de la disponibilidad de datos y de otros factores que impiden establecer una equivalencia más directa entre datos en tierra y satelitales, como son la topografía y la meteorología.

Esta comunicación pretende ofrecer una perspectiva actual de la aplicación de la imagen satelital para conocer la calidad del aire urbano, describir las principales limitaciones y mostrar cuáles son los esfuerzos actuales para su superación. El objetivo es generar estimaciones a nivel superficial aptas para su difusión pública con mínima inversión, incluyendo los territorios que no cuenten con una red de vigilancia de calidad del aire.

El futuro lanzamiento de misiones satelitales geoestacionarias como Sentinel-4 facilitará el seguimiento de esta y otras especies químicas en toda Europa, mejorando los resultados y la calidad de nuevos productos.

Una mirada al pasado para entender el presente

Digitalización del fondo histórico de Gobierno de Navarra, publicación y generación de productos derivados

Víctor J. García Morales
Tracasa Instrumental S.L.

Jorge L. Iribas Cardona
Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras
Sección de Cartografía de Gobierno de Navarra

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 44

2025

ISSN: 1131-9100

En la Comunidad Foral de Navarra (CFN) se ha apostado por la recuperación de la información geográfica histórica, en concreto por el escaneo de vuelos fotogramétricos analógicos realizados en el entorno de la Comunidad desde el año 1927 hasta los últimos vuelos analógicos realizados a principios del siglo XXI y la posterior publicación y generación de ortofotos de estos vuelos.

En las instalaciones de Tracasa Instrumental (TI) se almacenan más de 300 000 fotogramas, entre negativos, diapositivas y positivos, pertenecientes a Gobierno de Navarra de vuelos realizados por diferentes motivos en la CFN, desde el año 1927, en el que se inició el vuelo de Ruiz de Alda (finalizado en el 1934) hasta el último vuelo PNOA analógico realizado en la CFN en 2006.

Los fotogramas se encuentran en un almacén de acceso controlado, con temperatura y humedad constante para garantizar la conservación del material fotográfico de gran sensibilidad, debido a las fechas de creación y a la corta vida de los materiales que lo componen (químicos).

TI ha realizado, en los últimos 6 años, el escaneo del 95% del inventario de vuelos existente, utilizando los tres escáneres fotogramétricos operativos disponibles: Leica DSW700 y dos Vexcel UltraScan 5000 y con personal técnico con gran experiencia en trabajos de escaneo desde el año 2002. El proceso de digitalización se realiza de forma casi artesanal, intentando evitar el contacto con el material, reduciendo la manipulación de los soportes y realizando un tratamiento posterior de los fotogramas manteniendo los niveles digitales del escaneo, para evitar pérdidas de información.

Los fotogramas escaneados se han georreferencia-

do y publicado en la web de la Cartoteca y Fototeca de Navarra (<https://cartotecayfototeca.navarra.es/>) creada con la base de la API SITNA, que, desde el año 2017, es una herramienta para la visualización, gestión, búsqueda y descarga de los fotogramas escaneados.

Por otro lado, de manera paralela al escaneo se han realizado ortofotos de vuelos generales que abarcan toda la Comunidad, en el mismo año o en diferentes pero consecutivos. Las ortofotos generales históricas de la CFN disponibles son las siguientes:

- 1927-34
- 1945-46
- 1956-57
- 1966-71
- 1982-84
- 1987-91
- 1992-96

En los últimos años se han escaneado vuelos bajos de gran detalle de núcleos urbano. Para estos vuelos se va a publicar una ortofoto rápida de cada uno de ellos y así disponer de un continuo que aporte mayor valor para cualquier usuario que descargue los datos.

En esta comunicación queremos presentar y describir el trabajo realizado de recuperación y puesta en valor de esta información y compartir casos prácticos de uso de los productos derivados para diferentes análisis y estudios. Con el objeto de conseguir una máxima difusión y reutilización de estos datos, se ha optado por el desarrollo de una herramienta *Web* que permite el libre acceso a la búsqueda, visualización y descarga de los datos en varios formatos, incluido formatos *Open Source*.

Plataforma geoUdala: reutilización y armonización de datos y servicios de geoEuskadi por ayuntamientos de la CAE

Experiencia de los primeros proyectos en geoUdala

Julen Fernández de Labastida Gómez
Gobierno Vasco

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 45
2025
ISSN: 1131-9100

Todo comienza a finales de 2023, ya que es entonces cuando se llevó a cabo una jornada entre personal del Gobierno Vasco y los ayuntamientos enmarcada dentro de la iniciativa TEKgunea impulsada por la Dirección de Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Dirección de Planificación Territorial y Agenda Urbana del Gobierno Vasco.

El objetivo era dar a conocer mejor la plataforma geoEuskadi, e intercambiar experiencias e identificar oportunidades de crear un marco de colaboración en el que el intercambio o actualización de la información geográfica que obra en poder de cada una de las administraciones, fuese más fluido. Todo ello fruto de demandas municipales previas para hacer uso de recursos de geoEuskadi, poder aportar información municipal a la plataforma y también de las necesidades de compartir o mejorar datos municipales.

A partir de esta jornada se puso en marcha un grupo de trabajo («geoUdala LanTaldea») con la intención de dinamizar este proyecto, y en el que se ha contado con la participación de más de una decena de ayuntamientos. En este grupo, se vienen trabajando diferentes iniciativas y proyectos compartidos, así como intentar concretar en mayor grado las necesidades que pueden tener los diferentes ayuntamientos e intentar darles solución en la medida de lo posible.

En el grupo de trabajo se están realizando algunos proyectos piloto para poder compartir y armonizar datos geográficos relativos a callejero/portalero, licencias de obra, toponimia o, por ejemplo, información de caseríos/edificaciones para emergencias. En el marco de estos proyectos, ya se están implementando herramientas de consulta y mantenimiento de dichos datos.

Por otro lado, la necesidad de la mesa técnica del amianto por ofrecer a los ayuntamientos de Euskadi una metodología, un modelo de datos geográfico y una serie de herramientas para la elaboración de censos de amianto y su posterior visualización geográfica, ha hecho que los ayuntamientos ya estén accediendo a «geoUdala». Es este el primer proyecto implementado y productivo, donde los ayuntamientos que lo deseen pueden usar dicha plataforma para elaborar y gestionar los censos de amianto.

La plataforma «geoUdala» está accesible previa solicitud municipal para todas aquellas personas designadas por los ayuntamientos a través del portal www.geo.euskadi.eus/geoudala.

La plataforma de «geoUdala» es por tanto un espacio de datos y recursos compartidos para trabajar con datos geográficos. En definitiva, suma de esfuerzos y beneficios, en la producción y mantenimiento de datos o servicios *web* geográficos entre el Gobierno Vasco y los ayuntamientos que lo deseen.

El Instituto Geográfico Nacional y el OA Centro Nacional de Información Geográfica ha publicado un nuevo producto temático denominado Suelo industrial, cuyo propósito es la identificación y delimitación de las principales áreas del suelo industrial de España del año 2020.

Este producto nace de la necesidad de tener localizadas espacialmente las áreas industriales del país, entendiendo estas como principales focos de atracción económica, logística y productiva. IGN-CNIG han combinado sus recursos e intereses para ofrecer un producto base para el análisis de esta temática que pueda ser completado y avanzado por los usuarios con incorporación adicional de otras fuentes.

El Suelo industrial se construye mediante la integración automática y revisión visual del SIOSE de Alta Resolución y la Información Geográfica de Poblaciones, complementados con información adicional disponible en el Instituto Geográfico Nacional como la Base Topográfica Nacional o en el Sistema de Información Urbana del Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. Las áreas industriales recogidas en el conjunto de datos mantienen la coherencia geométrica y temática con sus fuentes, asegurando así el ajuste a las parcelas catastrales, pertenencia a una entidad de población con su identificación nominal o código del Instituto Nacional de Estadística.

SIOSE es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) cuyo objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España. Se produce de manera descentralizada y coordinada entre las distintas administraciones siguiendo los principios de la Directiva INSPIRE, actualizándose periódicamente por la integración de fuentes geoespaciales de alto detalle para seguir siendo un producto de referencia en la ocupación del suelo en España.

El proyecto de Información Geográfica de Referencia de Poblaciones (IGR-PO) tiene como principal

objetivo gestionar y mantener la localización, forma geométrica, código estadístico y topónimo oficial de las poblaciones. El proyecto IGR Poblaciones recoge las entidades denominadas poblaciones definidas como agrupaciones de uno o más edificios y sus espacios asociados conocidos por una denominación común. Estas agrupaciones de edificios están geoméricamente definidas sobre el parcelario catastral según su uso del suelo, e integran el código de la entidad poblacional del Instituto Nacional de Estadística (INE) a la que pertenece, el nombre geográfico que lo identifica, el uso poblacional representativo, así como otras características que son interesantes desde el punto de vista poblacional.

Los datos de suelo industrial se encuentran disponibles en el Centro de Descargas del CNIG, en su apartado de información geográfica temática. Se distribuyen en formato *Geopackage*, uno para península, Baleares, Ceuta y Melilla en el sistema de referencia ETRS89 y otro para Canarias en REGCAN95. Dentro de *Geopackage* hay una tabla con las geometrías y otra tabla alfanumérica con la suma de los metros cuadrados de cada uso de los polígonos SIOSE contenidos en esa geometría.



Área industrial de Sollana, Valencia.

ASEDIE: la armonización de datos geoespaciales abiertos

Caso de uso de zonas comerciales abiertas

Julen Fernández de Labastida Gómez
Presidente Comisión Geoespacial, Asedie

Olga Quirós Bronet
Secretaria General Asedie

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 47
2025
ISSN: 1131-9100

Desde hace 25 años, ASEDIE promueve y facilita la reutilización de la información del Sector Público. ASEDIE está formada por organismos y empresas que, desde distintos sectores tienen por objeto el uso, reutilización y distribución de la información, creando productos de valor añadido que:

- aportan seguridad en las transacciones comerciales
- ayudan en la toma de decisiones
- dan transparencia al entramado empresarial y
- luchan, por ejemplo, contra el fraude y el blanqueo de capitales

Nuestro sector (el infomediario), interactúa con el resto de sectores, generando valor en muchas de sus actividades. Es un sector sano y en constante crecimiento como se indica tanto en el informe sobre la economía del dato en su ámbito infomediario como en el informe sobre los datos geoespaciales en el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Impacto de la información coproducida por IGN y CNIG

Nuestras comisiones de trabajo nos permiten reunir a las empresas del sector, identificar las barreras que se encuentran y colaborar de forma activa con los organismos públicos que generan datos.

En el año 2022 creamos la Comisión Geoespacial atendiendo a uno de los 6 conjuntos de datos identificados como de alto valor en la directiva (UE) 2019/1024 relativa a los datos abiertos y la reutilización de la información del sector público y desde esta comisión, interactuamos y colaboramos con los proveedores de información geográfica.

Debido a la organización territorial y competencial de España, las bases de datos del Sector Público se encuentran en distintas manos: AGE, CC. AA. y EE. LL. y en este sentido, es necesario remarcar la importancia que tienen la armonización, y la coordinación en la apertura y acceso a la información.

Con el objeto de mostrar un caso de uso práctico de reutilización de las IDE, compartiremos un caso de estudio de una solución geoespacial sobre zonas comerciales abiertas. Se comercializa como producto, y está desarrollada a partir de la reutilización de datos geoespaciales provenientes de diferentes IDE: la IDE del Catastro y del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Estas fuentes se han cruzado con información comercial de actividades económicas, tanto

mercantiles como de empresarios individuales.

La solución da servicio a organismos públicos, empresas y asociaciones de comerciantes.

La solución tiene como objetivo:

- Generar una cartografía nacional de ZCA con una misma clasificación y con un mismo criterio de delimitación, para comparar como se desenvuelven las mismas de forma comparada.
- Monitorizar la actividad económica en ZCA. Tanto el conocimiento del ecosistema empresarial. Análisis del mercado inmobiliario y de ubicaciones óptimas, detectar oportunidades y sinergias en su área de influencia.
- Requisitos para ayudas públicas. Permite delimitar ámbitos concretos de cara a cuantificar condiciones de asociaciones de comerciantes que habilite la solicitud de ayudas públicas (digitalización, servicios públicos, renovación del espacio, etc)
- Impulsar el asociacionismo o la constitución de BIDs. Permite identificar el completo ecosistema comercial y su evolución de cara a sumar nuevos asociados a la asociación de la ZCA, atraer nueva inversión, dar servicios a dichos asociados o constituir BID (*Business Improvement Districts*) para la co-gestión empresarial de los espacios.
- Digitalización del sector. Permite añadir capas de información para estimar necesidades de servicio público como aparcamientos, recogidas de basura especiales, consumo de electricidad y agua, cumplir criterios de sostenibilidad, estimar el arbolado en la zona y muchas otras capas de información.
- Informes automatizados personalizables, análisis cuantitativos, cualitativos, mapas de calor y gráficos.

Como logro, se muestra la armonización y reutilización de datos geoespaciales a partir de diversas IDE públicas.

Confiamos en que este sea solo el primer paso para lograr una total armonización de los datos geoespaciales y que puedan servir de ejemplo de buenas prácticas.

Codificación común de las edificaciones aisladas en Cataluña

Implantación territorial oficial y gestión en el sistema de información geográfica de emergencias y seguridad

Marc Salvador Segarra
María José Cordobilla Cascales
Marta Camps Soler

Gabinet Tècnic. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 48

2025

ISSN: 1131-9100

En el marco de las competencias propias del Departamento de Interior de la Generalitat de Cataluña sobre seguridad ciudadana, tráfico, emergencias y protección civil, prevención, extinción de incendios y salvamento y vigilancia, control y colaboración en la gestión del medio ambiente, se desarrolla una base de datos de edificaciones aisladas que nutre de información territorial las diversas unidades del departamento y que cuenta con un código específico único para cada una de las edificaciones, generado a partir del *geoposicionament* de los edificios y el sistema de cuadrículas del Sistema de Orientación Cartográfica (SOC). Este código sirve como identificador común preferente en las relaciones entre las diversas unidades del departamento y especialmente en las salas operativas (Central de Bomberos, Central de Comandancia de la Policía y Centro de Coordinación Operativa de Cataluña (CECAT) de Protección Civil) y el Centro de Atención y Gestión de Llamadas de Urgencia 112 Catalunya (CAT112), para la gestión de las emergencias y la seguridad en Cataluña. El objetivo principal es dar una garantía más alta a las personas que residen en estas edificaciones aisladas, y a las que puedan encontrarse en el territorio y tengan un punto de referencia para su localización. Este proyecto, que se inició en 2014 con la comarca de Osona-Lluçanes, se ha ido extendiendo, sobre todo a partir de 2018, y en 2022 con la llegada de más recursos de personal y mediante una metodo-

logía mixta, cuantitativa y cualitativa, con el apoyo del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC), se ha recopilado en una fase inicial la información del número y características de las edificaciones aisladas, principalmente masías, utilizando los consejos comarcales como gestor intermediario hasta llegar a la unidad divisoria básica del territorio, los municipios. La creación de esta base de datos ha quedado definida en el Decreto 53/2022, del 22 de marzo, por el cual se aprobaba la revisión del plan cartográfico de Cataluña e identificándola como un set de datos prioritarios. En 2024 ya se han inventariado y codificado las edificaciones presentes en las comarcas de Osona, el Lluçanès, el Berguedà, el Solsonès, el Moianès, el Bages, el Ripollès, la Garrotxa y la Selva, de las provincias de Barcelona, Girona y Lleida. Estas comarcas representan más de un 24 % del territorio, con una gran presencia de poblamiento disperso. En la base de datos de esta parte del territorio se han recogido más de 24 500 edificaciones aisladas. Y se está gestionando, en diferentes fases, la información de 16 consejos comarcales, que nos permitirán sumar y llegar a cubrir prácticamente el 60 % del territorio. Con el objetivo final de dar cobertura y apoyo a todo el territorio, el 100 %, de una forma coordinada entre todos los cuerpos de seguridad y emergencias. Este trabajo de identificación, codificación y recopilación de información está generando beneficios y necesidades futuras en otros ámbitos.

Apificación de Servicios Web Geográficos

Beneficios para la Administración Pública

Adriana Rangel Sotter
Ingeniera de Soluciones para AAPP Esri España

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 49
2025
ISSN: 1131-9100

La apificación de servicios geográficos es un proceso que transforma la funcionalidad de los sistemas de información geográfica (SIG) en servicios web accesibles y manejables a través de APIs (Interfaces de Programación de Aplicaciones). La tecnología de Esri, líder en el ámbito de los SIG, ofrece una gama de soluciones para la apificación, destacando entre ellas el componente *Hub de Online*.

Con su plataforma interactiva permite a las organizaciones conectar con la comunidad y compartir datos geospaciales relevantes. Una de sus funcionalidades más potentes es la capacidad de descargar ficheros de forma dinámica. Esto significa que los usuarios pueden obtener datos completos o filtrados según sus necesidades específicas. Por ejemplo, si un urbanista necesita datos sobre zonas verdes en una ciudad, puede aplicar filtros y descargar solo la información relevante.

La previsualización de datos es otra característica clave. Antes de descargar, los usuarios pueden visualizar los datos en mapas interactivos o tablas, lo que facilita la comprensión y asegura que los datos descargados serán los correctos. Además, el acceso directo

a la URL de los servicios permite a los desarrolladores integrar estos datos en sus propias aplicaciones y sistemas, promoviendo así la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones basadas en datos geográficos.

La tecnología también se alinea con los estándares y directivas europeas de datos abiertos, espacios de datos y conjuntos de datos de alto valor (*High Data Value Dataset*). Estas regulaciones buscan promover la transparencia, la colaboración y la creación de valor a partir de los datos públicos. Al cumplir con estas normativas, la tecnología geográfica asegura que los datos compartidos son accesibles, interoperables y reutilizables.

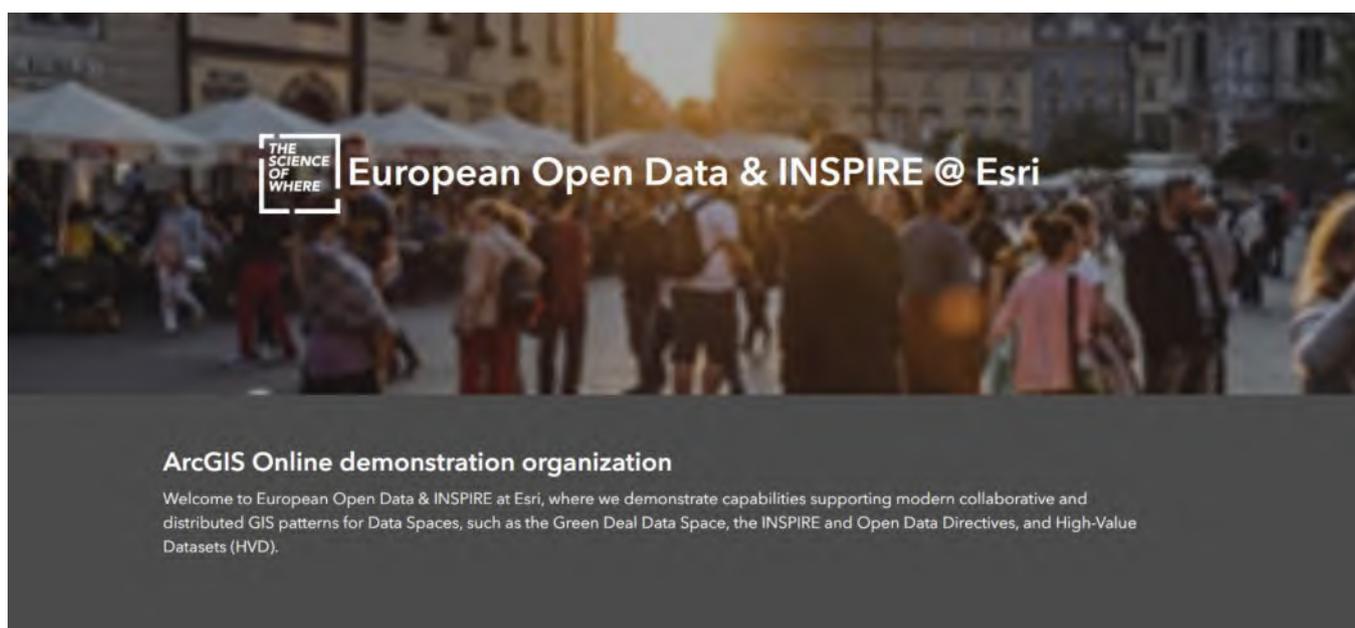
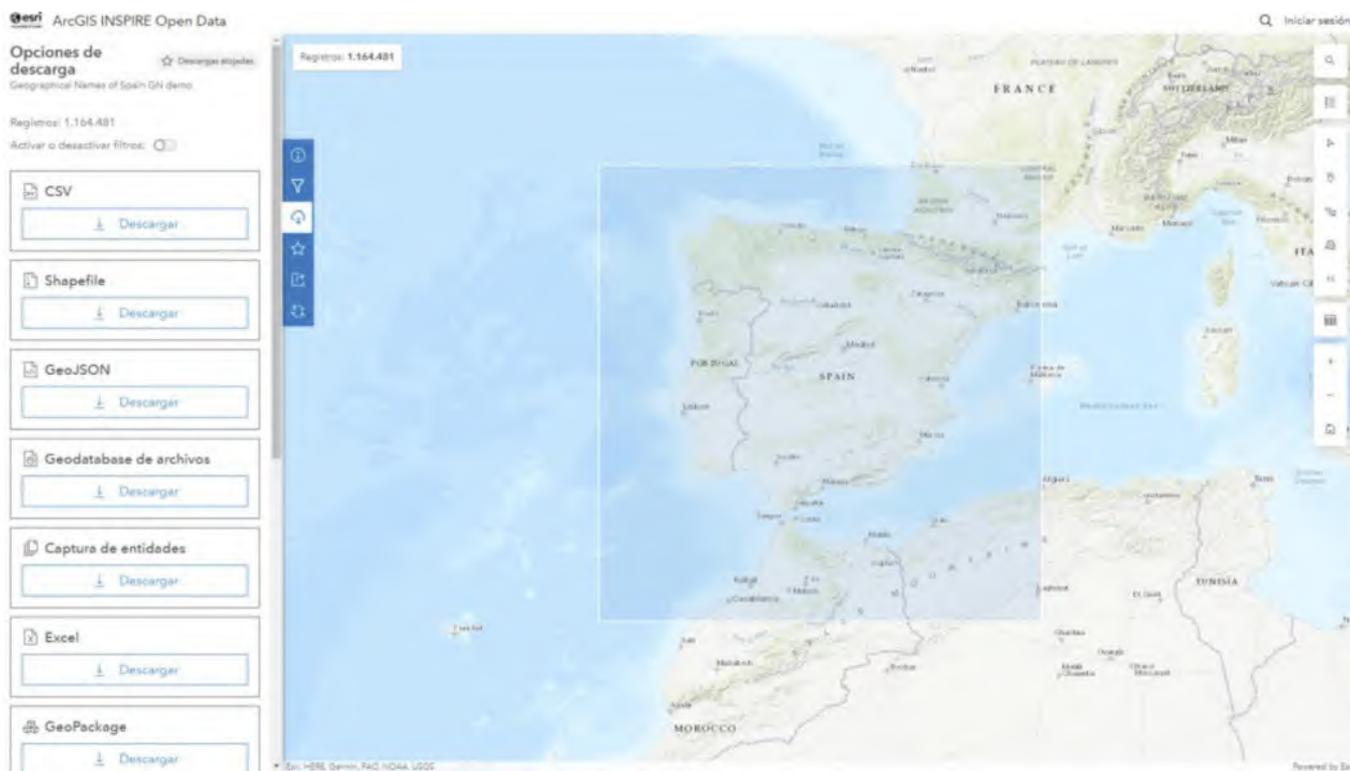
La flexibilidad y escalabilidad de una arquitectura en la nube son fundamentales para el éxito de la apificación de servicios geográficos. Se mostrará como la tecnología geográfica está disponible para que sea desplegada en la nube, lo cual ofrece una infraestructura que se adapta a la demanda, permitiendo manejar grandes volúmenes de datos y usuarios sin comprometer el rendimiento. Esto es esencial para proyectos con componente espacial que requieren una alta disponibilidad y capacidad de respuesta, y



que gestionan grandes volúmenes de información.

En resumen, la aplicación de servicios geográficos con tecnología geográfica, y en particular mediante el componente *Hub*, ofrece una serie de ventajas significativas. La descarga dinámica de ficheros, la previsualización de datos, el acceso fácil a las URL de los servicios y la conformidad con los estándares europeos son solo

algunas de las características que hacen de *Hub* una herramienta valiosa para organizaciones que buscan compartir y aprovechar datos geográficos de manera efectiva. Además, la integración con la nube asegura que la plataforma pueda crecer y adaptarse a las necesidades futuras, manteniendo a las organizaciones a la vanguardia en la gestión de datos geoespaciales.



Modelando el futuro geoespacial

Adriana Rangel Sotter
Ingeniera de Soluciones para AAPP Esri España

Se ofrece una perspectiva integral sobre cómo la tecnología geográfica está revolucionando la creación de gemelos digitales geoespaciales. Se explorará la base tecnológica, la integración de datos de diversas fuentes, y el apoyo a los usuarios en su viaje hacia la madurez digital.

Se enseñarán casos de uso que fusionan datos de drones, que ofrecen alta resolución y actualización frecuente, con imágenes aéreas y satelitales en una arquitectura híbrida que combina soluciones *on premise* y en la nube. Esta flexibilidad garantiza que las organizaciones puedan escalar y adaptar sus gemelos digitales a sus necesidades específicas.

Por ejemplo, la integración de datos BIM (*Building Information Modeling*) en los gemelos digitales geoespaciales representa un avance significativo en la precisión y utilidad de estos modelos. Aportando una dimensión descriptiva detallada de las infraestructuras, incluyendo aspectos estructurales, materiales y funcionales, que son esenciales para simular y evaluar el comportamiento de las edificaciones en diversos escenarios. Al combinar estos datos con los gemelos digitales, se facilita la gestión y el mantenimiento de activos, permitiendo a los operadores optimizar operaciones y prever necesidades futuras de mantenimiento.

Por otro lado, se explorarán múltiples productos de información, desde la captura de la realidad geoespacial, visualizaciones interactivas hasta análisis predictivos, todos diseñados para apoyar la toma de decisiones basada en datos. Se destacará la creación de servicios web 3D abiertos y eficientes, que son fundamentales para la distribución y visualización de contenido geoespacial en 3D, basada en los estándares i3s (*Indexed 3D Scene Layer*) de Esri y los *3D Tiles de Cesium* ampliando las capacidades de visualización y análisis de los gemelos digitales proporcionando una experiencia de usuario interactiva y detallada para simulaciones y análisis en tiempo real.

Se resaltarán la importancia de integrar datos de múltiples fuentes para crear un modelo digital completo y preciso del mundo físico, proporcionando una visión detallada y actualizada del terreno. Además, la integración con realidad aumentada, análisis en tiempo real e inteligencia artificial (IA) que enriquece los gemelos digitales con capas de información dinámica y analítica avanzada.

Se potenciarán las herramientas y opciones disponibles en la curva de aprendizaje y madurez del gemelo digital desde la etapa inicial descriptiva, donde los usuarios aprenden a capturar y visualizar datos, hasta el nivel más avanzado de gemelos digitales autónomos, que son capaces de auto actualizarse y proporcionar análisis predictivos, acompañando a los usuarios en cada paso del camino.

En resumen, los gemelos digitales geoespaciales son más que meras réplicas digitales; son herramientas vivas que modelan el futuro geoespacial. Con la tecnología geográfica y apoyo de profesionales, los usuarios están equipados para navegar por la complejidad del mundo real y digital, llevando la inteligencia de localización a nuevos niveles y abriendo un mundo de posibilidades para el futuro geoespacial. La visión holística presentada es un testimonio de cómo la tecnología puede transformar nuestra comprensión y gestión del espacio que nos rodea, asegurando un futuro más conectado y consciente.



Facilitando la reutilización de los datos públicos

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 52
2025
ISSN: 1131-9100

Datos, servicios, técnicas y experiencias para su explotación

Adriana Rangel Sotter
Ingeniera de Soluciones AAPP Esri España

Jaime Nieves Martínez
Gerente de Datos y Servicios
Geoespaciales Esri España

Laura García Campo
Juan José Pérez
Técnico de Datos - Área de Datos
y Servicios Geoespaciales Esri España

La reutilización de datos públicos es un pilar fundamental en la transformación digital de las administraciones públicas. La tecnología geográfica, y en particular la iniciativa *Living Atlas of the World*, juega un papel crucial en este proceso. Este amplio catálogo de información geoespacial curada y actualizada periódicamente por profesionales GIS, ofrece numerosos beneficios a sus usuarios. Por una parte, hace más accesibles los datos geoespaciales públicos al público en general, ya que se trata de datos preprocesados y listos para usar sin tener que realizar ningún proceso de transformación y tratamiento del dato. Por otra parte, asegura el acceso a una base de datos integral de alta calidad y periódicamente actualizada de mapas, datos y análisis geográficos que abarcan una amplia variedad de temáticas como medio ambiente, demografía e infraestructura entre otras. Esto facilita a los profesionales de la administración pública la obtención de datos oficiales, precisos y actualizados, lo cual es esencial para la toma de decisiones informadas y la planificación estratégica en sus respectivas áreas de trabajo.

Esta sesión explora cómo la tecnología facilita la reutilización de datos públicos y se destacan las últimas incorporaciones al repositorio como son los datos de Catastro (parcelas y edificaciones), SIOSE AR y Censo 2023, datos de alto valor para los profesionales de la administración pública.

Living Atlas of the World no es solo el mayor catálogo de datos geoespaciales del mundo, sino también un motor de búsqueda geoespacial de datos seleccionados y procesados para ser fácilmente integrados en los flujos de trabajo de la administración, ofreciendo simbologías y elementos emergentes preconfigurados que facilitan la visualización y el análisis de datos.

Se explorará la reutilización de los datos de Catastro como una fuente de datos geográficos de alto valor para la administración pública. La integración de estos datos preprocesados en una plataforma como *Living Atlas* facilita

su uso, análisis y visualización por parte de cualquier usuario, lo que resulta en una mejor gestión del territorio y una toma de decisiones más informada. Los datos de SIOSE Alta Resolución (de las siglas Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España) proporcionan una base sólida e integrada para el análisis del uso y cobertura del suelo a nivel nacional, lo que ayuda a las administraciones a planificar y gestionar los recursos de manera más eficiente. Finalmente, la disponibilidad de los datos censales (actualizados en 2023) permite a los usuarios disponer de información muy valiosa lista para usar en sus mapas y realizar una gran variedad de análisis demográficos, facilitando a los profesionales la rápida obtención de *insights* profundos sobre los retos demográficos y la distribución de la población, lo que mejora la toma de decisiones en el ámbito de la planificación de servicios y la asignación de recursos.

En resumen, esta sesión brinda a los profesionales de la administración pública la posibilidad de conocer una herramienta de alto valor para mejorar su flujo de trabajo diario. La posibilidad de acceder a un amplio catálogo de datos geoespaciales actualizados y de calidad se traduce en una mayor eficiencia y efectividad en sus tareas diarias y les proporcionará una solución integral y centralizada para la reutilización de datos públicos.

En un mundo cada vez más guiado por la información geográfica, esta sesión es fundamental para aprovechar al máximo el potencial de los datos públicos, facilitar la gobernanza del dato, mejorar la gestión del territorio y proporcionar valor añadido al trabajo de los profesionales de la administración pública.



Reutilización de API y de código abierto del CNIG de forma interoperable

Nuevo repositorio de código abierto del CNIG

Laura García de Marina Vázquez
Yaiza Gómez Espada
Aurelio Aragón Velasco
Marta Juanatey Aguilera

Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (O.A. CNIG)

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 53
2025
ISSN: 1131-9100

La aprobación de la Directiva INSPIRE por parte de la Unión Europea ha permitido construir una infraestructura de datos espaciales cuyo propósito fundamental es facilitar el intercambio y el acceso a los datos geográficos para que puedan ser tenidos en cuenta en la toma de decisiones basadas en información espacial. Además, estos datos se ponen a disposición del público de forma abierta y gratuita a través de plataformas como la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE).

La creciente disponibilidad de datos geográficos a través de estas plataformas durante los últimos años ha revolucionado la investigación y el análisis en múltiples disciplinas como la geomática, la geografía, la ecología, y la planificación urbana. Esto ha fomentado el surgimiento de un ecosistema de bibliotecas de código abierto en *Python* especializadas en el manejo de datos geoespaciales, como son *GDAL*, *GeoPandas*, *Shapely* o *Rasterio*. Gracias a esto y a la sencillez de su sintaxis, que facilita su aprendizaje, *Python* se ha convertido en el lenguaje de programación más extendido en este ámbito.

El Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica está estrechamente relacionado con la IDEE, ya que tiene como una de sus funciones, recogida en el RD 310/2021 de 4 de mayo que regula su Estatuto, «planificar y gestionar la Infraestructura de Datos Espaciales de España y administrar el nodo de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional». Como organismo público, estamos firmemen-

te comprometidos con la transparencia de nuestras actividades y el fomento de la participación ciudadana, por lo que estamos trabajando en un repositorio de código abierto en el que se compartirán diversas herramientas que tienen por objetivo facilitar el análisis y tratamiento de datos de información geográfica, permitiendo a la comunidad participar activamente de los proyectos que se lleven a cabo y contribuir en ellos de forma activa. Con ello, no solo mostramos en qué estamos trabajando, sino que aseguramos que las soluciones que desarrollamos sean útiles y adecuadas a las necesidades de los usuarios de nuestros datos, pudiendo contribuir con mejoras, reportar errores y sugerir nuevas funcionalidades.

En este sentido, los trabajos actuales se centran en la creación de una serie de herramientas para la gestión de información geográfica proporcionada a través de servicios de descarga INSPIRE. De esta forma, se gestionan las peticiones a los servicios y se transforma la respuesta en una colección de objetos *Python* que representan cada dato con todos sus atributos. Con ello se facilita la manipulación y el análisis posterior, además de su almacenamiento estructurado en bases de datos y actualización automática, permitiendo la comparación entre distintas versiones.

Este proyecto se encuentra en una fase avanzada de desarrollo, en la que se están realizando pruebas exhaustivas para garantizar que se cumplen los estándares de calidad requeridos, y estará disponible públicamente para la fecha del congreso.

GeoBizkaia – Un viaje hacia el gobierno del dato

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 54
2025
ISSN: 1131-9100

Una apuesta por compartir y colaborar entre departamentos para una mejor gestión de los datos geográficos

Iker Begolain Lekanda
Letasu Momoitio Zulaika
Diputación Foral de Bizkaia

En octubre de 2019 la Diputación Foral de Bizkaia puso la primera piedra para diseñar una nueva estrategia GIS en la Organización. Existía una magnífica oportunidad para mejorar su sistema de información geográfica y optimizar así el uso de la ingente cantidad de datos geolocalizados que maneja la Diputación. El modelo objetivo definido proporcionaría una visión mucho más coordinada, detallada y de mejor calidad gracias a la capacidad integradora que ofrecen los sistemas de información geográfica, tanto para los datos como para las personas.

El diagnóstico inicial evidenció una ausencia de estrategia corporativa en materia de Sistemas de Información Geográfica (GIS). Esta falta de visión y objetivos estratégicos a nivel institucional no permitía una gestión coordinada y eficiente de los recursos necesarios para atender las diferentes necesidades de los departamentos, originando duplicidades, desequilibrios y problemas de integración. Asimismo, se subrayó la necesidad de definir una estrategia de gobierno del dato que contemplara la geolocalización como aspecto horizontal en toda la organización.

Convencidos del éxito de la apuesta, fijamos el objetivo de recoger todos los aspectos necesarios para la implantación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en la Diputación Foral de Bizkaia. A nivel estratégico, ha consistido en habilitar a la información geográfica corporativa como punta de lanza de la compartición de datos entre departamentos para:

1. Mejorar los procesos que tienen que ver con el territorio y aprovechar el potencial de la geolocalización en los servicios que la DFB ofrece a la ciudadanía.
2. Mejorar la coordinación y comunicación gracias al desarrollo de una infraestructura de datos espaciales común e integrada en el sistema de información de la DFB que permita la eliminación de silos de información y facilitara la compartición de datos tanto interna como externamente.

3. Aumentar la eficacia y eficiencia de los procesos y de los servicios a través del impulso de las tecnologías de geolocalización en las máximas áreas posibles.
4. Gobernar los datos geográficos dentro de un marco corporativo gestión de datos que establece nuevos roles, responsabilidades, políticas, herramientas y formas de hacer.

En 2024 podemos decir con convencimiento que la apuesta ha sido un éxito. GeoBizkaia es hoy una realidad sobre la cual colaboran los distintos departamentos de la Diputación Foral de Bizkaia gracias a la activa participación de las personas integrantes del Comité Técnico Interdepartamental GIS. Una colaboración que permite combinar datos geográficos de diferentes departamentos (Catastro, Planeamiento, Cartografía, Carreteras, Montes, Sostenibilidad, Transportes) en su geovisualizador corporativo basado en la última tecnología GIS del mercado.

Líneas de trabajo GIS

El proyecto BILAKA está trabajando intensamente en la localización, definición y publicación de datos en el geovisualizador y en el portal de datos abiertos *Open Data Bizkaia*. https://www.opendatabizkaia.eus/es/catalogo?custom_type_id=informacion-geografica



El proyecto GEOATARI desarrolla el portal web GeoBizkaia, Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Bizkaia. <https://www.bizkaia.eus/es/web/geobizkaia>

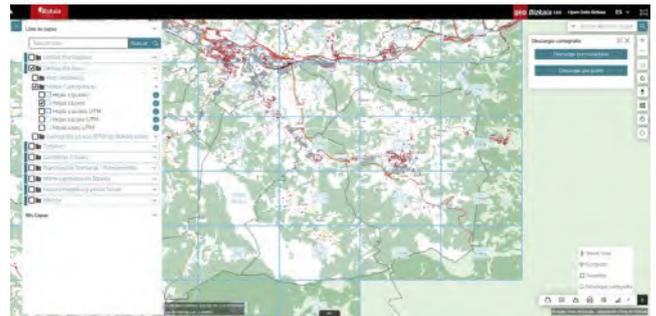
El proyecto KOKATU trabaja en mejorar las funcionalidades del geovisualizador y nos ofrece un *framework* que nos está permitiendo construir aplicaciones mediante diferentes opciones en función de la complejidad del negocio y de sus procesos. En este sentido, el proyecto BANAKA tiene previsto lanzar la nueva aplicación de distribución de datos cartográficos haciendo uso del geovisualizador corporativo de GeoBizkaia. <https://apps.bizkaia.eus/geobizkaia/>

BANAKA supone un nuevo hito para la Diputación Foral de Bizkaia al erigirse como primera aplicación GIS construida con este nuevo enfoque colaborativo y basada en la última tecnología.

El gobierno de los datos geográficos, y por extensión, de la IDE GeoBizkaia, se enmarcan en un marco corporativo de gestión del dato que tiene el objetivo de establecer los principios y pautas de actuación que se deben seguir en la gestión y el control de los datos en toda la organización.

Este marco trata de promover:

1. La mejora de la calidad, disponibilidad, transpa-



- rencia y consistencia de los datos del Sector Público Foral
2. La reducción de los costes de su gestión
3. Su mayor y mejor disponibilidad para respaldar el proceso de toma de decisiones y cubrir las necesidades de información de la organización y de la ciudadanía
4. Cumplir con los requerimientos legales y contractuales

La gestión de los datos geográficos en este marco corporativo permitirá a la Diputación Foral de Bizkaia avanzar en las actividades de gobierno del dato de forma colaborativa y coordinativa, con nuevos roles y responsabilidades, pero con una estrategia común.

Emilio Pardo Pérez
Guadaltel

En el cambio del siglo XX al XXI hemos asistido a un cambio de era, de la Industrial a la Digital, apoyada por los grandes avances tecnológicos experimentados en la última década del siglo pasado. La democratización del acceso a la información gracias al uso de internet y la aparición de iniciativas como las infraestructuras de datos espaciales y los datos abiertos han facilitado el acceso a la información la cual se ha visto exponencialmente incrementada gracias la irrupción de sensores y el Internet de las Cosas (*Internet of Things*) que potenció el concepto de las Ciudades Inteligentes (*Smart Cities*).

Ahora contamos con grandes conjuntos de datos accesibles de manera estándar y gratuita que requieren de herramientas especializadas *Big Data*, para su análisis, el cual se ha visto facilitado por el incremento exponencial de la potencia de cálculo y procesamiento facilitada incluso por medio de servicios e infraestructuras en la nube *Cloud Computing*. Además a irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) y el *Machine Learning* (ML) ha facilitado no solo en análisis de datos históricos, facilitando la obtención de tendencias y relaciones, sino que nos permite realizar predicciones incluso en tiempo real.

Desde que Michael Grieves acuñara el término «gemelo digital» (*digital twin*) en el año 2002 en el marco de la gestión del ciclo de vida de la producción industrial este concepto ha sido integrado en diferentes

ámbitos científicos. Además se ha visto potenciado por los grandes avances tecnológicos comentados anteriormente.

Desde la perspectiva espacial los «gemelos digitales urbanos» (*urban digital twin*) son un claro ejemplo de uso. Tenemos accesible de manera libre e interoperable grandes volúmenes de datos geoespaciales, tanto históricos como en tiempo real, herramientas *Open Source* que facilitan el procesamiento, carga, análisis y visualización de los datos sobre bases cartográficas en 2D o 3D y además contamos potentes herramientas que nos permiten inferir predicciones a futuro basadas en modelos entrenados con datos históricos.

Desde Guadaltel queremos hacerlos partícipes tanto de la tecnología que utilizamos, toda ella *Open Source* como de las fuentes de datos de acceso libre disponible como de todos los procesos necesarios para la construcción de un gemelo digital urbano.

Durante la ejecución de los proyectos de desarrollo de gemelos digitales urbanos abordamos tareas de recolección, tratamiento, modelización e ingesta de datos y el uso de inteligencia artificial y *Machine Learning* para generar procesos automatizados que faciliten el análisis de datos históricos o en tiempo real y la realización de predicciones. Que pueden ser consultadas de manera fácil e intuitiva mediante herramientas visuales de tipo *dashboard* con mapas, gráficos y tablas.

Uso del *INSPIRE Reference Validator* para la validación de metadatos, datos y servicios

Emplea el INSPIRE Reference Validator como validador de referencia para la validación de metadatos, datos y servicios espaciales conforme a la Directiva INSPIRE y sus distintas formas de explotación

Enrique SORIANO
Daniel MARTÍN
José BARRERO
Marisa RUIZ
GUADALTEL

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 57
2025
ISSN: 1131-9100

La Directiva INSPIRE ha representado uno de los mayores esfuerzos de interoperabilidad y comparación de datos geoespaciales jamás emprendidos a nivel europeo. Para lograr esto, establece requisitos sobre la provisión de metadatos, conjuntos de datos armonizados y servicios (descubrimiento, visualización y descarga de datos), basándose en estándares abiertos, principalmente de ISO y el OGC.

El *INSPIRE Reference Validator* es la herramienta ofrecida por el Centro Común de Investigación (JRC) a los Estados Miembros de la UE para validar los recursos de sus infraestructuras de datos espaciales conforme a estos requisitos. Implementado utilizando como núcleo el *European Testing Framework* (ETF), este validador ofrece un marco de pruebas de código abierto basado en los estándares ISO y OGC. Realiza pruebas organizadas en Conjuntos de Pruebas Ejecutables (ETS) utilizando tecnologías *open source* y distintos motores de prueba. Actualmente, se admiten los siguientes motores de prueba: SoapUI para probar servicios web, BaseX para probar datos XML y el TEAM Engine para validar WFS y OGC Web APIs utilizando las pruebas OGC CITE del OGC TEAM Engine.

De este modo, el *INSPIRE Reference Validator* proporciona capacidades para probar conjuntos de datos, metadatos, servicios de visualización (WMS, WMTS), servicios de descarga (Atom, WFS, WCS, SOS, OGC API-Features) y servicios de descubrimiento (CSW) contra los requisitos de interoperabilidad establecidos por las guías técnicas de INSPIRE, generando un reporte final descriptivo de los resultados obtenidos en la validación.

El *INSPIRE Reference Validator* se puede utilizar a través de distintas interfaces:

- **Aplicación web pública.** Ofrece una visión de usuario para el público en general. El JRC ofrece una instancia de producción de acceso libre para la

ejecución manual de validaciones.

- **API REST.** Permite implementar un uso automatizado del validador, facilitando la integración con baterías de pruebas o la generación de informes automáticos.
- **Despliegue contenerizado mediante Docker.** Permite un despliegue automático en las propias instalaciones, habilitando un uso particular o intensivo por parte de cualquier organización.

La presentación abordará los siguientes puntos en relación al *INSPIRE Reference Validator*:

- Estado actual del *INSPIRE Reference Validator*. Situación y funcionalidades disponibles.
- Validaciones disponibles y en desarrollo. Revisión de las pruebas que se pueden realizar actualmente y las que están en proceso de desarrollo.
- Gobernanza del proyecto y hoja de ruta. Estructura de gestión del proyecto y planes futuros.
- Uso del *INSPIRE Reference Validator* a nivel de usuario. Cómo los usuarios pueden aprovechar la herramienta a través de la interfaz web.
- Consumo de la API para la realización de pruebas de manera automatizada. Ejemplos de integración de la API en flujos de trabajo automatizados.
- Despliegue rápido en instalaciones propias. Guía para la implementación del validador en entornos locales mediante *Docker*.

De esta forma, la presentación destacará el uso y las aplicaciones potenciales del *INSPIRE Reference Validator*, subrayando su importancia y utilidad en el sector público. Se buscará promover la adopción de esta herramienta, resaltando su capacidad para mejorar la interoperabilidad y la calidad de los datos espaciales en Europa.

Callejero, Padrón, Catastro. ¿Es posible una convergencia?

Experiencia de la IDE de Cáceres

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

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 58
2025
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 principal objetivo la generación de datos estadísticos más allá de la habitual, basada 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 de extensión).

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.

A lo largo del primer año se lleva a cabo la integración del callejero digital con el Padrón de habitantes. Hasta ese momento, los ciudadanos se podían empadronar con cierta facilidad en direcciones que realmente no existían, pero que se creaban para poder empadronarles.

Desde 2007 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 consiguió que el callejero municipal y el callejero asociado al Padrón fueran básicamente el mismo.

Este callejero es público y se puede consultar y descargar a través de la IDE municipal, y en todos los visualizadores implementados.

A lo largo de los siguientes años, se fueron incorporando más secciones municipales a este callejero digital único,

de manera que actualmente todas las licencias de obra, de actividad, expedientes de urbanismo o las cédulas de habitabilidad usan este callejero.

Para poder relacionar datos de población con datos de viviendas, en 2022 se lleva a cabo un minucioso trabajo de asignación de números de gobierno a parcelas catastrales. De esta forma, a cada número se le asocian los 14 primeros dígitos de la referencia que identifican la parcela catastral en la que se localiza.

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

Por el momento este trabajo sólo se ha llevado a cabo con el parcelario de urbana. Más adelante se extenderá al resto del TM de Cáceres.

En 2023 INE y Catastro plantean la necesidad de relacionar Padrón con Catastro. Para ello firman un convenio que 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 va a resultar tan sencilla como aparentemente podría parecer. Las discrepancias entre el callejero municipal y el callejero de Catastro son bastante complejas de resolver, y van a necesitar en la mayoría de los casos, de un tratamiento individualizado y de un trabajo de campo más o menos complicado.

El objetivo de esta comunicación es dar a conocer la experiencia del Ayuntamiento de Cáceres en esta compleja idea de relacionar Callejero con Padrón y con Catastro. Contaremos los casos con los que nos hemos encontrado y las propuestas para resolverlos, con la idea de que pueda servir a otros ayuntamientos cuando se enfrenten a casos similares.

Conseguir la convergencia del callejero municipal y el Padrón de habitantes es factible, incluso necesaria. Pero la convergencia con el callejero de Catastro para obtener el CIV de cada vivienda parece una tarea más laboriosa y difícil de conseguir con procesos automatizados.

JIIDE 24 III geoEuskadi Kongresua

Vitoria-Gasteiz

El valor del dato geoespacial Datu geospazialaren balioa



geoeuskadi.jiide.org

XV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales y III. geoEuskadi Kongresua

13 al 15 de noviembre / Azaroaren 13tik 15era



@IDEESpain



Servicio integral consistente en la adquisición y uso en exclusividad de los datos relativos a la observación satelital sobre suelo de la Comunidad Autónoma de Euskadi, así como el control y seguimiento de la evolución de eventos excepcionales o situaciones de emergencia y otras cuestiones clave, con objeto de satisfacer necesidades de carácter público y estratégico

Iñaki Suárez - SPRI

En los últimos tiempos, con objeto de satisfacer necesidades de carácter público y estratégico, desde Gobierno Vasco, a través del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco («DESMA») y SPRI-Agencia Vasca de Desarrollo Empresarial («SPRI»), se ha identificado la necesidad de obtener datos relativos a la observación satelital sobre territorio de la Comunidad Autónoma de Euskadi («CAE») con una serie de requerimientos (resolución espacial, periodicidad, etc.), los cuales se considera no pueden obtenerse mediante otras técnicas de observación terrestre más conocidas o usuales a las que se pudiera acceder en el mercado.

Tras un sondeo de las posibilidades existentes con satélites del programa Europeo Copernicus (por ejemplo, los sistemas Sentinel 1 y 2) y otras opciones actualmente existentes en el mercado, incluyendo el sector privado, se identificó un servicio ofrecido en exclusiva para el territorio de la CAE por la empresa SATLANTIS MICROSATS, S.A. («SATLANTIS»), dedicada al diseño, fabricación y puesta en órbita de satélites ópticos, con el objetivo de ofrecer diferentes tipos de servicios para la observación de la Tierra. Concretamente, el territorio a cubrir se extiende 5 km más allá de las fronteras de la CAE, incluyendo también el Valle de Villaverde y el Condado de Treviño.

Este servicio fue lanzado en mayo de 2022, desde Cabo Cañaveral, junto con una nave de SpaceX, mediante el satélite «ARMSAT-1 URDANETA», siendo el primer satélite vasco puesto en órbita.

SPRI, a través de su Área de Transformación Digital, ha contratado el servicio integral consistente en la adquisición y uso en exclusividad de los datos relativos a la observación satelital sobre suelo de la CAE, así como el control y seguimiento de la evolución de eventos excepcionales o situaciones de emergencia y otras cuestiones clave, con objeto de satisfacer necesidades de carácter público y estratégico.

La propuesta incluye la contratación de todas las órbitas que ofrecen la observación del territorio de Euskadi en exclusividad, de manera que las propias entidades dependientes del DESMA puedan decidir qué operaciones específicas se programan sobre el territorio. Las entidades del DESMA que se han sumado a este contrato son HAZI, SPRILUR, URA o IHOBE, aunque, sin perjuicio de lo anterior, el servicio estará a disposición del DESMA y de sus entidades dependientes y, adicionalmente, podrá cederse información a otros Dptos. y Organismos de Gobierno Vasco y a otros entes del sector público vasco que puedan considerarlo de utilidad.

Por tanto, al margen de disponer de datos satelitales sobre Euskadi, se adquiere la posibilidad, en exclusiva, de adquirir

datos generados *ad hoc* sobre cada órbita. Es decir, se contaría con la capacidad para decidir qué estrategia y objetivo es adquirido o necesario en cada momento, de acuerdo con las prioridades establecidas (por ejemplo, por haber ocurrido alguna eventualidad o situación de emergencia o simplemente porque sea necesario para las tareas o acciones realizadas habitualmente requiriendo el análisis de este tipo de información o imágenes, desde el interés público), incluso la posibilidad de captar información repetitiva o histórica (revisitas o series temporales).

Del mismo modo, los productos de valor añadido generados a partir de los datos entregados en el servicio que se consideren de utilidad pública se facilitarán a través del portal geoEuskadi, poniéndolos a disposición del conjunto de la sociedad vasca.

Una de las características diferenciales del satélite es su agilidad de apuntamiento, permitiendo la posibilidad de programar recorridos y tomar datos de zonas geográficas específicas, bajo demanda (1º/s). Adicionalmente, el satélite ofrecerá un pase sobre Euskadi cada 3 días de media, con picos y valles eventuales de 1 día y 5 días respectivamente, para una media de 10 pases mensuales (con 8 pasadas sobre la región se cubre la totalidad de la superficie).

El acceso a datos del archivo entregado en el marco del proyecto incluirá el acceso a todos los datos históricos de la CAE anteriores al inicio del servicio ya disponibles, lo cual puede ser de gran utilidad.

Algunas de las posibles aplicaciones de uso de la información obtenida de la observación satelital del territorio son las siguientes:

- Obtención de imágenes de la cuenca de un río tras una inundación o avenida
- Obtención de información asociada a la línea de costa
- Ámbito de gestión forestal y gestión agrícola
- Inventariado de suelos
- Impulso de la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en la industria vasca

Sobra decir que SATLANTIS pondrá a disposición conjuntos de datos con una licencia de uso específica para impulsar iniciativas innovadoras y de alto valor generadas en colaboración con *start-ups* del ecosistema vasco.

La duración del contrato se establece en un año, prorrogable a un segundo año. Una vez terminado el servicio, los datos adquiridos durante el periodo del servicio podrán seguir siendo utilizados.

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

La IDE local de Cáceres (<https://ide.caceres.es>) se pone en marcha en el año 2016. Desde los inicios, el propósito del Ayuntamiento de Cáceres es poner a disposición de los ciudadanos toda información geográfica georreferenciada incluida en el SIG municipal. Es bien sabido que la administración local es la administración con más competencias asignadas, la más cercana al ciudadano y que éste, necesita la información de su ciudad al momento, actualizada y fiable. Entre los datos geográficos que pueden ser consultados y descargados de la IDE municipal de Cáceres podemos encontrar diferentes cartografías, ortofotos, planeamiento urbano, patrimonio, estadísticas, archivo histórico, servicios, entre otros. Una de las temáticas más demandadas por la ciudadanía es la de movilidad urbana.

Tanto en *Open Data* como en la IDE de Cáceres podemos encontrar los catálogos de metadatos con contenidos referidos a la movilidad urbana donde poder realizar la descarga en distintos formatos estándar reutilizables y poder consultar de forma directa la información mediante visualizadores de mapas específicos en el <https://visor.caceres.es> siguiendo las directrices europeas INSPIRE.

Una de las experiencias de éxito del SIG municipal de Cáceres es la coordinación entre el Ayuntamiento de Cáceres y las empresas concesionarias de servicios municipales contratados. Las empresas entregan la información que gestionan, georreferenciada y en un archivo compatible para su incorporación inmediata de los datos al SIG y, a su vez, a la IDE. Uno de los servicios más utilizados por los ciudadanos es el bus urbano de Cáceres. Gracias a esta coordinación, la red de paradas y líneas de bus pueden ser consultadas en tiempo real sabiendo en cada parada el tiempo que queda para que llegue el bus.

La información alfanumérica de las capas disponi-

bles es muy útil para poder hacer análisis y estudios sobre los datos, por ejemplo, podemos saber el número de los tipos de aparcamientos disponibles por calles y barrios, la longitud de los carriles bici, las características de la red de calles de la ciudad, tipos de vía, zonas peatonales, tipos de pavimentos, número de carriles, velocidad de la vía, etc.

Entre los contenidos disponibles en la IDE para descarga y consulta en los visualizadores podemos destacar: zonas de obra, aparcamientos públicos y privados, en línea y en batería, zona azul, accesos y aparcamientos restringidos en el casco antiguo de Cáceres, puntos de carga y descarga, áreas de recogida de residuos sólidos urbanos, pasos de peatones, calles peatonales, parkings de bicis y motos, plazas de movilidad reducida, pintura de tráfico, sentidos de circulación.

Además, se dispone de mapas temáticos como el mapa de pendientes de las calles, que nos permite hacer itinerarios para una mejor accesibilidad, anchura de acerados y el MetroMinuto, gráfico con las distancias y tiempos de recorrido a pie por distintos puntos estratégicos de la ciudad de Cáceres.

Entre los futuros trabajos para incorporar los geodatos a la IDE, destacar el inventario geolocalizado de la señalización vertical proporcionado por la empresa concesionaria. En la actualidad también estamos avanzando con los trabajos de digitalización y georreferenciación de los vados existentes, para conseguirlo, cada vado se está enlazando con la base de datos proporcionada por el departamento de gestión financiera del Ayuntamiento de Cáceres. Con este trabajo se tendrá un control más preciso y minucioso respecto a las altas, además de tener ubicados todos los vados de la ciudad para saber así cuántos garajes hay por cada edificio que, combinadas con las plazas disponibles en la calle, permita conocer el número total de estacionamientos disponibles.

Mapa Ciudadano del Sistema Cartográfico Nacional

REVISTA **MAPPING**
Vol.34, 217, 62
2025
ISSN: 1131-9100

Cecilia Poyatos Hernández
Marta Juanatey Aguilera
Paloma Abad Power
Emilio López Romero

Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (O.A. CNIG)



Después de 4 años de proyecto piloto, el Mapa Ciudadano del Sistema Cartográfico Nacional ha llegado a un estado de explotación. El 5 de noviembre de 2020 la Comisión Especializada de Normas Geográficas del Consejo Superior Geográfico de España, puso en marcha el Proyecto «Mapa Base XYZ del Sistema Cartográfico Nacional», cuyo objetivo es la generación de un servicio que permita la visualización y la consulta de los elementos cartográficos procedentes de las organizaciones cartográficas de las diferentes comunidades autónomas y del Sistema Cartográfico Nacional.

El proyecto se apoya en el trabajo realizado con anterioridad en el seno de la propia Comisión, en el que se desarrolló una guía de implementación de un mapa base para su uso en visualizadores, con tecnología de teselas vectoriales, que definió los procesos técnicos para su realización mediante la utilización de *software* libre.

Se ha desarrollado un modelo de datos que reúne las condiciones óptimas para la navegación por internet y a la vez ofrecer de manera eficiente y precisa información para su representación cartográfica. Las teselas vectoriales tienen la principal ventaja de estar optimizadas para cada nivel de *zoom*. Además, permiten la simbolización en cliente, lo que ofrece la posibilidad de generar múltiples estilos con el mismo conjunto de teselas sin necesidad de su renderización.

En el mapa se integran diferentes fuentes de datos, desde datos del IGN para escalas generales, hasta datos de diferentes comunidades autónomas para escalas medias. Hasta el momento se está trabajando con: el equipo de la Base Topográfica Nacional (BTN) del IGN, el Eusko Jaurlaritzza / Gobierno Vasco, el Gobierno de la Rioja, el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), la Junta de Extremadura, el Institut Cartogràfic Valencià (ICV) y el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), en espera de que más comunidades autónomas se unan al proyecto. Combinando todas las fuentes se consigue la reutilización de la información cartográfica.

Para realizar este proceso se integra la información de las distintas administraciones en dos fases: una de mapeo y otra

de generación de teselas. Durante la primera fase del mapeo, los productores de información extraen de sus bases de datos la información según el modelo definido desde el proyecto Mapa Base. A continuación, se pasa un proceso para asegurar la calidad y coherencia de la información proporcionada respecto al modelo. Una vez obtenida la información, se envía al O.A. Centro Nacional de Información Geográfica (O.A. CNIG), encargado de la implementación del proyecto Mapa Base, para continuar el proceso.

La segunda fase se desarrolla en la infraestructura del O.A. CNIG. Esta se subdivide en dos fases sucesivas, donde se integran los datos de todos los proveedores y se exportan al formato final para su publicación. Una vez generadas las teselas, se ha previsto la actualización periódica de los datos en coordinación con los productores y las actualizaciones de su información.

Actualmente se sirven varios estilos de representación cartográfica. Estos estilos se pueden consumir por diferentes aplicaciones, pero su principal propiedad es que se pueden personalizar. Así, con el mismo juego de teselas se puede acceder fácilmente a diferentes representaciones de la misma información. Esto abre un abanico de posibilidades en cuanto a la cartografía temática y a requisitos de accesibilidad, que hasta ahora no permiten otros servicios.

Entre los próximos retos se encuentra, seguir incorporando información del resto de comunidades autónomas e incluir cartografía de escala local. Estas incorporaciones pueden generar modificaciones en el modelo para adaptarlo a los nuevos datos o especificidades territoriales.

Durante la ponencia se pretende explicar el proceso detallado de creación del servicio, además de abordar los próximos retos.

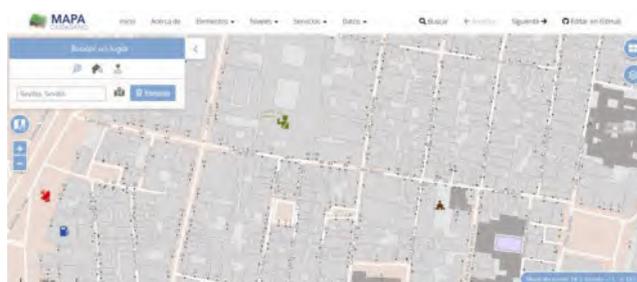


Imagen 1. Detalle del servicio Mapa Ciudadano.

Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica

Tu mundo,
nuestra referencia



www.ign.es

@ignspain



Información geográfica a tu alcance
en nuestras APPs móviles

Instituto Geográfico Nacional
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica
General Ibáñez de Ibero 3. Madrid, 28003
91 597 95 14 - consulta@cnig.es - www.ign.es



Análisis de datos satelitales de NO₂ en entornos urbanos: estudio de caso en la ciudad de Madrid

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 62-72

2025

ISSN: 1131-9100

Analysis of satellite data on NO₂ in urban environments: case study of the city of Madrid

Carlos Morillas López

Resumen

El presente estudio analiza el uso de datos satelitales del sensor TROPOMI a bordo del satélite Sentinel-5P para evaluar los niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) en entornos urbanos, centrándose en la Comunidad de Madrid durante 2023. Se compararon las concentraciones troposféricas medidas por el satélite con datos in situ de estaciones terrestres de calidad del aire, obteniendo una correlación fuerte ($r=0,75$) que se incrementa en zonas exclusivamente urbanas ($r=0,79$). Los resultados revelan patrones estacionales, con mayores concentraciones en invierno debido a fenómenos meteorológicos como la inversión térmica y el uso de calefacción, y una disminución en verano asociada al periodo vacacional. Además, se identificaron diferencias entre días laborables y fines de semana, reflejando la influencia del tráfico como principal fuente de emisiones. Esta equivalencia ha servido, además, para evaluar la efectividad de políticas de mitigación en la ciudad.

Aunque los datos satelitales no sustituyen por completo las mediciones in situ, su integración, junto con técnicas avanzadas como el *machine learning*, ofrece nuevas oportunidades para el monitoreo y gestión de la calidad del aire. Este trabajo destaca la necesidad de continuar desarrollando modelos que combinen ambas fuentes para optimizar su aplicabilidad en diferentes regiones.

Abstract

This study analyzes the use of satellite data from the TROPOMI sensor aboard Sentinel-5P to evaluate nitrogen dioxide (NO₂) levels in urban environments, focusing on the Community of Madrid during 2023. Tropospheric concentrations measured by the satellite were compared with in situ data from ground-based air quality stations, showing a strong correlation ($r=0.75$), which improves in exclusively urban areas ($r=0.79$). The results reveal seasonal patterns, with higher concentrations in winter due to meteorological phenomena such as thermal inversions and heating emissions, and lower levels in summer associated with vacation periods. Differences were also identified between weekdays and weekends, reflecting the influence of traffic as the main emission source. This equivalence has also been used to assess the effectiveness of mitigation policies in the city. Although satellite data cannot fully replace in situ measurements, their integration with advanced techniques such as machine learning offers new opportunities for air quality monitoring and management. This work underscores the need to continue developing models that combine both sources to optimize their applicability in different regions.

Palabras clave: Dióxido de nitrógeno, Calidad del aire, Teledetección, Entornos urbanos, TROPOMI, Madrid

Keywords: Nitrogen Dioxide, Air quality, Remote sensing, Urban environments, TROPOMI, Madrid

PhD, Universidad Politécnica de Madrid
c.morillas@upm.es

Recepción 12/12/2024
Aprobación 16/01/2025

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en las ciudades se ha convertido en una de las principales preocupaciones ambientales y de salud pública del siglo XXI. En 2019, el 99% de la población mundial residía en áreas donde no se respetaban las directrices sobre la calidad del aire establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021). En el último informe mundial sobre la calidad del aire publicado por el *Health Effects Institute* (HEI) en colaboración con Unicef se concluye que la contaminación atmosférica —tanto en exteriores como en interiores— se asoció a 8,1 millones de muertes a nivel global en 2021. Estas cifras colocan a esta causa como el segundo factor de riesgo de mortalidad en el mundo, solo superado por la hipertensión arterial (HEI, 2024). Además, se suma su papel en el desarrollo de millones de casos de enfermedades cardíacas y respiratorias o cánceres, y su efecto agravante sobre otras patologías preexistentes (Buzikov et al., 2017; OMS, 2013; Shaw y Van Heyst, 2022).

En el mismo informe se incluyen, por primera vez, resultados sobre los niveles de exposición al dióxido de nitrógeno (NO₂). Este contaminante representa una grave amenaza en áreas urbanas con alta densidad de población, ya que sus principales fuentes antropogénicas son el tráfico rodado, la generación de energía y, en menor medida, la calefacción doméstica.

En España, la situación es especialmente alarmante. Estudios recientes del Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal, Khomenko et al., 2021) sitúan a varias ciudades españolas entre los municipios europeos con mayor número de muertes evitables debido a la exposición a altos niveles de NO₂. En concreto, el área metropolitana de Madrid ocupa la primera posición y Barcelona, la sexta.

La normativa de la Unión Europea (UE) está adoptando medidas graduales para abordar el problema de la contaminación por NO₂. El valor límite anual (VLA) para este contaminante, que refleja su concentración promedio a lo largo de un año, se redujo recientemente de 40 µg/m³ a 20 µg/m³ con la aprobación de la nueva Directiva 2024/2881 sobre la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa (UE, 2024). Sin embargo, este nuevo límite solo será de cumplimiento obligatorio a partir de 2030 y, aun así, continuará siendo el doble del nivel recomendado por la OMS, establecido en 10 µg/m³. Desde que comenzaron a publicarse los informes de evaluación de la calidad del aire en España en 2008 (MITERD, 2022), se han registrado violaciones recurrentes del anterior límite de 40 µg/m³ en diversas regiones españolas, lo que evidencia la persistencia del desafío de reducir la contaminación atmosférica para cumplir con los nuevos estándares europeos y las recomendaciones internacionales.

El NO₂ es uno de los cinco contaminantes atmosféricos contemplados por el Índice de Calidad del Aire (ICA) español. La Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética (MPJRC, 2021) estableció que los municipios españoles con más de 50 000 habitantes debían implementar zonas de bajas emisiones (ZBE) y planes de movilidad urbana sostenible antes de 2023. Sin embargo, a punto de llegar a 2025, muchos municipios se encuentran rezagados en el cumplimiento de esta normativa. Además, la mayoría carecen de una infraestructura de monitorización de la calidad del aire para evaluar los posibles progresos. Según datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD, 2024), de los 151 municipios afectados por la normativa, 98 cuentan con una sola estación de monitoreo de calidad del aire o ninguna. Y en tales casos, los puntos de muestreo suelen ubicarse cerca de las principales fuentes de emisión, como intersecciones de autopistas, áreas industriales o centros urbanos con alta congestión, donde se espera encontrar mayor contaminación. Aunque los datos proporcionados por estas estaciones son de alta calidad y se actualizan con frecuencia horaria, su alcance se limita al entorno inmediato de cada dispositivo, lo que restringe la visión general sobre la calidad del aire en todo un municipio.

En este contexto, los datos de teledetección satelital adquieren una gran relevancia para ofrecer una cobertura regional completa. La tecnología de teledetección para el análisis de la composición atmosférica ha avanzado significativamente en los últimos años, proporcionando datos con una resolución espacial cada vez mayor. Un hito destacado en este ámbito fue el lanzamiento en 2017 del satélite Sentinel-5P como parte del programa Copernicus de la UE.

Equipado con el avanzado sensor TROPOMI (*Tropospheric Monitoring Instrument*), el Sentinel-5P marcó un progreso significativo respecto a misiones previas como GOME, SCIAMACHY y OMI, ofreciendo una cobertura global diaria con un tamaño de píxel de 5,5 x 3,5 km², lo que permite un nivel de detalle mucho mayor en la monitorización de contaminantes atmosféricos a escala global. Su capacidad para captar datos con alta precisión ha revolucionado la forma en que se identifican fuentes de emisión, fortaleciendo la gestión ambiental y la planificación sostenible.

De entre todas las especies observadas por TROPOMI, precisamente el NO₂ destaca como uno de los más relevantes para el análisis de concentraciones a nivel superficial. La química atmosférica del NO₂ presenta características únicas que lo diferencian de otros gases detectados por el satélite. Su ventana de absorción espectral específica, combinada con su corto tiempo de vida atmosférico —aproximadamente 2 horas en verano y 12 horas en invierno—, permite distinguir con precisión las emisiones

recientes de las concentraciones de fondo. Esta propiedad hace que el NO₂ pueda ser detectado muy cerca de sus fuentes de generación, facilitando la trazabilidad directa de los focos de emisión. En contraste, otros contaminantes no comparten estas características, lo que hace más complejo su seguimiento en tiempo y espacio.

Un aspecto adicional clave en el estudio del NO₂ es su distribución vertical en la atmósfera, que varía significativamente entre regiones contaminadas y no contaminadas. En áreas de baja contaminación, la mayor parte del NO₂ (normalmente más del 90 %) se encuentra en la estratosfera. En contraste, en regiones con altas emisiones, como grandes ciudades, entre el 50 % y el 90 % del NO₂ se concentra en la troposfera, principalmente bajo la capa límite planetaria.

La concentración de NO₂ en la troposfera libre (es decir, la región comprendida entre la capa límite planetaria, y la tropopausa, que separa la troposfera de la estratosfera) es aproximadamente 10 veces menor que bajo una capa límite ligera o moderadamente contaminada. Esto permite interpretar la columna total de NO₂ observada por TROPOMI como la suma de las contribuciones de la capa límite y de la estratosfera. Esta interpretación se facilita aún más por el hecho de que en la tropopausa el intercambio vertical de aire es mínimo. Gracias a esta clara separación, los modelos atmosféricos pueden diferenciar con precisión las componentes troposférica y estratosférica del NO₂, mejorando la interpretación de las mediciones satelitales y su utilidad para monitorear las fuentes de emisión y detectar eventos ocurridos a nivel de suelo. Sin embargo, su utilización como herramienta para evaluar la calidad del aire en ciudades apenas se ha comenzado a explorar, especialmente en municipios de España.

En este artículo se presenta la metodología y los resultados del análisis de las imágenes de NO₂ troposférico de Sentinel-5P en la Comunidad de Madrid durante 2023, con el objetivo de evaluar la correlación entre los datos de columna obtenidos por el satélite y los registros *in situ* de las estaciones terrestres de calidad del aire. Se incluye un análisis de la distribución espaciotemporal de la contaminación. Además, se explora su utilidad como herramienta para medir la efectividad de las políticas de mitigación de emisiones, se identifican los principales factores que limitan su aplicación y se ofrecen perspectivas de futuro para optimizar su uso en estrategias de sostenibilidad y adaptación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describe la metodología común para abordar todos los estudios de caso expuestos en el presente artículo.

2.1 Datos de satélite

El satélite Sentinel-5P sigue una órbita cuasipolar heliosíncrona, inclinada 8,7° respecto al eje norte-sur, a una altitud de 824 km. Cruza el nodo ascendente ecuatorial a las 13:30 hora solar local (*local solar time*, LST) y completa su ciclo orbital cada 16 días, con un período de 101 minutos que le permite realizar 16 órbitas diarias. El sensor TROPOMI es su única carga útil, y consta de cuatro espectrómetros orientados en dirección nadir, que operan en ocho bandas del espectro electromagnético: UV/visible (270-500 nm), NIR (675-755 nm) y SWIR (2305-2385 nm). Cada segundo, realiza mediciones que abarcan un área de barrido de 2600 km de ancho y 7 km en la dirección de desplazamiento del satélite, permitiendo generar una cobertura global completa cada 24 horas (Nijkerk et al., 2017; Veeffkind et al., 2012). La resolución en nadir de las imágenes en la mayoría de bandas espectrales era originalmente de 7 x 3,5 km², pero, gracias a una revisión de los ajustes de muestreo, fue mejorada hasta 5,5 x 3,5 km². En varias ocasiones, dos órbitas consecutivas se solapan sobre la región de interés, haciendo posible más de una observación en un mismo día (Figura 1).

Los datos de concentración de NO₂ en columna troposférica utilizados en esta investigación fueron obtenidos a través de *Google Earth Engine* (GEE, 2018), una plataforma en la nube de análisis geoespacial desarrollada por Google. Esta herramienta proporciona acceso a productos satelitales precargados de Copernicus y de otras misiones espaciales internacionales y una biblioteca de funciones programables en JavaScript, optimizadas para la manipulación y análisis de grandes volúmenes de datos.

Las imágenes utilizadas, clasificadas como productos de Nivel-3, derivan de un reprocesamiento de los datos originales de Nivel-2 (producto final con las columnas totales georreferenciadas), los cuales se encuentran en formato netCDF y están organizados por tiempo de muestreo en la plataforma oficial de la ESA Copernicus *Data*

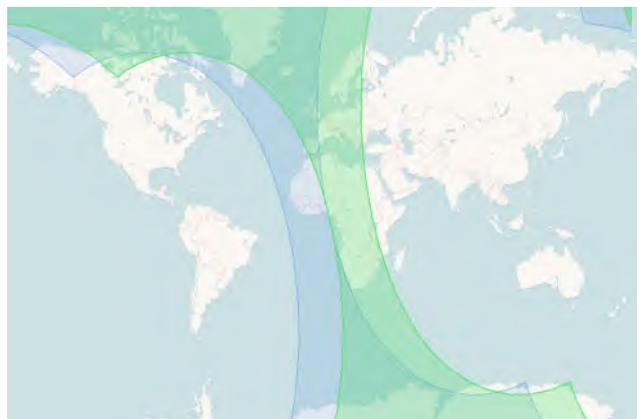


Figura 1. Superposición entre dos órbitas consecutivas de Sentinel-5P sobre la región de estudio.

Space Ecosystem (ESA, 2024). Este reprocesamiento transforma los datos en una representación ráster más compacta y geográficamente alineada en una malla uniforme de 1 x 1 km², lo que facilita su integración en sistemas de información geográfica y su comparación con otras bases de datos e imágenes geoespaciales. Las unidades de concentración en columna se ofrecen en moles/m².

Este enfoque no solo permite una organización más eficiente de la información, sino que también agiliza considerablemente los tiempos de análisis, especialmente en estudios con extensas series temporales. Además, la naturaleza basada en la nube de GEE permite realizar el procesamiento y análisis desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, lo que resulta particularmente útil en proyectos de gran envergadura o en contextos colaborativos.

Cada imagen capturada sigue una convención estándar de identificación, que incluye metadatos como la fecha y la hora de inicio de cada órbita. Estos datos se vinculan a las imágenes procesadas de Nivel-3, lo que permitió estimar con precisión las horas de paso del satélite sobre la Península Ibérica para su comparación con los datos de la infraestructura de calidad del aire. Estas horas de paso ocurren regularmente entre las 11:00 y 14:00 UTC (12:00 y 16:00 hora local).

Para garantizar la calidad de los datos empleados, se eliminaron píxeles con valores inferiores a -0,001 mol/m², ya que pueden corresponder a errores de medición o procesamiento. Para facilitar el manejo y la interpretación de los resultados, los datos originales fueron convertidos a unidades Dobson (*Dobson Units*, DU).

El total de imágenes de Nivel-3 empleadas ha sido de 416.

2.2 Datos in situ

La Comunidad de Madrid cuenta con una red de 48 estaciones de calidad del aire, 24 de ellas ubicadas en la ciudad de Madrid y el resto distribuidas por áreas rurales, urbanas y suburbanas (Figura 2). El NO₂ se mide en todas las estaciones mediante analizadores de quimioluminiscencia con frecuencia horaria. Los datos están disponibles públicamente desde 2001 para la ciudad y desde 2005 para el resto de la región, en unidades de concentración (µg/m³), proporcionando una base clave para estudios históricos y de tendencias en calidad del aire (Ayuntamiento de Madrid, 2024).

Entre todos los puntos de muestreo se recogieron 428 535 valores horarios de NO₂, de los cuales 89 054 se encontraron entre las horas de paso de Sentinel-5P.

2.3 Tratamiento de datos

Para garantizar una comparación directa entre los datos satelitales y los datos *in situ*, se seleccionaron valores horarios de las estaciones terrestres correspondientes al intervalo típico de paso del Sentinel-5P (de 12:00 a 16:00 hora local).

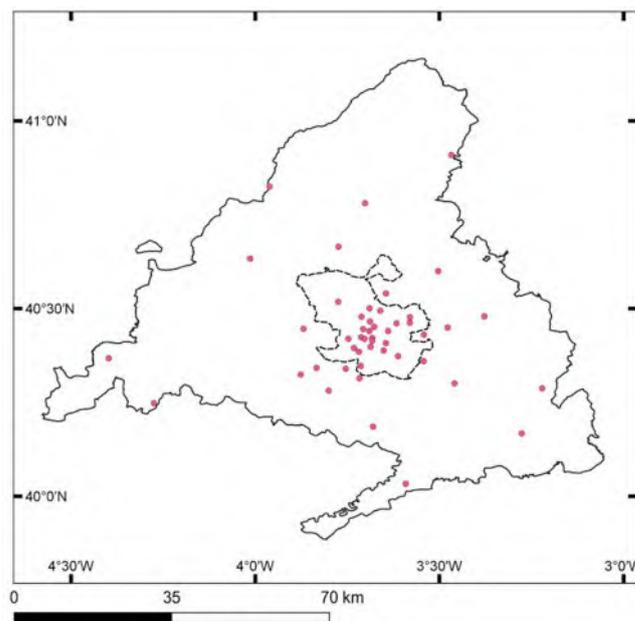


Figura 2. Ubicación de las estaciones de calidad del aire en la Comunidad de Madrid en 2023. La línea discontinua indica los límites del término municipal de Madrid.

Los horarios de las imágenes satelitales, registrados en UTC, se ajustaron al huso horario local de las ciudades estudiadas (UTC+1 en invierno y UTC+2 en verano) para calcular el promedio de las medidas disponibles en ese período. Este enfoque, basado en valores promediados, ha demostrado ser eficaz en estudios previos (Cedeno Jimenez et al., 2023; Cedeno Jimenez y Brovelli, 2023), ofreciendo resultados comparables o superiores a los obtenidos con valores instantáneos, posiblemente debido a errores en la estimación exacta de las horas de paso. Se obtuvieron 17 954 y 13 354 valores promedio diarios para los datos *in situ* y satelitales, respectivamente. Esta diferencia se debe a que la posible presencia de nubes limita la disponibilidad de datos de TROPOMI de forma constante.

Para analizar la evolución temporal de las concentraciones de NO₂, se utilizó la técnica de media móvil, especialmente útil para suavizar las series temporales y destacar tendencias subyacentes. El promedio se calculó generalmente para un intervalo de 30 días, dado que las representaciones gráficas se elaboraron, de igual forma, acumulando datos a nivel mensual. Esta metodología permitió identificar patrones estacionales y variaciones a largo plazo con mayor claridad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El coeficiente de correlación para las 48 estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire durante 2023 fue de $r=0,75$, $p<0,01$ (Figura 3). Se observaron

relaciones lineales más fuertes en el término municipal de Madrid ($r=0,79$) en comparación con el resto de la Comunidad, donde predominan las zonas suburbanas o rurales ($r=0,67$).

La disparidad entre ambos resultados puede atribuirse a dos factores principales: el perfil de emisiones y la influencia de la topografía. El perfil de emisiones define la cantidad de NO_2 liberada a la atmósfera, siendo más abundante en áreas densamente pobladas con actividades más intensivas. Esto aumenta la actividad en las regiones UV/visible del espectro, facilitando su detección por los sensores satelitales. Este fenómeno es común en entornos urbanos, donde la actividad humana es más significativa (Lamsal et al., 2013; Zhu et al., 2019). Hallazgos similares se observaron en Corea del Sur, donde los coeficientes de correlación fueron notablemente más altos dentro del área metropolitana de Seúl en comparación con otras regiones del país (Jeong y Hong, 2021).

Esta alta correlación dentro del término municipal ha permitido evaluar la efectividad de políticas específicas, como la implementación de la ZBE en el Distrito Centro de Madrid en 2018 y el confinamiento por la pandemia de COVID-19 en 2020 (Morillas et al., 2024).

El análisis de la ZBE constituyó el primer estudio de este tipo que empleó datos satelitales, demostrando la utilidad de la teledetección para identificar reducciones significativas en las concentraciones de NO_2 asociadas a restricciones de tráfico vehicular. Los resultados mostraron una evolución consistente en los niveles de contaminación equivalentes a los registrados por las estaciones de calidad del aire, tanto dentro de la ZBE como en áreas circundantes (Figura 4).

Atendiendo a la distribución espaciotemporal de la concentración de NO_2 en la región durante el año de estudio, se observa una marcada variación estacional. Los niveles troposféricos de NO_2 son significativamente

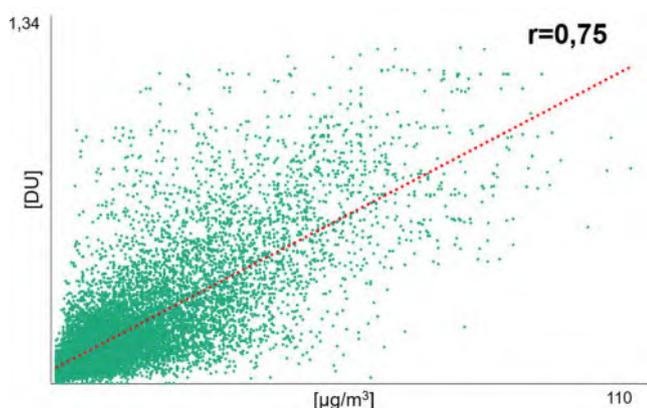


Figura 3. Gráfico de dispersión de datos promedio diarios de NO_2 troposférico de TROPOMI frente a observaciones in situ para las 48 estaciones de la Comunidad de Madrid en 2023 ($p<0,01$).

te más altos en los meses fríos en comparación con los cálidos. Durante los periodos de mayor acumulación, el epicentro de las concentraciones se localiza en el centro de la ciudad de Madrid, mientras que en los meses con menor contaminación, este se desplaza hacia el noreste de la región.

Estas diferencias están influenciadas por varios factores. En invierno, el periodo de vida medio del NO_2 es mayor debido a la menor intensidad de la radiación solar, que limita los procesos de fotólisis responsables de su eliminación. Este efecto se intensifica en Madrid por las frecuentes inversiones térmicas nocturnas, que atrapan los contaminantes cerca de la superficie. Además, los inventarios de emisiones indican que, durante esta estación, el uso de calefacción en áreas densamente pobladas contribuye de manera significativa a las emisiones, superando incluso las del transporte por carretera en ciertos momentos (McDuffie et al., 2020).

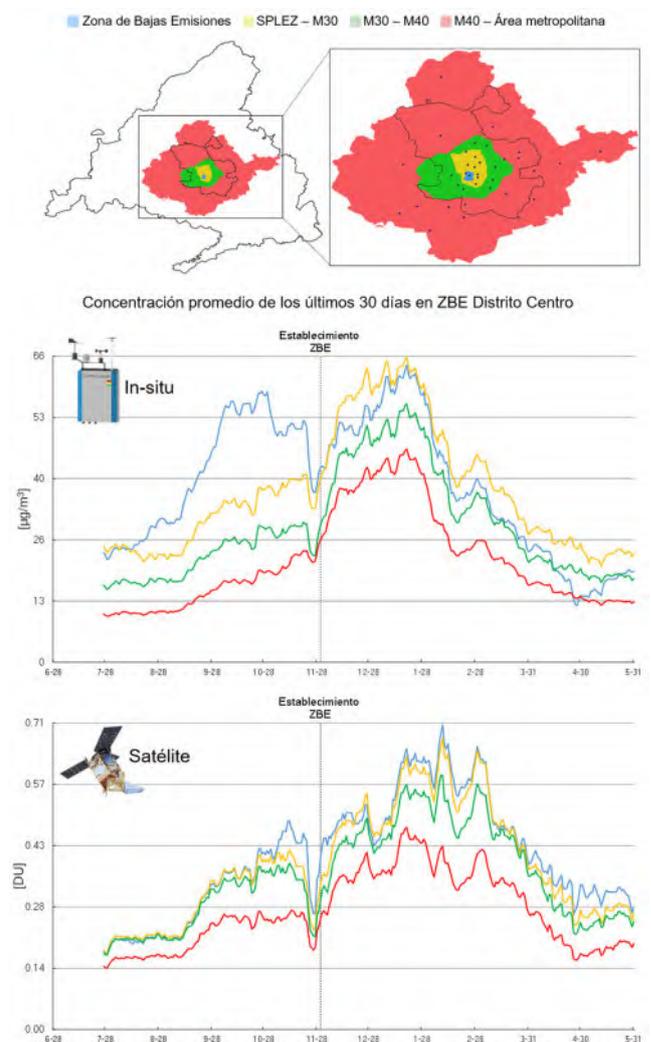


Figura 4. Resultados del estudio comparativo entre los datos de NO_2 troposférico de TROPOMI frente a observaciones in situ antes y después de la implementación de la ZBE de Distrito Centro de Madrid. Fuente: Morillas et al., 2024.

En contraste, durante los meses de verano, las emisiones antropogénicas disminuyen notablemente debido al periodo vacacional, acentuando la disminución. Estos patrones destacan la influencia combinada de factores meteorológicos y humanos en la dinámica espacio-temporal de NO₂ (Figura 5).

De hecho, al analizar las imágenes promedio mensuales por separado, es posible identificar focos de emisión específicos. Por ejemplo, en agosto se observa claramente que la concentración máxima de NO₂ se localiza sobre el aeropuerto, reflejando su papel como fuente intensiva de emisiones (Figura 6).

Los datos satelitales también permiten analizar las variaciones en la concentración de NO₂ según el día de la semana. Durante un período de 8 semanas entre marzo y mayo de 2023, se elaboraron imágenes promedio correspondientes a miércoles y jueves, y se compararon con las de sábados y domingos. Este enfoque excluye el impacto de las emisiones por calefacción, permitiendo centrarse en otras fuentes, como el transporte.

Los resultados muestran que los niveles de NO₂ son consistentemente más elevados durante los días laborales, mientras que en los fines de semana se registra una reducción general. Entre semana, las concentraciones más altas podrían asociarse al incremento en el

número de desplazamientos en vehículo privado entre la ciudad de Madrid y los municipios hacia el noreste (San Sebastián de los Reyes, Alcobendas o Alcalá de Henares, Figura 7).

Cabe destacar que la alta correlación que se encuentra en el presente caso de estudio puede no ser equivalente en otras localizaciones. Esto se debe principalmente a que la ciudad de Madrid se sitúa en la base de una cuenca montañosa (el Sistema Central), que condiciona el régimen de vientos y favorece la aparición de fenómenos de inversión térmica, especialmente en invierno. Esto limita la renovación e intercambio de masas de aire, por lo que la concentración de la contaminación atmosférica es más persistente que en otros lugares (Cersosimo et al., 2020; Goldberg et al., 2021; Griffin et al., 2019; Jalongo et al., 2020; Rudke et al., 2023). Es decir, que los datos de teledetección por sí solos no permiten estimar directamente la calidad del aire respirado por la población de la ciudad que se desee sin considerar antes los factores que afectan la distribución de los contaminantes. El principal factor limitante es la meteorología, especialmente la velocidad y dirección del viento.

Para abordar este desafío, en los últimos años se han empleado modelos atmosféricos tradicionales, aunque investigaciones recientes han explorado métodos más ágiles como modelos de regresión y técnicas de *machine learning*, que ofrecen mayor inmediatez y menor complejidad en su aplicación, obteniendo resultados prometedores (Chan et al., 2021; Kang et al., 2021).

El desafío principal radica en la falta de un modelo universal que funcione con éxito en todos los contextos. Dado que el viento es el principal agente de transporte atmosférico, pero la generación y eliminación de NO₂ responden a múltiples factores (como la radiación solar o la concentración de otras especies como el O₃, es esencial realizar un análisis detallado del contexto específico de cada región para obtener estimaciones más precisas.

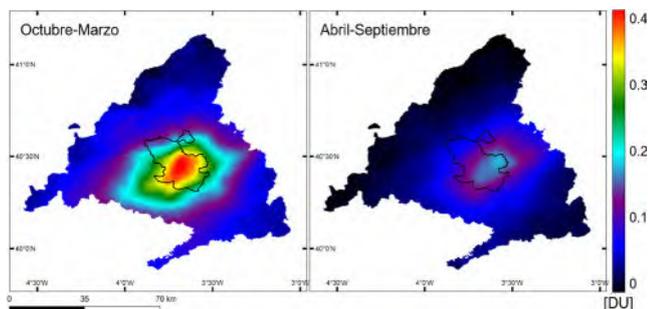


Figura 5. Concentración promedio de NO₂ troposférico observada por TROPOMI entre los meses de octubre y marzo (fríos) y abril y septiembre (cálidos) de 2023 en la Comunidad de Madrid. La línea negra indica los límites del término municipal de Madrid.

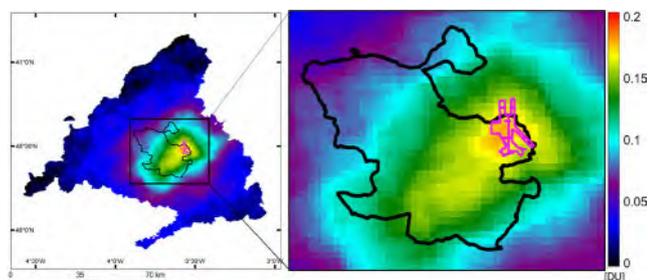


Figura 6. Concentración promedio de NO₂ troposférico observada por TROPOMI en el mes de agosto de 2023 en la Comunidad de Madrid. La línea negra indica los límites del término municipal de Madrid, y la línea morada los límites del aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

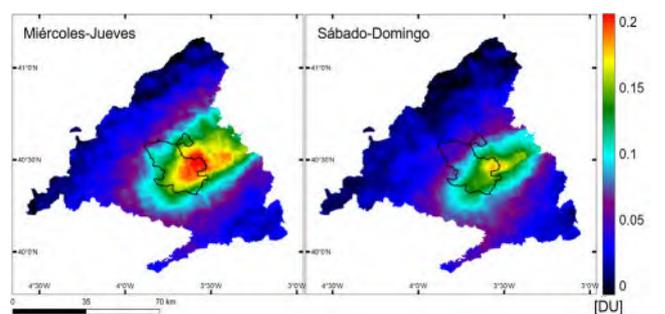


Figura 7. Concentración promedio de NO₂ troposférico observada por TROPOMI en días entre semana (miércoles-jueves) y fines de semana (sábado-domingo) en la Comunidad de Madrid. La línea negra indica los límites del término municipal de Madrid.

4. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Existe una aplicabilidad prometedora en los datos satelitales de NO₂ proporcionados por el sensor TROPOMI a bordo del Sentinel-5P para complementar y expandir el alcance de las mediciones *in situ* de calidad del aire. En el caso de la Comunidad de Madrid, los resultados destacan una correlación significativa ($r=0,75$) entre las observaciones de columna troposférica obtenidas por el sensor TROPOMI y las mediciones *in situ* de las estaciones terrestres de calidad del aire durante 2023. En áreas urbanas como el término municipal de Madrid, esta correlación es aún más alta ($r=0,79$), lo que pone de manifiesto la capacidad del satélite para capturar dinámicas urbanas específicas, como las asociadas al tráfico vehicular. La comparación entre ambas bases de datos se realizó tomando exclusivamente el promedio de las mediciones registradas entre las horas de paso del satélite sobre la región.

Además, el análisis espaciotemporal muestra claras variaciones estacionales, con concentraciones de NO₂ más altas en invierno debido a fenómenos meteorológicos como la inversión térmica y las emisiones relacionadas con la calefacción, y niveles más bajos en verano, asociados a la reducción generalizada del tráfico. La propia naturaleza del gas, cuya vida media es mayor en invierno que en verano, acentúa esta tendencia. También se observó una diferenciación en los patrones de distribución semanal, con niveles más altos durante los días laborables que en los fines de semana, mostrando la influencia del transporte como fuente principal de emisiones. Además, es posible destacar focos de emisión específicos, como el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, especialmente en el mes de agosto.

Una contribución clave del enfoque expuesto fue la demostración de cómo los datos satelitales pueden evaluar la efectividad de políticas públicas. El caso de estudio ZBE de Madrid Central es el más destacado, mostrando datos equivalentes con las medidas *in situ* dentro y alrededor de la zona restringida.

Los resultados también destacan las limitaciones inherentes a la resolución espacial y temporal de los datos satelitales, lo que impide que estos puedan reemplazar por completo las mediciones *in situ*. Aspectos como la topografía, los patrones de viento y las dinámicas meteorológicas locales representan desafíos importantes para lograr una interpretación precisa y directa de las observaciones satelitales.

Para mejorar la correspondencia entre las mediciones *in situ* y los datos satelitales, resulta fundamental desa-

rollar modelos ajustados a las características específicas de cada región. Esto implica incorporar patrones locales de circulación atmosférica y las variaciones estacionales en las emisiones. Métodos avanzados, como modelos de regresión personalizados y técnicas de *machine learning*, representan una solución prometedora al ofrecer mayor flexibilidad y capacidad de adaptación a las complejidades propias de cada entorno. Estos enfoques no solo tienen el potencial de optimizar la correlación entre ambas fuentes de datos, sino también de ampliar las posibilidades de aplicación de los datos satelitales en la gestión precisa y específica de la calidad del aire. Actualmente, la investigación se centra en analizar los factores meteorológicos en Madrid y otras grandes ciudades de España, con el objetivo de superar estas limitaciones y perfeccio-



Figura 8. Sensores de NO₂ de bajo coste instalados en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid.

nar la integración de los datos satelitales e *in situ*.

Para mejorar esta equivalencia, desde la Universidad Politécnica de Madrid se está trabajando, al mismo tiempo, en integrar los datos procedentes de sensores de bajo coste para apoyar las medidas de satélite en la estimación de la calidad del aire superficial (Figura 8).

Las mejoras en la resolución temporal se apoyarán en los datos ofrecidos por los futuros satélites Sentinel-5 y Sentinel-4, diseñados para ofrecer observaciones más frecuentes y con mayor precisión que la misión Sentinel-5P preliminar. Sentinel-4, con su órbita geoestacionaria, proporcionará datos horarios sobre Europa, lo que permitirá capturar variaciones diurnas en los contaminantes atmosféricos, un aspecto crítico para evaluar dinámicas rápidas como los picos de tráfico o eventos industriales. Por su parte, Sentinel-5, como sucesor del Sentinel-5P, combinará una mayor resolución espacial con una cobertura global diaria, lo que mejorará significativamente el monitoreo a gran escala.

Estas capacidades avanzadas complementarán las mediciones *in situ* y los datos de Sentinel-5P, permitiendo no solo un monitoreo más detallado y en tiempo casi real, sino también una evaluación más efectiva de las políticas públicas y la identificación de tendencias a largo plazo en la calidad del aire. En conjunto, estas herramientas serán fundamentales para abordar los retos emergentes en la gestión de la contaminación atmosférica y avanzar hacia ciudades más sostenibles y saludables.

REFERENCIAS

- Ayuntamiento de Madrid, 2024. Datos de calidad del aire desde 2001 [WWW Document]. URL <https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.c05c1f754a33a9f8e4b2e4b284f1a5a0/?vgnnextoid=aecb88a7e2b73410VgnVCM2000000c205a0aR-CRD&vgnnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM-10000171f5a0aRCRD>
- Buzikov, S. V, Matushkin, O.P., Jonson, J.E., Borken-Kleeefeld, J., Simpson, D., Nyíri, A., Posch, M., Heyes, C., 2017. LETTER • OPEN ACCESS Impact of doping alumina nanoparticles on spray characteristics of diesel-biodiesel fuel blends Mukul Tomar and Naveen Kumar-Development of a bi-fuel power supply system for a diesel engine Impact of excess NO_x emissions from diesel cars on air quality, public health and eutrophication in Europe. *Environ. Res. Lett.* 12, 94017. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8850>
- Cedeno Jimenez, J.R., Brovelli, M.A., 2023. NO₂ Concentration Estimation at Urban Ground Level by Integrating Sentinel 5P Data and ERA5 Using Machine Learning: The Milan (Italy) Case Study. *Remote Sens.* 15. <https://doi.org/10.3390/RS15225400>
- Cedeno Jimenez, J.R., Pugliese Vilorio, A. de J., Brovelli, M.A., 2023. Estimating Daily NO₂ Ground Level Concentrations Using Sentinel-5P and Ground Sensor Meteorological Measurements. *ISPRS Int. J. Geo-Information* 2023, Vol. 12, Page 107 12, 107. <https://doi.org/10.3390/IJGI12030107>
- Cersosimo, A., Serio, C., Masiello, G., 2020. TROPOMI NO₂ Tropospheric Column Data: Regridding to 1 km Grid-Resolution and Assessment of their Consistency with In Situ Surface Observations. *Remote Sens.* 2020, Vol. 12, Page 2212 12, 2212. <https://doi.org/10.3390/RS12142212>
- Chan, K.L., Khorsandi, E., Liu, S., Baier, F., Valks, P., 2021. Estimation of Surface NO₂ Concentrations over Germany from TROPOMI Satellite Observations Using a Machine Learning Method. *Remote Sens.* 2021, Vol. 13, Page 969 13, 969. <https://doi.org/10.3390/RS13050969>
- European Space Agency (ESA), 2024. Copernicus Data Space Ecosystem [WWW Document]. URL <https://dataspace.copernicus.eu/>
- Goldberg, D.L., Anenberg, S.C., Kerr, G.H., Mohegh, A., Lu, Z., Streets, D.G., 2021. TROPOMI NO₂ in the United States: A Detailed Look at the Annual Averages, Weekly Cycles, Effects of Temperature, and Correlation With Surface NO₂ Concentrations. *Earth's Futur.* 9, e2020EF001665. <https://doi.org/10.1029/2020EF001665>
- Google Earth Engine (GEE), 2018. Sentinel-5P OFFL NO₂: Offline Nitrogen Dioxide. URL https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_OFFL_L3_NO2
- Griffin, D., Zhao, X., McLinden, C.A., Boersma, F., Bourassa, A., Dammers, E., Degenstein, D., Eskes, H., Fehr, L., Fioletov, V., Hayden, K., Kharol, S.K., Li, S.M., Makar, P., Martin, R. V., Mihele, C., Mittermeier, R.L., Krotkov, N., Sneep, M., Lamsal, L.N., Linden, M. ter, Geffen, J. van, Veefkind, P., Wolde, M., 2019. High-Resolution Mapping of Nitrogen Dioxide With TROPOMI: First Results and Validation Over the Canadian Oil Sands. *Geophys. Res. Lett.* 46, 1049–1060. <https://doi.org/10.1029/2018GL081095>
- Health Effects Institute, 2024. State of Global Air Report 2024. URL <https://www.stateofglobalair.org/resources/report/state-global-air-report-2024>
- Ialongo, I., Virta, H., Eskes, H., Hovila, J., Douros, J., 2020. Comparison of TROPOMI/Sentinel-5 Precursor NO₂ observations with ground-based measurements in Helsinki. *Atmos. Meas. Tech.* 13, 205–218. <https://doi.org/10.5194/amt-13-205-2020>

- org/10.5194/AMT-13-205-2020
- Jeong, U., Hong, H., 2021. Assessment of Tropospheric Concentrations of NO₂ from the TROPOMI/Sentinel-5 Precursor for the Estimation of Long-Term Exposure to Surface NO₂ over South Korea. *Remote Sens.* 2021, Vol. 13, Page 1877 13, 1877. <https://doi.org/10.3390/RS13101877>
- Kang, Y., Choi, H., Im, J., Park, S., Shin, M., Song, C.K., Kim, S., 2021. Estimation of surface-level NO₂ and O₃ concentrations using TROPOMI data and machine learning over East Asia. *Environ. Pollut.* 288. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2021.117711>
- Khomenko, S., Cirach, M., Pereira-Barboza, E., Mueller, N., Barrera-Gómez, J., Rojas-Rueda, D., de Hoogh, K., Hoek, G., Nieuwenhuijsen, M., 2021. Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment. *Lancet Planet. Heal.* 5, e121–e134. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30272-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30272-2)
- Lamsal, L.N., Martin, R. V., Parrish, D.D., Krotkov, N.A., 2013. Scaling relationship for NO₂ pollution and urban population size: A satellite perspective. *Environ. Sci. Technol.* 47, 7855–7861. https://doi.org/10.1021/ES400744G/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ES-2013-00744G_0003.GIF
- McDuffie, E.E., Smith, S.J., O'Rourke, P., Tibrewal, K., Venkataraman, C., Marais, E.A., Zheng, B., Crippa, M., Brauer, M., Martin, R. V., 2020. A global anthropogenic emission inventory of atmospheric pollutants from sector- And fuel-specific sources (1970–2017): An application of the Community Emissions Data System (CEDS). *Earth Syst. Sci. Data* 12, 3413–3442. <https://doi.org/10.5194/ESSD-12-3413-2020>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024. Estaciones de calidad del aire. URL <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/calidad-y-evaluacion-ambiental/estaciones-de-calidad-del-aire.html>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022. Evaluación de la calidad del aire en España.
- Ministerios de la Presidencia Justicia y Relaciones con las Cortes (MPJRC), 2021. Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- Morillas, C., Alvarez, S., Pires, J.C.M., Garcia, A.J., Martinez, S., 2024. Impact of the implementation of Madrid's low emission zone on NO₂ concentration using Sentinel-5P/TROPOMI data. *Atmos. Environ.* 320, 120326. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSENV.2024.120326>
- Nijkerk, D., Van, B., Peter, V., Doorn, V., Henselmans, R., Van Venrooy, B., Van Doorn, P., Draaisma, F., Hoogstrate, A., 2017. The TROPOMI Telescope. <https://doi.org/10.1117/12.2309035> 10564, 272–278. <https://doi.org/10.1117/12.2309035>
- Organización Mundial de la Salud, 2021. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. URL <https://iris.who.int/handle/10665/345329>.
- Organización Mundial de la Salud, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution-REVIHAAP Project Technical Report.
- Rudke, A.P., Martins, J.A., Hallak, R., Martins, L.D., de Almeida, D.S., Beal, A., Freitas, E.D., Andrade, M.F., Koutrakis, P., Albuquerque, T.T.A., 2023. Evaluating TROPOMI and MODIS performance to capture the dynamic of air pollution in São Paulo state: A case study during the COVID-19 outbreak. *Remote Sens. Environ.* 289, 113514. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2023.113514>
- Shaw, S., Van Heyst, B., 2022. An Evaluation of Risk Ratios on Physical and Mental Health Correlations due to Increases in Ambient Nitrogen Oxide (NO_x) Concentrations. *Atmos.* 2022, Vol. 13, Page 967 13, 967. <https://doi.org/10.3390/ATMOS13060967>
- Unión Europea, 2024. Directive (EU) 2024/2881. URL <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2881/oj>
- Veefkind, J.P., Aben, I., McMullan, K., Förster, H., de Vries, J., Otter, G., Claas, J., Eskes, H.J., de Haan, J.F., Kleipool, Q., van Weele, M., Hasekamp, O., Hoogeveen, R., Landgraf, J., Snel, R., Tol, P., Ingmann, P., Voors, R., Kruizinga, B., Vink, R., Visser, H., Levelt, P.F., 2012. TROPOMI on the ESA Sentinel-5 Precursor: A GMES mission for global observations of the atmospheric composition for climate, air quality and ozone layer applications. *Remote Sens. Environ.* 120, 70–83. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2011.09.027>
- Zhu, Y., Zhan, Y., Wang, B., Li, Z., Qin, Y., Zhang, K., 2019. Spatiotemporally mapping of the relationship between NO₂ pollution and urbanization for a megacity in Southwest China during 2005–2016. *Chemosphere* 220, 155–162. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2018.12.095>

Sobre el autor

Carlos Morillas López

Ingeniero de la Energía por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y estudiante de doctorado en Ingeniería Geomática desde marzo de 2023. Experto en huella de carbono e inventarios de gases de efecto invernadero. Colaborador del Observatorio de Acción Climática.

Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica



www.ign.es

@ignspain



Tus mapas en papel en nuestras Casas del Mapa

Instituto Geográfico Nacional
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica
General Ibáñez de Ibero 3. Madrid, 28003
91 597 95 14 - consulta@cni.g.es - www.ign.es



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL



Inventario y caracterización de espacios productivos de Andalucía (ESPAND): herramienta para la promoción del suelo industrial en Andalucía

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 74-83

2025

ISSN: 1131-9100

Inventory and characterization of productive spaces in Andalusia (ESPAND): tool for the promotion of industrial land in Andalusia

Agustín T. de Villar Iglesias, Eduardo Castilla Higuero, Cristina Caturla Montero, Elena Díñez Vega, Jose L. Merchán Jiménez-Andrades, José Antonio Moreno Muñoz

Resumen

La generación de datos de calidad y servicios basados en datos para la toma de decisiones son la base del trabajo del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). El Inventario y Caracterización de Espacios Productivos de Andalucía (ESPAND) es una infraestructura de datos con capacidades analíticas diseñada para la promoción del suelo industrial en Andalucía. Este proyecto integra información de diversas fuentes, como el Callejero Digital de Andalucía, el Directorio de Establecimientos con Actividad Económica, el planeamiento urbanístico, el Inventario Toponímico de Asentamientos, el Sistema de Espacios Productivos de Andalucía (SESPA), el Catastro, y la información sobre las redes de gas, eléctricas y de telecomunicaciones.

El resultado es un visualizador cartográfico web, basado en la tecnología MAPEA de la Junta de Andalucía, que presenta la información del proyecto en forma de mapas y ofrece las funcionalidades propias de un visualizador web. Esta herramienta permite navegar, filtrar y consultar información individualizada de áreas industriales, incluyendo infraestructuras, parcelas catastrales y establecimientos ubicados en las mismas. Además, los usuarios pueden descargar información de las empresas en formato tabular.

Abstract

The generation of quality data and data-driven services for decision-making is fundamental to the work of the Andalusian Institute of Statistics and Cartography (IECA). The Inventory and Characterization of Productive Spaces in Andalusia (ESPAND) constitutes a data infrastructure with analytical capabilities designed for the promotion of industrial land in Andalusia. This project integrates information from various sources, such as the Digital Street Guide of Andalusia, the directory of establishments with economic activity, urban planning, the Toponymic Inventory of Settlements, the System of Productive Spaces of Andalusia (SESPA), the Land Registry, and gas, electricity, and telecommunications networks.

The result is a web-based cartographic viewer, based on the Junta de Andalucía's MAPEA technology, which presents the project information in the form of maps and offers the functionalities of a web viewer. This tool enables navigation, filtering, and consultation of individualized information on industrial areas, including infrastructure, cadastral plots, and establishments located within them. In addition, users can download company information in tabular format.

Palabras clave: Suelo industrial, Espacios productivos, ESPAND, Datadriven, Andalucía, Planificación, Gestión, Empresas, Infraestructuras, Parcelas

Keywords: Industrial land, Productive spaces, ESPAND, Datadriven, Andalusia, Planning, Management, Companies, Infrastructures, Plots

Subdirector Infraestructuras de Información,
Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
agustint.villar@juntadeandalucia.es
J. Servicio Infraestructuras Geográficas,
Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
eduardo.castilla@juntadeandalucia.es
J. Servicio Producción Cartográfica,
Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
cristina.caturla@juntadeandalucia.es
J. Gabinete de Mapas,
Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
elena.dianez@juntadeandalucia.es

J. Gabinete Investigación y Métodos Estadísticos,
Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
josei.merchan@juntadeandalucia.es
J. Servicio Gestión de la Información,
Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
josea.moreno.munoz@juntadeandalucia.es

Recepción 12/12/2024
Aprobación 16/01/2025

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial de un territorio está intrínsecamente ligado a la disponibilidad de suelo adecuado para la implantación de empresas, razón por la que la promoción del suelo industrial se ha convertido en una prioridad para las administraciones públicas, con el objetivo de atraer inversiones, generar empleo y fomentar y favorecer el crecimiento económico. En este contexto, la información precisa y actualizada sobre los espacios productivos disponibles juega un papel fundamental.

Desde los años 90 del siglo pasado la Junta de Andalucía puso en el centro de la promoción económica y las decisiones empresariales, la planificación y la gestión de suelo industrial, en un momento en el que el suelo industrial adquirió una relevancia en la agenda empresarial al desarrollarse suelos con buenas condiciones de accesibilidad, seguridad, servicios comunes, calidad ambiental e imagen corporativa. Conscientes de ello, la administración autonómica de la mano del entonces Instituto de Fomento de Andalucía creó la Base de Datos COSIAN, un inventario exhaustivo de suelo industrial disponible, estudio que con un carácter sistemático fue pionero en España y que ofrecía no solo información empresarial, sino también una herramienta para la planificación territorial. El dinamismo en el crecimiento del suelo industrial del siguiente lustro, llevó a la revisión y actualización de los datos en el catálogo de suelo industrial de Andalucía (Instituto de Fomento de Andalucía [IFA], 1995)

Tradicionalmente, como en el caso que acabamos de contar, la promoción del suelo industrial se ha basado en catálogos en papel, que en muchos casos resultaban poco accesibles y difíciles de actualizar. El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), ha permitido crear herramientas más eficientes para la gestión y difusión de la información sobre suelo industrial. Andalucía tampoco fue ajena a esta dinámica y creó en el año 2010 el Sistema de Espacios Productivos de Andalucía (SESPA) llevado a cabo por la Agencia IDEA (Méndez, 2010), y que constituyó el embrión de la capa de información geográfica de espacios productivos del repertorio de bases cartográficas Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA) (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía [IECA], 2024)

Este proceso se generaliza desde la década de los 2000, produciéndose un importante avance en la creación de catálogos *online* de suelo industrial, que permitieron a los usuarios acceder a información detallada sobre la oferta de suelo disponible en un territorio determinado. Estos catálogos suelen incluir información sobre la ubicación, la superficie, las características del suelo, las infraestructuras disponibles, los precios, etc. Además, algunos catálogos incorporan herramientas de análisis espacial, que permiten a los usuarios realizar búsquedas avanzadas y visualizar la información

sobre el suelo industrial en un mapa. (Mendoza, 2012).

En España, la competencia en materia de urbanismo y ordenación del territorio son competencia exclusiva de las comunidades autónomas, siendo la información que ofrecen los documentos de planeamiento aprobados definitivamente, principal fuente para compilar catálogos. Esto ha dado lugar a una diversidad de enfoques y metodologías en la elaboración de dichos catálogos de suelo industrial. Sin embargo, se observa una tendencia hacia la adopción de estándares y buenas prácticas, inspiradas en iniciativas como la Directiva INSPIRE (DOUE-L-2007-80587) y la Ley 14/2010 sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (BOE-A-2010-10707).

El presente trabajo se centra en el análisis del proyecto Inventario y Caracterización de Espacios Productivos de Andalucía (ESPAND), una herramienta innovadora desarrollada por el IECA para la promoción del suelo industrial en Andalucía.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Metodología

El objeto de estudio de ESPAND son las delimitaciones y características de los Espacios Productivos en Andalucía, incluyendo las empresas y establecimientos que desarrollan su actividad económica en los mismos, su georreferenciación y la identificación de solares disponibles.

El proyecto ESPAND, encargado en su momento por la Secretaría General de Empresa, Innovación y Emprendimiento al Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) en colaboración con otros organismos de la administración autonómica y del Estado y entidades público-privadas como el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental (COIIAO), se ha desarrollado en diferentes fases (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía [IECA], 2023), con el objetivo de crear una herramienta completa y actualizada para la promoción del suelo industrial en Andalucía.

- **Fase 0** - Octubre 2020. Piloto y análisis de viabilidad. En esta fase se seleccionaron 10 espacios científico – tecnológicos y 5 parques empresariales, en estados de desarrollo muy diversos, desde consolidados a planificados, para realizar un estudio piloto y analizar la viabilidad del proyecto.
- **Fase 1**. Mayo 2021. Se amplió el estudio a 107 Espacios Productivos, con superficies entre 80 000 y 300 000 m².
- **Fase 2**. Diciembre 2022. Se completó el proyecto con la consulta al planeamiento urbanístico general de los municipios, con la inclusión de 2300 Espacios Productivos y 40 000 empresas.
- **Fase 3**. Evolutivo y mantenimiento. Fase en la que nos

encontramos actualmente y tiene como objetivo garantizar la actualización de datos en el último trimestre de cada año.

- **Fase 4.** Reingeniería. En fase de diseño, consiste en una transformación de los componentes actuales a un sistema de información distribuido en el que, a través de un visor y un conjunto de herramientas desarrolladas sobre él, se tendrá acceso a cada conjunto de datos que forma parte del proyecto de modo que, garantizando la dinámica de actualización de cada fuente, el usuario tenga acceso a los datos más recientes de cada una de dichas fuentes.

2.2 Metodología

La metodología empleada (IECA, 2023) en ESPAND se basa en la integración de diversas fuentes de información y la aplicación de un flujo de trabajo que comprende las siguientes etapas:

- **Identificación de los Espacios Productivos.** Se documentaron, inventariaron y delimitaron gráficamente los espacios productivos. Esta fase implicó la revisión de más de 1300 Espacios Productivos del Inventario del Sistema de Espacios Productivos de Andalucía (SESPA) y la identificación de nuevos espacios. Se utilizaron las ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) (Instituto Geográfico Nacional [IGN], 2024) como marco y base cartográfica de referencia. El criterio de delimitación se basó en identificar lugares con actividad productiva agrupada, con una denominación e identidad propia, incluyendo las estructuras y espacios transformados del entorno asociados a dicha actividad. La delimitación de los perímetros de estos espacios se genera sobre la base cartográfica de referencia del PNOA y la base cartográfica del catastro (Dirección General del Catastro [DGC], 2024), si bien la información se contrasta con otras fuentes como el Inventario Toponímico de Andalucía (ITACA) (IECA, 2024), el Catálogo de Suelo Industrial de Andalucía (Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental [COIIAO], 2024), el Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía (SIPOB) (IECA, 2024) y otros catálogos e inventarios disponibles, como los realizados por las Diputaciones Provinciales (Diputación Provincial de Granada [DPG], 2020), (Diputación Provincia de Sevilla [DPS], 2020). A su vez, se ha consultado el planeamiento urbanístico general, tanto para la correcta identificación de los espacios desarrollados en cada municipio, como para la consideración de las áreas de suelo de uso industrial que estuvieran previstas en el mismo. Con ello, esta primera etapa se completa con una caracterización básica de los espacios, añadiendo información relativa a su grado de desarrollo (desde planificado hasta consolidado) y atributos sobre su localización, tipología de gestión, existencia de perimetrado o la denominación alternativa,

en su caso.

- **Revisión de viales y portales.** Se revisan y actualizan las vías y portales del Callejero Digital de Andalucía Unificado (CDAU) (IECA, 2024) ubicados en los Espacios Productivos para mejorar la geolocalización de empresas y establecimientos.
 - Extracción de vías y portales de CDAU de los espacios productivos. Extracción de parcelas y registros de etiquetas de vías y portales de la D.G. de Catastro de los espacios productivos.
 - Comprobación, por medio de Ortofotografías, de la compleción de los datos de vías y portales de CDAU en los espacios productivos.
 - Comprobación, por medio de portales y parcelas catastrales (DGC, 2024) de la compleción de portales de CDAU en los espacios productivos.
 - Comprobación, por cruce de datos con direcciones postales del Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía (IECA, 2024), de compleción de vías y portales. Comprobación de la exactitud del cruce, a portal/vial exacto/aproximado.
 - Análisis de resultados para proceder a completar aquella información sobre vías y portales que falta o que necesita una modificación mediante la utilización de la plataforma de mantenimiento de CDAU (IECA, 2024) y con la colaboración, si es viable, de los técnicos municipales responsables del CDAU¹.

Las vías y portales de CDAU incluidas en los espacios productivos, al igual que las demás en todo el territorio andaluz, están en constante actualización.

- **Caracterización de parcelas catastrales.** Se realiza una caracterización de las parcelas catastrales ubicadas en los Espacios Productivos a partir de los datos vectoriales y alfanuméricos de la Dirección General del Catastro (DGC, 2024). Se analizan los usos del suelo y se identifican las parcelas disponibles para edificación. A partir de la referencia catastral de dichas parcelas se explota la información contenida en las tablas 14 y 15 de dichos registros de la DGC (DGC, 2024), para generar la información que se necesita teniendo en cuenta las necesidades del proyecto y las variables disponibles. Para la caracterización de las parcelas se ha determinado su uso o usos (DGC, 2024), cuando hay más de uno, así como sus respectivas superficies. Con esta información, es posible conocer los distintos usos existentes en cada parcela, siendo de interés para el proyecto, principalmen-

¹La gobernanza para el mantenimiento de la información de portales y viales, implica directamente a los ayuntamientos que son los competentes en poner nombres a las calles y número de policía. Un porcentaje muy elevado de técnicos municipales hacen esta labor sobre la «plataforma de mantenimiento del CDAU»

te, los usos industrial y solar, sin descartar otros que pueden ser de interés en todo el ecosistema que se genera en función del tipo de espacio.

- **Geolocalización de empresas y establecimientos.** El objetivo de este trabajo es identificar los establecimientos ubicados en los espacios productivos, y para ello es necesario normalizar las direcciones postales del Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía (IECA, 2024) y geolocalizarlas. Los campos que se usan para la geocodificación son los relativos a la dirección postal: tipo de vía, nombre de vía y entidad inferior de numeración (ein) y el municipio principalmente. Para la normalización de las direcciones postales se emplearon varianteros del IECA y aLink, herramienta de fusión de ficheros (IECA, 2024). La geocodificación se realizó con las siguientes prioridades: portal exacto, portal cercano en el mismo lado de la vía, portal cercano sin restringir a que estén en el mismo lado de la vía y centro de vía o inicio de vía.
- **Caracterización de Espacios Productivos.** Una vez realizados los trabajos de identificación de los espacios productivos de Andalucía y de geocodificación de los establecimientos, se procede a la caracterización (IECA, 2023) en base a dos variables: al análisis del empleo de los establecimientos que desarrollan su actividad económica en los espacios productivos y el estado de desarrollo del mismo. Se ha establecido una tipología de los espacios productivos, en base a estos dos criterios: orientación económica principal y ocupación del espacio. El IECA dispone de la información relativa al empleo, actividad económica y ubicación de los establecimientos, y realiza una primera clasificación de cada espacio productivo en base a la actividad económica de mayor empleo. La tipología resultante, teniendo en cuenta este criterio, es: industria y construcción, servicios o logístico. Dada la importancia de los parques científico-tecnológicos por el desarrollo de proyectos de innovación específicos y fuertemente ligados al propio espacio productivo, éstos constituyen otro tipo, sin necesidad de atender al criterio de mayor empleo de una actividad en concreto. A continuación, los espacios productivos con establecimientos, se clasifican según la actividad económica principal de mayor empleo, pero a diferencia de la tipología detallada con anterioridad, esta clasificación proporciona una información más específica y detallada según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE 2009). En cuanto a la tipología en función del grado de ocupación del espacio, se diferencia entre: PLA, Planificado (identificado en el planeamiento urbanístico general, que establece algún tipo de reserva de suelo para uso industrial, pero aún no se detecta ningún desarrollo); TRZ, Trazado (el espacio no está aún ocupado pero sí se

ha iniciado el proceso de urbanización); ECN, En consolidación (el espacio se encuentra aún consolidándose, con menos de la mitad de su superficie ocupada); y CNS, Consolidado (el espacio está parcial o totalmente ocupado, quedando menos del 50% de su superficie disponible).

- **Difusión de resultados.** Se publican los resultados en un visor cartográfico web, utilizando la API de visualización de mapas MAPEA del proyecto SIG Corporativo de la Junta de Andalucía (Agencia Digital de Andalucía [ADA], s.f). Se ofrecen servicios web de mapas *Web Map Service* y *Web Feature Service* (*Open Gis Consortium* [OGC], 2024), herramientas de búsqueda y otras para la descarga de datos en diferentes formatos.

2.3 Fuentes de información e instrumentación

- **Base cartográfica de referencia.** Las Ortofotografías del PNOA (IGN, 2024) más actuales. El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) es un proyecto cooperativo en el que participan la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas. Se inicia en el año 2004 con el objetivo de la obtención de ortofotografías aéreas digitales de todo el territorio español, con un período de actualización fijo, siendo actualmente de 3 años. En el año 2009, se incorpora la tecnología LiDAR al proyecto PNOA.
- **Inventario del Sistema de Espacios Productivos de Andalucía (SESPA).** Catálogo de más de 1 000 Espacios Productivos elaborado por la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía (IDEA) en 2008, que recoge la oferta de polígonos y parques industriales, empresariales y tecnológicos en todos los municipios andaluces.
- **Callejero Digital de Andalucía Unificado (CDAU).** Es el conjunto de datos alfanuméricos y geográficos de las vías y los portales de todos los municipios de Andalucía (IECA, 2024).
- **Planeamiento urbanístico.** Consulta de los instrumentos de ordenación urbanística general, y en su caso, de desarrollo de todos los municipios de Andalucía, a través de la plataforma Situ@ (Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda [CFATV], 2024) y de los propios Ayuntamientos.
- **Otros catálogos de suelo industrial.** Entre ellos, el Catálogo de Suelo Industrial de Andalucía, elaborado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental (COIIAOC, 2024), y los realizados por las Diputaciones Provinciales, como las de Granada (DPG, 2020) y Sevilla (DPS, 2020), o la Confederación de Empresarios de Cádiz (CEC, 2024).
- **Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía (SIPob).** Sistema de información en el que se recoge la localización, delimitación y asignación de topónimos de los asentamientos en los que el hombre ejerce alguna

actividad sobre el territorio (IECA, 2024). A este sistema de información se ha incorporado la información recogida hasta el momento en el Inventario Toponímico de Asentamientos de la Comunidad de Andalucía (ITACA) (IECA, 2024).

- **Bases de Datos de la Dirección General del Catastro.** Información vectorial y alfanumérica de parcelas catastrales. El proyecto integra tanto la información gráfica como la información alfanumérica disponible para los espacios productivos (DGC, 2024).
- **Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía.** El Directorio de empresas y establecimientos con actividad económica en Andalucía tiene por objeto la elaboración y mantenimiento de un registro donde figuren los centros de producción de bienes y servicios existentes en cada momento en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Su actualización anual se realiza con diversas fuentes de información procedentes de registros administrativos, encuestas y ficheros sectoriales de distintas actividades (IECA, 2024). Se proporciona información anual (referida al primer día del año) desde el año 1998 y a nivel municipal, del número de empresas, número de establecimientos y número de trabajadores según tamaño de la empresa, actividad económica, forma jurídica y territorio.
- **Información de infraestructuras.** Líneas eléctricas, subestaciones eléctricas, gasoductos, proporcionadas por la Agencia Andaluza de la Energía (AAE, 2024) y la cobertura de redes ultrarrápidas, que se obtienen a través

de la Dirección General de Fomento de la Innovación de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación, que la recibe de la Dirección General de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual del Ministerio de Asuntos Económicos.

- **Herramienta de fusión de ficheros de aLink (IECA, 2024).** Aplicación informática que combina una serie de técnicas en distintas etapas para llevar a cabo un proceso de fusión de ficheros de grandes volúmenes de datos. Además de permitir enlazar ficheros con procesos probabilísticos a través de variables comunes, permite también normalizar variables que contengan direcciones postales, nombres y apellidos de personas y DNI, NIF o NIE (Número de Identificación de Extranjero).
- **Plataforma de mantenimiento de CDAU.** Es una herramienta desarrollada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), al servicio de las corporaciones locales, para la gestión y actualización continua de datos relacionados con vías, portales y entidades geográficas con dirección postal en Andalucía (IECA, 2024).
- **Visor cartográfico ESPAND.** Es una herramienta interactiva desarrollada para este proyecto, que permite visualizar, consultar y analizar información detallada sobre los espacios productivos de Andalucía (IECA, 2024). Este visor se integra dentro del proyecto ESPAND y está diseñado para ser una solución integral de promoción, planificación y gestión de las áreas industriales y empresariales de la región. La herramienta está basada en la API Mapea² (ADA, s.f), tecnología de visores cartográficos desarrollada en el seno del Proyecto SIG_corporativo de la Junta de Andalucía (SIGC)³ (ADA, s.f). Ofrece una capa



Figura 1. Portal del catálogo de suelo industrial Diputación de Sevilla

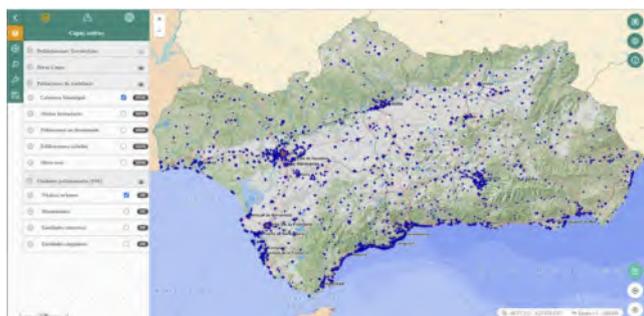


Figura 2. Visualizador del Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía (SIPob)

²Mapea es la API de visores de la Junta de Andalucía que así adoptada por el CNIG que la ha bautizado como API IDEE. <https://github.com/sigcorporativo-ja/Mapea4/wiki>

³El SIGC promueve y desarrolla software libre y abierto para cubrir necesidades en el tratamiento automatizado de la información geográfica, Garantizar la interoperabilidad y la integrabilidad de las soluciones SIG actualmente existentes. <https://sigcorporativo-ja.github.io/>

Geolocalización de los establecimientos de 50 o más asalariados a 01/01/2021

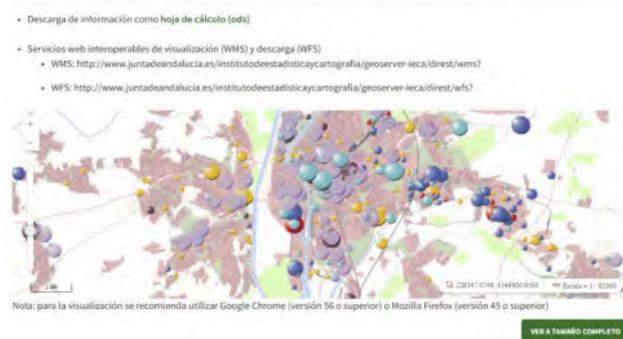


Figura 3. Página de producto de geolocalización de establecimientos con actividad económica

de abstracción o fachada, colocada sobre una capa de implementación tecnológica *open source*, como puede ser *Open Layers* o *Leaflet*. Es de uso muy sencillo y ofrece funcionalidades comunes en la construcción de visualizadores de mapas tales como, intérprete de contextos de mapas, filtros alfanuméricos y espaciales para capas vectoriales, o integración con otros servicios del SIG Corporativo (geocodificación, geoprint, etc.), entre otros.

- **El Banco de Datos Estadísticos de Andalucía (BADEA).** Es el repositorio de información estadística que, partiendo del principio de dato único e información accesible, permite al usuario adaptar la información a sus necesidades. Tiene como objetivo servir de repositorio no sólo a la información que elabora el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) sino también al resto del Sistema Estadístico y Cartográfico de Andalucía (SECA). Los datos estadísticos fundamentales de toda la información del proyecto están cargados en ESPAND para consulta y descarga por los usuarios que los demanden.

3. RESULTADOS

La sistemática de trabajo se basa en la captura, procesamiento, análisis y difusión de la información sobre Espacios Productivos en Andalucía. Se utilizan herramientas SIG para la gestión de datos espaciales, la geocodificación de direcciones y la generación de mapas. Se aplican criterios de calidad para garantizar la precisión y la actualidad de la información.



Figura 4. Plataforma Web de Mantenimiento del Callejero Digital de Andalucía Único

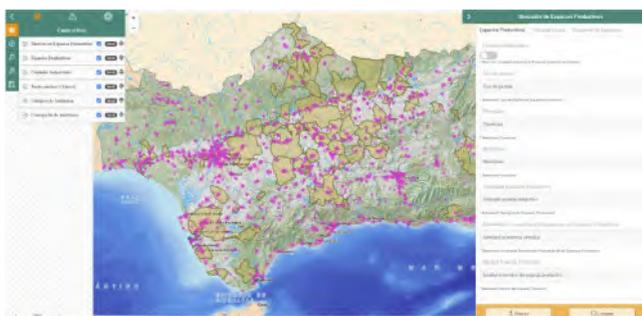


Figura 5. Visualizador del proyecto ESpacios Productivos de ANDalucía (ESPAND)

ESPAND ha permitido generar un inventario completo y actualizado de los Espacios Productivos de Andalucía, incluyendo información sobre su ubicación, características, infraestructuras y empresas instaladas.

El visor cartográfico web, desarrollado expresamente para este proyecto, proporciona una herramienta amigable e intuitiva para la consulta de la información obrante en el proyecto. Como ya se ha comentado, está desarrollado en el marco tecnológico de *software* libre definido por el SIG-Corporativo de la Junta de Andalucía (ADA, s.f), siendo el principal componente Mapea (ADA s.f), que es una librería *javascript* para la construcción de visualizadores de mapas. El visor cuenta con un primer apartado de visualización y consulta de los diferentes grupos de datos existentes en el proyecto, junto con un potente motor de búsquedas, objetivo fundamental en el planteamiento del visor, definido por un «panel lateral de búsquedas» que permite la búsqueda y consulta, entre otros por los campos: localidad, tipología del espacio, superficie, uso, etc.

Junto con las funcionalidades comunes de búsqueda y dada la naturaleza del proyecto, se ha desarrollado un nuevo *Plug-in* de Mapea que permita la visualización en pantalla, en forma de tabla, del listado de establecimientos existentes en una referencia catastral concreta, sobre la que se realice una consulta.

El visor cuenta con tres grupos de capas diferenciadas⁴:

- Información geográfica general, que contará con infor-

⁴<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/visores/espacios-productivos/>

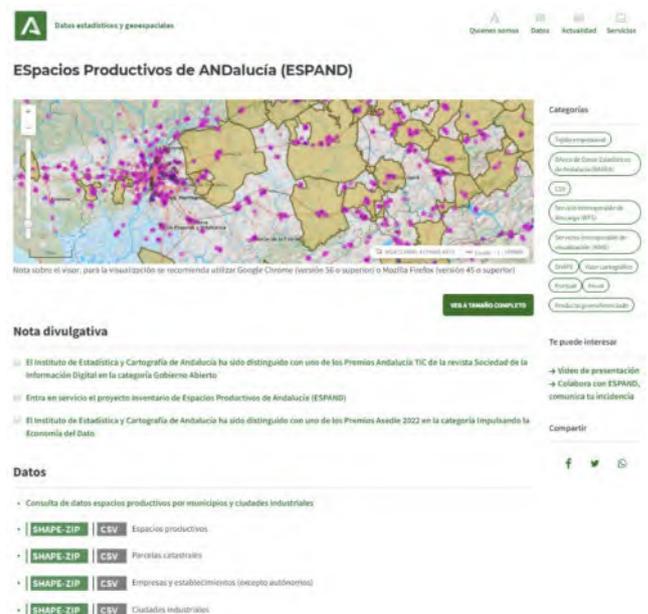


Figura 6. Página de producto del proyecto ESpacios Productivos de ANDalucía (ESPAND)

mación general, caso de ortofotografías, MDT, o el Mapa Multiescala de Andalucía.

- Información temática específica, con las capas correspondientes al CDAU (IECA, 2024), en concreto las capas de vías y portales.
- Información temática particular propia del proyecto, que incluirá información de los «Espacios Productivos de Andalucía», nombre y tipología del espacio, municipio en el que se enclava, dirección, datos de contacto, etc.

La información completa sobre el visor se encuentra en el manual del usuario que se encuentra en la página de producto del proyecto, donde también se proporciona un video tutorial. (IECA, 2023).

La disponibilidad de datos en diferentes formatos facilita su reutilización y análisis. ESPAND difunde tres tipos de información accesible desde su página de producto (IECA, 2023). En primer lugar capas geográficas vectoriales (*Shape*) y archivos csv sobre los espacios productivos, parcelas catastrales, empresas y establecimientos (excepto autónomos) y ciudades industriales. En segundo lugar se ofrecen servicios web interoperables de visualización (WMS) y descarga (WFS) con la información anterior y además la información auxiliar sobre telecomunicaciones, gasoductos, líneas y subestaciones eléctricas. Por último se difunde un apartado de consulta específico por provincias, municipios y áreas territoriales de empleo sobre los espacios productivos y las ciudades industriales. Este apartado incluye una amplia información estadística relativa a las características por superficie, tipo y estados de los espacios productivos, número de establecimientos en dichos espacios, por tipo de actividad y estrato de asalariados, paro registrado, egresados universitarios y FP por ámbito de estudios, etc.

Toda esta información de carácter geográfico y estadístico presenta una potencialidad efectiva de reutilización y de estudio, facilitando que este producto se convierta en un ejemplo de herramienta con capacidades analíticas en un marco de datos abiertos ofrecidos por la administración autonómica de Andalucía.

El proyecto ESPAND no solo destaca por su visor interactivo y las herramientas de análisis que proporciona para explorar los espacios productivos en Andalucía, sino que lo complementa con un conjunto de datos estadísticos fundamentales que aportan un valor estratégico único, ofreciéndose un enlace desde la página de producto, para la consulta del conjunto de tablas cargadas en el Banco de Datos Estadísticos de Andalucía (BADEA) (IECA, 2023). Estas estadísticas están diseñadas para proporcionar una visión integral del tejido productivo y socioeconómico de la región, convirtiéndose en una herramienta imprescindible para la toma de decisiones fundamentadas en ámbitos clave como la planificación territorial, la inversión empresarial, el diseño

de políticas públicas y el análisis del mercado laboral.

Entre la información estadística disponible, se incluyen datos como el número de espacios productivos, su superficie y el número de establecimientos, una información esencial para evaluar la capacidad de los espacios y su potencial económico. También se desglosa el estado y tipología de los espacios, lo que permite a los usuarios identificar oportunidades de desarrollo, reutilización o inversión en áreas específicas. Además, se presenta información detallada sobre la superficie de parcelas y el número de establecimientos según actividad económica y tamaño empresarial, facilitando análisis sectoriales y estratégicos para la localización de nuevas empresas o la expansión de actividades económicas.

Por otra parte, ESPAND ofrece un análisis detallado del mercado laboral, con datos sobre paro registrado desglosados por edad, sexo, nivel de estudios y sector de actividad. Esta información resulta clave para identificar tendencias de empleo, diseñar estrategias de formación y capacitación, y orientar iniciativas para la reducción del desempleo. Asimismo, los datos sobre la situación laboral de egresados universitarios y de formación profesional proporcionan una base sólida para ajustar las políticas educativas a las demandas del mercado así como para conocer con más detalle la capacitación del mercado laboral que ofrece cada zona.

En conjunto, ESPAND no solo permite conocer el estado actual de los espacios productivos, sino que ofrece una base estadística robusta para anticipar tendencias, optimizar decisiones de inversión y fomentar un desarrollo socioeconómico sostenible y equilibrado en Andalucía. Es una herramienta integral para responsables públicos, empresarios, inversores y analistas estratégicos. En este sentido, el Plan Andalucía CRECE Industria, iniciativa del Gobierno de Andalucía diseñada para fortalecer el tejido industrial de la región, mejorar su competitividad y fomentar un crecimiento sostenible y tecnológicamente avanzado, ha desarrollado actuaciones para la integración territorial, fortaleciendo los espacios productivos mediante herramientas como la Red



Figura 7. Ejemplo de consulta de datos estadísticos del proyecto

de Ciudades Industriales de Andalucía, que se ha apoyado en el proyecto ESPAND para su desarrollo. Así mismo en la futura Ley de Espacios Productivos de Andalucía, que busca mejorar la gestión y planificación de los polígonos industriales y zonas empresariales, ESPAND jugará un papel importante como base de información para el diagnóstico, así como para la modernización de los espacios, la atracción de inversiones y la coordinación entre administraciones.

4. CONCLUSIONES

ESPAND se ha consolidado como una herramienta de inteligencia de gobierno para la promoción del suelo industrial en Andalucía. El proyecto ha demostrado la importancia de la integración de datos de diversas fuentes para la generación de información de valor para la toma de decisiones. La metodología empleada y las herramientas desarrolladas pueden servir de referencia para la creación de catálogos de suelo industrial en otros territorios. La integración del proyecto en el sistema de planificación estadístico y cartográfico de Andalucía, garantiza su actualización periódica y su sometimiento a procesos de mejora de la calidad de los datos, la incorporación de nuevas funcionalidades al visor web, y la integración de nuevos conjuntos de datos, que ilustren el conjunto de los factores de localización industrial. Finalmente, el gran reto de futuro del proyecto es llevar a cabo un rediseño global que permita la construcción de un sistema de información distribuido.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido posible gracias a la colaboración de diversos organismos tanto de la Junta de Andalucía como de la Administración General del Estado, a los que queremos trasladar nuestro agradecimiento.

Agencia TRADE. Junta de Andalucía

Agencia Andaluza de la Energía, Junta de Andalucía

Agencia Pública de Puertos de Andalucía, Junta de Andalucía

Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía. Junta de Andalucía

Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía

Dirección General de Economía Digital e Innovación. Junta de Andalucía

Secretaría General de Empresa, Innovación y Emprendimiento, Junta de Andalucía

Puerto de Huelva.

Puerto de Bahía de Algeciras

Puerto de Málaga

Secretaría General de Industria y Minas. Junta de Andalucía

REFERENCIAS

Agencia Digital de Andalucía. (s.f). Sistema de Información Geográfica Corporativo de la Junta de Andalucía (SIGC). <https://sigcorporativo-ja.github.io/>

Agencia Digital de Andalucía. (s.f). MAPEA. <https://github.com/sigcorporativo-ja/Mapea4/wiki>

Agencia Andaluza de la Energía (23 de octubre 2024). Mapa de Infraestructuras Energéticas de Andalucía. <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/miea/>

Confederación de Empresarios de Cádiz, (2 de diciembre de 2024). Guía de suelo industrial de la provincia de Cádiz. <https://guiasueloindustrialcadiz.empresariosdecadiz.es/>

Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda. Junta de Andalucía (1 de diciembre de 2024). SITUA@ Difusion. Consulta de planes urbanísticos y territoriales en Andalucía. <https://ws132.juntadeandalucia.es/situadifusion/pages/search.jsf>

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental (1 de diciembre de 2024). Catálogo de Suelo Industrial de Andalucía. <https://sueloindustrial.eu/>

Diputación Provincial de Granada. (2020). Catálogo de Suelo Industrial de Granada. <http://https://catalogoindustrial.granadaempresas.es/>

Diputación Provincial de Sevilla. (2020) catálogo de suelo industrial y centros de empresas de Sevilla. <https://sueloindustrial.prodetur.es/>

Dirección General del Catastro (18, de octubre 2024). Sede electrónica del catastro <https://www.sedecatastro.gob.es/>

Dirección General del Catastro (01, de diciembre 2024). Fichero informático de remisión de catastro. https://www.catastro.hacienda.gob.es/documentos/formatos_intercambio/catastro_fin_cat_2006.pdf

Dirección General del Catastro (01, de diciembre 2024). Metodología Mapas temáticos catastrales. https://www.catastro.hacienda.gob.es/ayuda/METODOLOGIA_MAPAS%20TEMATICOS_DEF.pdf

Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire). DOUE núm. 108, de 25 de abril de 2007,

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (28 de septiembre 2024). Datos Espaciales de Referencia (DERA) <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/datos-espaciales-de-referencia-de-andalucia-dera>

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalu-

- cia (28 de diciembre 2023). Pagina de producto ESPacios Productivos de ANDalucía (ESPAND) <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/espacios-productivos-de-andalucia-espand>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (28 de diciembre 2023). Memoria técnica de la actividad Espacios Productivos de Andalucía(ESPAND) <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/sites/default/files/docs/071-espacios-productivos-MT070106.pdf>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (28 de diciembre 2023). Visor Cartográfico ESPAND <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/visores/espacios-productivos/>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (28 de diciembre 2023). Manual de usuario visor Cartográfico <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/sites/default/files/docs/071-espacios-productivos-manual-de-usuario-ESPAND-9i1a.pdf>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (28 de diciembre 2023). video tutorial. https://www.youtube.com/watch?v=r37_VpX67-E
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (28 de diciembre 2023). Consulta de datos espacios productivos por municipios y ciudades industriales https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/informe/anual?CodOper=b3_3195&idNode=100571 [https://www.ieca.junta-andalucia.es/visores/espacios-productivos/Callejero Digital de Andalucía Unificado \(CDAU\) https://www.callejerodeandalucia.es/portal/datos](https://www.ieca.junta-andalucia.es/visores/espacios-productivos/Callejero Digital de Andalucía Unificado (CDAU) https://www.callejerodeandalucia.es/portal/datos)
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (29 octubre 2024). Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/directorio-de-empresas-y-establecimientos-con-actividad-economica-en-andalucia>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (2 de diciembre de 2024). Inventario Toponímico de Asentamientos de la Comunidad de Andalucía (ITACA) <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/inventario-toponimico-de-asentamientos-de-la-comunidad-de-andalucia-itaca>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (15 de noviembre de 2024). Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía (SIPOB). <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/sistema-de-informacion-de-poblaciones-de-andalucia-sipob>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (22 de noviembre de 2024). Alink. Herramienta de fusión de ficheros. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/herramienta-de-fusion-de-ficheros-alink>
- Instituto Geográfico Nacional. (15 de octubre 2024) Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) <https://pnoa.ign.es/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2 de noviembre 2024) Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177032&menu=ultiDatos&idp=1254735976614
- Instituto de Fomento de Andalucía. (1995) Catálogo de suelo industrial de Andalucía.
- Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. BOE núm. 163, de 6 de julio de 2010
- Mendoza, A. (1 de enero de 2012) Los Catálogos Online de suelo Industrial en España. Revista Electrónica de recursos en Internet. <https://www.ub.edu/geocrit/ aracne/ aracne-155.htm>
- Méndez, J. (2 agosto 2010) La Junta publica los datos de 1.200 millones de metros de suelo industrial. El País. https://elpais.com/diario/2010/08/02/andalucia/1280701326_850215.html
- Open Gis Consortium (2 de diciembre 2024). OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification. https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=14416
- Open Gis Consortium (2 de diciembre 2024). Web Feature Service. <https://www.ogc.org/es/publications/standard/wfs/>

Sobre los autores

Agustín T. de Villar Iglesias

Licenciado en Geografía por la Universidad de Sevilla, ha realizado estudios de Ingeniería Geodésica y Cartográfica en la Universidad de Jaén. Especialista en Cartografía Catastral por la Universidad Autónoma de Madrid. Tiene decenas de

publicaciones sobre Infraestructuras de Datos Espaciales y Sistemas de Información Geográfica y ha sido profesor y ponente en numerosos seminarios y cursos sobre la materia. Consultor urbanístico en sus primeros años de ejercicio profesional, ha trabajado en la administración local y es Funcionario del Cuerpo Superior Facultativo de la Junta de Andalucía, en la especialidad de Geografía, desde el

año 1993, en los que ha ejercido entre otros los cargos de Jefe de Servicio de Difusión Cartográfica y Jefe de Servicio de Infraestructuras Geográficas. Actualmente ocupa la Subdirección del Área de Infraestructuras de Información del IECA. También es vocal del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (CODIIGE), del Consejo Superior Geográfico en representación de las Comunidades Autónomas, y Vocal de la Comisión Especializada de Observación del Territorio también del Consejo Superior Geográfico. Ejerce la coordinación general del proyecto ESPAND.

Cristina Caturla Montero

Jefa de servicio de producción cartográfica del IECA desde 2010. Es licenciada en Geografía y Experta Universitaria en Gestión y Uso de la Información Geográfica en la Administración Pública por la Universidad de Sevilla. Desde 2006 es funcionaria de la Junta de Andalucía desarrollando su actividad en la Consejería de Medio Ambiente y el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Su carrera profesional ha estado ligada a la teledetección y los sistemas de información geográfica, específicamente en la producción y procesos de aseguramiento de la calidad de datos geográficos. Entre los proyectos más relevantes hay que destacar la producción de las bases cartográficas oficiales de referencia de la Junta de Andalucía, la demarcación de los términos municipales o la Red Andaluza de Posicionamiento.

Eduardo Castilla Higuero

Licenciado en Geografía e Historia por la Universidad de Sevilla con un título de Post-Grado en SIG, igualmente por la Universidad de Sevilla.

Funcionario del Cuerpo Superior Facultativo de la Junta de Andalucía desde el año 1999, toda su carrera administrativa, desde el ingreso en la administración autonómica, ha estado asociada a los SIG, Teledetección y Fotografía aérea.

Desde 2017 ejerce como Jefe del Servicio de Infraestructuras Geográficas del IECA, puesto desde el que se administra la IDE-Andalucía y la Fototeca digital aérea de Andalucía.

En este proyecto es el responsable de la construcción del visor cartográfico, y la publicación de los servicios de mapas.

Elena Diáñez Vega

Licenciada en Geografía por la Universidad de Sevilla, con experiencia en los sectores público y privado en el ámbito de la planificación y la ordenación del territorio. Funcionaria de carrera en el Cuerpo Superior Facultativo desde el año 2009, en el año 2017 se incorpora al Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), y desarrolla su actividad en diversos proyectos del Servicio de Producción Cartográfica, estando a

cargo del Gabinete de Mapas. Es responsable de la dirección técnica de los proyectos desarrollados por el IECA «Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía» (SIPob) y «Datos Espaciales de Referencia de Andalucía» (DERA), entre otros, y miembro del grupo de trabajo del proyecto ESPAND.

José Ignacio Merchán Jiménez-Andrades

Licenciado en Geografía por la Universidad de Sevilla y Experto Universitario en Evaluación de los Impactos Ambientales del Planeamiento Urbanístico. Actualmente desempeña el puesto de Jefe de Gabinete de Investigación y Métodos Estadísticos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Ha trabajado en las Consejerías de Cultura y de Urbanismo y Ordenación del Territorio, ejerciendo la jefatura del Servicio de Planificación Turística en la Consejería de Turismo. En 2012 se incorpora a IECA donde desde ese momento asume la coordinación para toda Andalucía del proyecto del Callejero Digital de Andalucía Unificado. En el Proyecto ESPAND ejerce labores de relator.

José Antonio Moreno Muñoz

Es un experto en estadística con una sólida trayectoria académica y profesional. Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas por la Universidad de Sevilla y diplomado en Estadística por la Universidad de Granada, ha desempeñado múltiples puestos de trabajo y roles en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), destacando su actual cargo como Jefe del Servicio de Gestión de la Información.

Su experiencia profesional incluye la implementación y mantenimiento del Banco de Datos Estadísticos de Andalucía (BADEA), la coordinación del Callejero Digital de Andalucía y la dirección técnica de diversos proyectos estadísticos y cartográficos. Además, ha liderado la creación de marcos geográficos históricos y bases de datos espaciales.

Como docente, ha impartido cursos y conferencias en universidades y programas especializados, abarcando desde estadísticas públicas hasta sistemas de información geográfica. Ha publicado artículos en revistas científicas sobre integración de datos cartográficos y estadísticas, y participado en foros técnicos y congresos internacionales.

Ha recibido premios por su desempeño académico y cuenta con formación en herramientas estadísticas y cartográficas de diferente índole, así como en diferentes sistema de gestión de bases de datos. Su contribución ha sido fundamental para la mejora de la infraestructura estadística y cartográfica de Andalucía, integrando tecnología y metodologías innovadoras para la gestión de datos. En el proyecto Espand ha sido director facultativo de las asistencias técnicas contratadas en apoyo del proyecto.

La revolución digital en el sector de la construcción: del BIM a los permisos de construcción automatizados

REVISTA **MAPPING**

Vol.34, 217, 84-89

2025

ISSN: 1131-9100

The digital revolution in the construction industry: from BIM to automated building permits

Mayte Toscano Domínguez, Alejandro Villar Fernández

Resumen

El sector de la construcción ha sido tradicionalmente un campo donde los procesos administrativos y técnicos se realizaban de forma manual, lo que resultaba en retrasos, errores y falta de transparencia. Sin embargo, la adopción de tecnologías digitales está cambiando este paradigma. La Estrategia Digital Europea ha impulsado la innovación en diversos sectores, incluyendo la construcción, donde herramientas como el *Building Information Modeling* (BIM) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) están desempeñando un papel transformador.

En este marco, los Permisos de Construcción Digitales (DBP) y los Registros Digitales de Construcción (DBL) se posicionan como herramientas clave para modernizar el sector. Estas tecnologías no solo digitalizan procesos administrativos, sino que también generan datos reutilizables que son críticos para la planificación urbana y el desarrollo de ciudades sostenibles.

Estas herramientas, junto con tecnologías avanzadas como BIM, GIS y gemelos digitales, además de optimizar procesos administrativos, también generan datos abiertos valiosos para el análisis urbano y la sostenibilidad. Los proyectos europeos ACCORD y CHEK lideran esta transformación, integrando herramientas de automatización, interoperabilidad y análisis espacial que están redefiniendo la relación entre el sector de la construcción y el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (GIS).

A medida que se integran herramientas avanzadas, como los gemelos digitales y la automatización basada en ontologías, la relación entre el sector de la construcción y el GIS está evolucionando rápidamente. Este artículo explora cómo estas innovaciones impactan en el sector GIS y transforman su rol en la planificación y el análisis espacial.

Abstract

The construction sector has traditionally been a field where administrative and technical processes were performed manually, resulting in delays, errors and lack of transparency. However, the adoption of digital technologies is changing this paradigm. The European Digital Strategy has driven innovation in various sectors, including construction, where tools such as Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS) are playing a transformative role.

In this framework, Digital Building Permits (DBP) and Digital Building Registers (DBL) are positioned as key tools to modernize the sector. These technologies, besides digitizing administrative processes, also generate reusable data that is critical for urban planning and the development of sustainable cities.

These tools, together with advanced technologies such as BIM, GIS and digital twins, not only optimize administrative processes, but also generate valuable open data for urban analysis and sustainability. The European projects ACCORD and CHEK are leading this transformation, integrating automation, interoperability and spatial analysis tools that are redefining the relationship between the construction sector and the field of Geographic Information Systems (GIS).

As advanced tools such as digital twins and ontology-based automation are integrated, the relationship between the construction industry and GIS is rapidly evolving. This article explores how these innovations impact the GIS industry and transform its role in spatial planning and analysis.

Palabras clave: BIM, GIS, Gemelos digitales, Automatización, Sostenibilidad, Interoperabilidad

Keywords: BIM, GIS, Digital twins, Automation, Sustainability, Interoperability.

OGC

<https://orcid.org/0000-0001-9591-4152>

<https://orcid.org/0000-0002-5655-2686>

Recepción 12/12/2024

Aprobación 16/01/2025

1. DIGITAL BUILDING PERMITS Y DIGITAL BUILDING LOGS: PILARES DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La Estrategia Europea de Datos, lanzada en 2020 por la Comisión Europea, es un marco político que busca transformar a la Unión Europea en una economía basada en datos, donde estos se utilicen como un recurso estratégico para impulsar la innovación, la sostenibilidad y la competitividad. Esta estrategia tiene como objetivo principal crear un **mercado único de datos**, promoviendo el intercambio, la interoperabilidad y la soberanía digital dentro de la UE. Su implementación incluye la creación de espacios comunes de datos sectoriales, en áreas clave como la salud, la energía, la movilidad, y también, el entorno construido, donde conceptos como el *Digital Building Permit* y el *Digital Building Logbook* adquieren una relevancia particular.

2. ¿QUÉ SIGNIFICA LA ESTRATEGIA EUROPEA DE DATOS?

- 1. Soberanía digital.** Asegura que los datos generados en Europa se utilicen para el beneficio de sus ciudadanos y empresas, manteniendo el control sobre su acceso y uso.
- 2. Interoperabilidad y estandarización.** Promueve marcos y normas técnicas para garantizar que los datos puedan ser compartidos y reutilizados entre diferentes sectores y países.
- 3. Innovación impulsada por datos.** Facilita la creación de nuevos servicios y aplicaciones basadas en datos, acelerando la transición hacia una economía digital.
- 4. Espacios comunes de datos.** Crea ecosistemas específicos donde los actores del sector pueden compartir información bajo reglas claras y seguras, fomentando la confianza y la colaboración.

En el sector de la construcción, esta estrategia tiene el potencial de transformar profundamente los procesos mediante la digitalización de las operaciones, el acceso a datos en tiempo real y la optimización de los recursos. Conceptos como el *Digital Building Permit* y el *Digital Building Logbook* ilustran cómo la gestión de datos puede aplicarse en la práctica para abordar desafíos específicos.

PERMISO DE CONSTRUCCIÓN DIGITAL (DIGITAL BUILDING PERMIT)

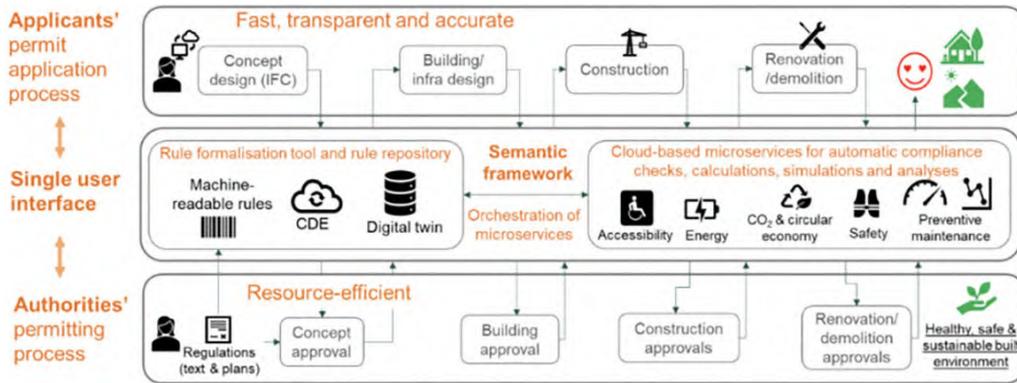
El *Digital Building Permit* se refiere a la digitalización integral del proceso de obtención de permisos de construcción. Este enfoque busca reemplazar los procedimientos tradicionales en papel por sistemas electrónicos que permitan la presentación, evaluación y aprobación de solicitudes de construcción de manera más eficiente y transparente. La implementación de permisos de construcción digitales facilita la interoperabilidad entre diferentes plataformas y autoridades, reduciendo tiempos y costos asociados al proceso de autorización. Iniciativas como la red EUNet4DBP (*European Network for Digital Building Permit*) han trabajado en la definición de estrategias comunes para desarrollar herramientas y métodos digitales en la emisión de permisos de construcción, promoviendo su adopción generalizada y apoyando la interoperabilidad a nivel europeo.

3. BITÁCORA DIGITAL DE EDIFICIOS (DIGITAL BUILDING LOGBOOK)

El *Digital Building Logbook* es una herramienta digital que actúa como un repositorio común para todos los datos relevantes de un edificio a lo largo de su ciclo de vida. Su objetivo es facilitar la transparencia, la confianza y la toma de decisiones informadas, así como el intercambio de información entre los actores del sector de la construcción, propietarios, ocupantes, instituciones financieras y autoridades públicas. Esta bitácora digital puede incluir documentos administrativos, planos, características técnicas, datos de rendimiento energético, información sobre materiales de construcción y registros de mantenimiento, entre otros. La Comisión Europea ha promovido el desarrollo de un modelo armonizado para las bitácoras digitales de edificios, buscando estandarizar la recopilación y gestión de datos, y fomentar su implementación en los Estados miembros.

4. ACCORD Y CHECK COMO PROYECTOS CLAVE

En el marco de la modernización del sector de la construcción en Europa, diversos proyectos han inte-



grado los conceptos de **Digital Building Permits** y **Digital Building Logbooks** como elementos clave de sus estrategias. A continuación, se describen algunas de las iniciativas más destacadas en este ámbito.

5. ACCORD

El proyecto ACCORD (2022-2025), acrónimo de **Automated Compliance Checking and Orchestration of Building Projects**, es una iniciativa de alcance europeo diseñada para revolucionar los procesos de gestión y obtención de permisos de construcción mediante la digitalización. Este proyecto tiene como principal objetivo desarrollar un marco semántico que permita la verificación automatizada del cumplimiento normativo, promoviendo una mayor eficiencia y transparencia en el sector de la construcción.

Entre los desarrollos previstos en ACCORD se incluyen:

- Una herramienta para la formalización de reglas basada en tecnologías semánticas
- Una base de datos de reglas formuladas en un marco semántico interoperable
- Microservicios para la automatización de la verificación normativa en construcción
- APIs abiertas y estandarizadas para facilitar la in-



tegración de datos entre los permisos de construcción, el cumplimiento normativo y otros sistemas de información

ACCORD también se implementa en diversas demostraciones piloto en varios países europeos, cada una con un enfoque específico en función de

los desafíos locales:

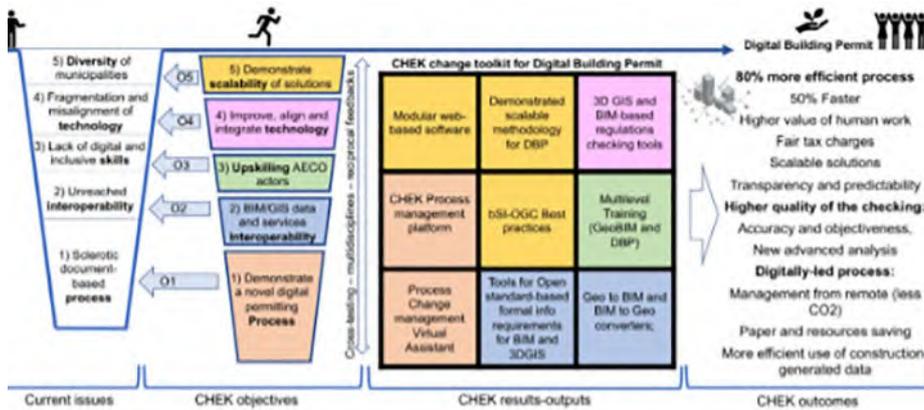
- **Estonia y Finlandia.** El proyecto trabaja en la verificación automática de normativas de planificación y zonificación en Estonia, mientras que en Finlandia se enfoca en crear espacios urbanos seguros y saludables mediante la digitalización del proceso de permisos.
- **Alemania.** Se centra en la automatización de permisos de uso del suelo y la certificación de edificios sostenibles. Esto incluye la integración de microservicios para verificar el cumplimiento normativo relacionado con sostenibilidad y uso del suelo antes de otorgar permisos.
- **Reino Unido.** Aborda la integridad del diseño de componentes estructurales para casas modulares de acero, empleando modelado BIM y análisis por elementos finitos (FEA), garantizando así el cumplimiento de estándares de seguridad estructural.
- **España.** En el ayuntamiento de Malgrat de Mar, ACCORD trabaja en la automatización de la verificación de normativas urbanísticas mediante la integración de BIM y datos catastrales abiertos. Esto busca agilizar el proceso de diseño y obtención de permisos.

6. CHEK

El proyecto **CHEK** (*Change Toolkit for Digital Building Permit*, 2022-2025) es otra iniciativa europea orientada a superar las barreras que enfrentan los municipios para digitalizar los procesos de permisos de construcción. CHEK busca desarrollar soluciones escalables que incluyan estándares abiertos, interoperabilidad (tanto geoespacial como BIM), herramientas educativas para cerrar brechas de conocimiento y tecnologías avanzadas para la digitalización de permisos y la verificación automatizada de conformidad.

Entre las metas de CHEK destacan:

- La adaptación de tecnologías digitales a los pro-



del proyecto Žižkov Freight Station. La construcción es nueva y el uso del edificio es educativo.

7. EL FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL APOORTE AL SECTOR GIS

cesos municipales, permitiendo nuevos enfoques y modelos empresariales

- El desarrollo de estándares abiertos de datos, integrando BIM y modelos urbanos 3D mediante GeoBIM
- La capacitación de empleados públicos y otros usuarios clave
- La mejora e integración de tecnologías existentes
- La demostración de escalabilidad en diferentes contextos europeos

CHEK aspira a digitalizar completamente los permisos de construcción, automatizando parcialmente las verificaciones de conformidad, lo que podría mejorar la eficiencia en un 60 % y fomentar la adopción de **Digital Building Permits** en el 85 % de los municipios europeos.

El Proyecto CHEK cuenta con varios sitios de demostración en Europa, donde se probarán y evaluarán las soluciones desarrolladas. Estos sitios representan diversas configuraciones urbanas y desafíos regulatorios, lo que permitirá adaptar y escalar las tecnologías y procesos digitales para la emisión de permisos de construcción en diferentes contextos, los cuales son:

- **Lisboa, Portugal.** Proyecto de nueva construcción en un terreno urbano vacío, con uso mixto residencial y comercial.
- **Vila Nova de Gaia, Portugal.** Una nueva construcción de una casa unifamiliar ubicada en Rua Boavista | Rua Nuno Augusto de Oliveira Ramos.
- **Ascoli Piceno, Italia.** Ubicado en Via Genova, 4-6, este proyecto se centra en la renovación urbana mediante la demolición de edificios antiguos y la construcción de nuevos. El proyecto tiene un uso mixto, combinando residencial, comercial y servicios, con al menos un 70 % de ocupación residencial.
- **Praga, República Checa.** Ubicado en Habrová Str., este proyecto se enfoca en la construcción de una escuela pública como parte del desarrollo

La implementación de **Digital Building Permits** y **Digital Building Logs** está transformando el paisaje de la construcción.

A medida que estas herramientas se integran en los procesos de construcción, los escenarios futuros que se vislumbran incluyen:

- **Construcción digitalizada.** En un futuro no muy lejano, los proyectos de construcción podrían gestionarse completamente de manera digital, desde la solicitud de permisos hasta el monitoreo continuo del proyecto. Esto eliminará la necesidad de documentos físicos y reducirá significativamente los errores y las demoras.
- **Gemelos digitales en tiempo real.** Los *Digital Building Logs* alimentarán gemelos digitales en tiempo real, permitiendo un monitoreo continuo y predictivo de los proyectos. Esto permitirá a los desarrolladores y reguladores anticipar problemas antes de que ocurran y tomar decisiones informadas rápidamente.
- **Interoperabilidad global de datos.** Con el avance los espacios de datos, se espera que los sistemas de construcción sean interoperables a nivel global. Esto facilitará la colaboración internacional y permitirá que los estándares y mejores prácticas se compartan y adopten ampliamente.

8. EL ROL ESTRATÉGICO DEL GIS EN LA CONSTRUCCIÓN

Los GIS ofrecen una plataforma robusta para la gestión y análisis de datos espaciales que son críticos en cada etapa del ciclo de vida de un proyecto de construcción, desde la planificación inicial hasta la operación y el mantenimiento. Su capacidad para integrar y visualizar datos geoespaciales en 2D y 3D permite tomar decisiones más informadas y basadas

en datos. Entre sus aplicaciones más destacadas se incluyen:

- **Evaluaciones de viabilidad.** Identificación de terrenos óptimos considerando variables geográficas, climáticas y normativas
- **Gestión de riesgos.** Monitoreo de áreas propensas a desastres naturales como inundaciones, deslizamientos de tierra o terremotos
- **Planificación urbana inteligente.** Creación de modelos urbanos en 3D que facilitan la planificación de infraestructuras y la optimización de recursos

9. GEOBIM: LA UNIÓN DE BUILDINGSMART Y EL OGC PARA UNA CONSTRUCCIÓN CONECTADA

GeoBIM es la integración del Modelado de Información de Construcción (BIM) con los Sistemas de Información Geográfica (GIS). Este concepto se centra en aprovechar las fortalezas de ambas disciplinas para conectar la información detallada de los edificios (BIM) con su contexto geográfico y territorial (GIS). La colaboración entre *buildingSMART International* (bSI) y el *Open Geospatial Consortium* (OGC) ha dado lugar a iniciativas y grupos de trabajo dedicados a estandarizar e impulsar esta integración en beneficio del sector de la construcción y otros dominios relacionados.

10. EL GRUPO DE TRABAJO GEOBIM

El grupo de trabajo conjunto entre *buildingSMART* y OGC tiene como objetivo principal superar las barreras técnicas y de interoperabilidad que existen entre los estándares utilizados en el mundo del BIM y el GIS. Los estándares como IFC (*Industry Foundation Classes*), ampliamente usados en BIM, y los estándares OGC como GML, CityGML y GeoJSON, fundamentales en GIS, históricamente han operado de forma aislada. Este grupo trabaja para alinear estos estándares y fomentar un ecosistema donde ambos conjuntos de datos puedan interactuar sin fricciones.

Objetivos del Grupo de Trabajo GeoBIM

1. Interoperabilidad entre estándares BIM y GIS

- Definir protocolos y modelos para facilitar la inte-

roperabilidad entre IFC (bSI) y CityGML (OGC), así como otros formatos abiertos.

- Crear perfiles específicos de estándares para su uso en casos concretos, como permisos de construcción digitales o simulaciones urbanas.

2. Creación de estándares abiertos

- Desarrollar estándares abiertos que permitan el intercambio fluido de información entre plataformas BIM y GIS, promoviendo la transparencia y la colaboración.
- Fomentar la adopción de estos estándares en herramientas y *software* existentes, garantizando su escalabilidad y facilidad de implementación.

3. Estandarización semántica

- El OGC lidera la integración de ontologías espaciales y estándares geoespaciales en el modelo RDF, asegurando que las normativas y reglas incorporen información geográfica de manera eficiente y precisa.
- Colabora en la alineación de las ontologías RDF con estándares como CityGML y GeoSPARQL, garantizando que las verificaciones automáticas incluyan datos espaciales esenciales.

4. Optimización de procesos en el sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción)

- Facilitar la digitalización de procesos clave como el diseño, la construcción y la gestión de infraestructuras.
- Mejorar la integración de información geoespacial en los flujos de trabajo de construcción, permitiendo un análisis más profundo del impacto ambiental, la sostenibilidad y la planificación.

5. Soporte a los objetivos de sostenibilidad

- Usar GeoBIM para promover la economía circular y la eficiencia energética en los proyectos de construcción.
- Ayudar a los responsables de políticas públicas y a las autoridades locales a tomar decisiones basadas en datos mediante el uso de modelos integrados de ciudades y edificios.

6. Fomentar la colaboración entre comunidades GIS y BIM

- Actuar como un puente entre las comunidades técnicas y profesionales de ambos campos, promoviendo un diálogo continuo y compartiendo buenas prácticas.

El grupo de trabajo entre *buildingSMART* y OGC re-

fleja un esfuerzo colaborativo para abordar desafíos fundamentales en la digitalización de la construcción y el urbanismo. A través de la interoperabilidad y los estándares abiertos, GeoBIM promete transformar la manera en que diseñamos, construimos y gestionamos nuestras ciudades y edificios, alineándose con los objetivos estratégicos de sostenibilidad, innovación y eficiencia en Europa y el mundo.

En el sector GIS, este grupo de trabajo destaca estos aspectos como los más importantes:

- **Nueva demanda de análisis espaciales avanzados.** La integración de BIM y GIS está impulsando la necesidad de herramientas más sofisticadas para el análisis de datos espaciales. Esto incluye la simulación de impactos ambientales, el análisis de accesibilidad y la optimización de diseños urbanos.
- **Expansión del uso de gemelos digitales.** Los gemelos digitales, basados en datos GIS, están siendo adoptados para modelar ciudades completas, permitiendo un análisis integral y colaborativo entre diferentes disciplinas.
- **Generación y uso de datos abiertos.** Los datos generados por DBP y DBL están alimentando plataformas de datos abiertos, ampliando el alcance del GIS en áreas como la planificación de transporte, el análisis de resiliencia urbana y la gestión de recursos naturales.
- **Mayor interoperabilidad.** La necesidad de integrar datos BIM, GIS y otros sistemas ha llevado a avances en interoperabilidad, facilitando flujos de trabajo más eficientes y colaborativos.
- **Reconfiguración del rol del profesional GIS.** A medida que el sector de la construcción adopta tecnologías digitales, los especialistas en GIS se están convirtiendo en actores clave para garantizar que los datos espaciales se utilicen de manera efectiva en el diseño y la planificación urbana.

11. CONCLUSIONES

La integración de tecnologías digitales en el sector de la construcción, como los DBP, DBL, BIM, GIS y gemelos digitales, está redefiniendo no solo los procesos constructivos, sino también el papel del GIS en el análisis y la planificación urbana. Proyectos como ACCORD y CHEK demuestran que estas innovaciones pueden transformar la forma en que diseñamos, construimos y gestionamos nuestras ciudades, promoviendo entornos más sostenibles, resilientes e inteligentes. El futuro del GIS está intrínsecamente ligado al de-

sarrollo de estas tecnologías, marcando el comienzo de una nueva donde veremos más integración BIM y GIS en las infraestructuras de datos nacionales, y en la que un nuevo demandante de datos espaciales nos requerirá más formatos y datos dedicados al sector de la construcción.

Sobre los autores

Mayte Toscano Domínguez

Con amplia experiencia en geoinformática y estándares de datos espaciales, Mayte Toscano es actualmente miembro activo del Open Geospatial Consortium (OGC). Su enfoque profesional está centrado en la promoción de la interoperabilidad de datos espaciales y la implementación de los principios FAIR en proyectos internacionales. Ha liderado iniciativas clave en la optimización de datos abiertos y en la adopción de estándares OGC para instituciones públicas y privadas. Toscano cuenta con una sólida formación académica y ha contribuido como autora en artículos y conferencias sobre servicios geoespaciales.

Alejandro Villar Fernández

Especialista en tecnologías de la información geoespacial, Alejandro Villar es parte del equipo técnico del Open Geospatial Consortium (OGC), donde trabaja en el desarrollo de soluciones tecnológicas que fomentan la interoperabilidad y el acceso abierto a datos geoespaciales. Con experiencia en diseño e implementación de APIs OGC y validación de datos mediante SHACL, Villar ha desempeñado un papel crucial en proyectos orientados a la optimización de datos de alto valor (HVD). Su carrera combina habilidades técnicas con una visión estratégica para la adopción de estándares internacionales, siendo un colaborador destacado en iniciativas que buscan mejorar la calidad y la reutilización de datos en múltiples sectores.

1. Información general

MAPPING es una revista técnico-científica que tiene como objetivo la difusión y enseñanza de la Geomática aplicada a las Ciencias de la Tierra. Ello significa que su contenido debe tener como tema principal la Geomática, entendida como el conjunto de ciencias donde se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica y su utilización en el resto de Ciencias de la Tierra. Los trabajos deben tratar exclusivamente sobre asuntos relacionados con el objetivo y cobertura de la revista.

Los trabajos deben ser originales e inéditos y no deben estar siendo considerados en otra revista o haber sido publicados con anterioridad. MAPPING recibe artículos en español y en inglés. Independientemente del idioma, todos los artículos deben contener el título, resumen y palabras claves en español e inglés.

Todos los trabajos seleccionados serán revisados por los miembros del Consejo de Redacción mediante el proceso de «Revisión por pares doble ciego».

Los trabajos se publicarán en la revista en formato papel (ISSN: 1131-9100) y en formato electrónico (eISSN: 2340-6542).

Los autores son los únicos responsables sobre las opiniones y afirmaciones expresadas en los trabajos publicados.

2. Tipos de trabajos

- **Artículos de investigación.** Artículo original de investigaciones teóricas o experimentales. La extensión no podrá ser superior a 8000 palabras incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 40 referencias bibliográficas. Cada tabla o figura será equivalente a 100 palabras. Tendrá la siguiente estructura: título, resumen, palabras clave, texto (introducción, material y método, resultados, discusión y conclusiones), agradecimientos y bibliografía.
- **Artículos de revisión.** Artículo detallado donde se describe y recopila los desarrollos más recientes o trabajos publicados sobre un determinado tema. La extensión no podrá superar las 5000 palabras, incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 25 referencias bibliográficas.
- **Informe técnico.** Informe sobre proyectos, procesos, productos, desarrollos o herramientas que no supongan investigación propia, pero que sí muestren datos técnicos interesantes y relevantes. La extensión máxima será de 3000 palabras.

3. Formato del artículo

El formato del artículo se debe ceñir a las normas expuestas a continuación. Se recomienda el uso de la plan-

tila «Plantilla Texto» y «Recomendaciones de estilo». Ambos documentos se pueden descargar en la web de la revista.

- A. Título.** El título de los trabajos debe escribirse en castellano e inglés y debe ser explícito y preciso, reflejando sin lugar a equívocos su contenido. Si es necesario se puede añadir un subtítulo separado por un punto. Evitar el uso de fórmulas, abreviaturas o acrónimos.
- B. Datos de contacto.** Se debe incluir el nombre y 2 apellidos, la dirección el correo electrónico, el organismo o centro de trabajo. Para una comunicación fluida entre la dirección de la revista y las personas responsables de los trabajos se debe indicar la dirección completa y número de teléfono de la persona de contacto.
- C. Resumen.** El resumen debe ser en castellano e inglés con una extensión máxima de 200 palabras. Se debe describir de forma concisa los objetivos de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones.
- D. Palabras clave.** Se deben incluir de 5-10 palabras clave en castellano e inglés que identifiquen el contenido del trabajo para su inclusión en índices y bases de datos nacionales e internacionales. Se debe evitar términos demasiado generales que no permitan limitar adecuadamente la búsqueda.
- E. Texto del artículo de investigación.** La redacción debe ser clara y concisa con la extensión máxima indicada en el apartado «Tipos de trabajo». Todas las siglas citadas deben ser aclaradas en su significado. Para la numeración de los apartados y subapartados del artículo se deben utilizar cifras arábigas (1. Título apartado; 1.1. Título apartado; 1.1.1. Título apartado). La utilización de unidades de medida debe seguir la normativa del Sistema Internacional.

El contenido de los **artículos de investigación** puede dividirse en los siguientes apartados:

- **Introducción:** informa del propósito del trabajo, la importancia de éste y el conocimiento actual del tema, citando las contribuciones más relevantes en la materia. No se debe incluir datos o conclusiones del trabajo.
- **Material y método:** explica cómo se llevó a cabo la investigación, qué material se empleó, qué criterios se utilizaron para elegir el objeto del estudio y qué pasos se siguieron. Se debe describir la metodología empleada, la instrumentación y sistemática, tamaño de la muestra, métodos estadísticos y su justificación. Debe presentarse de la forma más conveniente para que el lector comprenda el desarrollo de la investigación.
- **Resultados:** pueden exponerse mediante texto, tablas y figuras de forma breve y clara y una sola vez. Se debe

resaltar las observaciones más importantes. Los resultados se deben expresar sin emitir juicios de valor ni sacar conclusiones.

- **Discusión:** en este apartado se compara el estudio realizado con otros que se hayan llevado a cabo sobre el tema, siempre y cuando sean comparables. No se debe repetir con detalle los datos o materiales ya comentados en otros apartados. Se pueden incluir recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras.
En algunas ocasiones se realiza un único apartado de resultados y discusión en el que al mismo tiempo que se presentan los resultados se va discutiendo, comentando o comparando con otros estudios.
- **Conclusiones:** puede realizarse una numeración de las conclusiones o una recapitulación breve del contenido del artículo, con las contribuciones más importantes y posibles aplicaciones. No se trata de aportar nuevas ideas que no aparecen en apartados anteriores, sino recopilar lo indicado en los apartados de resultados y discusión.
- **Agradecimientos:** se recomienda a los autores indicar de forma explícita la fuente de financiación de la investigación. También se debe agradecer la colaboración de personas que hayan contribuido de forma sustancial al estudio, pero que no lleguen a tener la calificación de autor.
- **Bibliografía:** debe reducirse a la indispensable que tenga relación directa con el trabajo y que sean recientes, preferentemente que no sean superiores a 10 años, salvo que tengan una relevancia histórica o que ese trabajo o el autor del mismo sean un referente en ese campo. Deben evitarse los comentarios extensos sobre las referencias mencionadas.
Para citar fuentes bibliográficas en el texto y para elaborar la lista de referencias se debe utilizar el formato APA (*American Psychological Association*). Se debe indicar el DOI (*Digital Object Identifier*) de cada referencia si lo tuviera. Utilizar como modelo el documento «**Como citar bibliografía**» incluido en la web de la revista. La exactitud de las referencias bibliográficas es responsabilidad del autor.
- **Currículum:** se debe incluir un breve Currículum de cada uno de los autores lo más relacionado con el artículo presentado y con una extensión máxima de 200 palabras.

En los **artículos de revisión e informes técnicos** se debe incluir título, datos de contacto, resumen y palabras claves, quedando el resto de apartados a consideración de los autores.

F. Tablas, figuras y fotografías. Se deben incluir solo

tablas y figuras que sean realmente útiles, claras y representativas. Se deben numerar correlativamente según la cita en el texto. Cada figura debe tener su pie explicativo, indicándose el lugar aproximado de colocación de las mismas. Las tablas y figuras se deben enviar en ficheros aparte, a ser posible en fichero comprimido. Las fotografías deben enviarse en formato JPEG o TIFF, las gráficas en EPS o PDF y las tablas en Word, Excel u Open Office. Las fotografías y figuras deben ser diseñadas con una resolución mínima de 300 pixel por pulgada (ppp).

G. Fórmulas y expresiones matemáticas. Debe perseguirse la máxima claridad de escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio. En el texto se deben numerar entre corchetes. Utilizar editores de fórmulas o incluirlas como imagen.

4. Envío

Los trabajos originales se deben remitir preferentemente a través de la página web <https://.revistamapping.com> en el apartado «OJS», o mediante correo electrónico a info@revistamapping.com. El formato de los ficheros puede ser Microsoft Word u Open Office y las figuras vendrán numeradas en un archivo comprimido aparte.

Se debe enviar además una copia en formato PDF con las figuras, tablas y fórmulas insertadas en el lugar más idóneo.

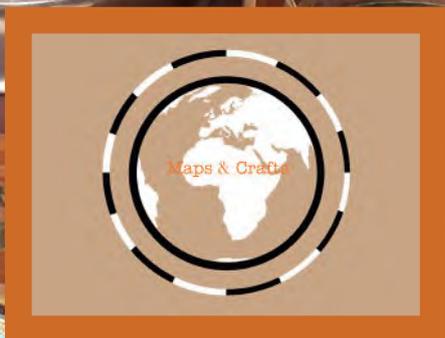
5. Proceso editorial y aceptación

Los artículos recibidos serán sometidos al Consejo de Redacción mediante «**Revisión por pares doble ciego**» y siguiendo el protocolo establecido en el documento «**Modelo de revisión de evaluadores**» que se puede consultar en la web.

El resultado de la evaluación será comunicado a los autores manteniendo el anonimato del revisor. Los trabajos que sean revisados y considerados para su publicación previa modificación, deben ser devueltos en un plazo de 30 días naturales, tanto si se solicitan correcciones menores como mayores.

La dirección de la revista se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos para su publicación, así como el introducir modificaciones de estilo comprometiéndose a respetar el contenido original. Se entregará a todos los autores, dentro del territorio nacional, la revista en formato PDF mediante enlace descargable y 1 ejemplar en formato papel. A los autores de fuera de España se les enviará la revista completa en formato electrónico mediante enlace descargable.

MAPS & CRAFTS



www.mapsandcrafts.com

info@mapsandcrafts.com



*Nuestra pasión es la Cartografía
y la artesanía hecha con ella*

CONTIGO TODO EL CAMINO



PLANIFICACIÓN > PROSPECCIÓN > DISEÑO > ORGANIZACIÓN > EJECUCIÓN > INSPECCIÓN

Sea cual sea el tipo de proyecto, el tamaño de su empresa o la aplicación específica, ponemos a su disposición una amplia gama de soluciones de medición y posicionamiento de precisión para satisfacer sus necesidades.

Descubra lo que otros profesionales como usted están logrando con la tecnología de Topcon.

topconpositioning.com/es-es/insights

Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica

www.ign.es

cartografía digital



Toda la Información Geográfica que
producimos disponible en
nuestro Centro de Descargas.

Instituto Geográfico Nacional
O. A. Centro Nacional de Información Geográfica

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

