

# MAPPING

VOL. 26 • Nº 186 • NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2017 • ISSN: 1131-9100



## VIII JORNADAS IBÉRICAS DE INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (PARTE I)

- El nuevo esquema europeo de interoperabilidad y las IDE.
- *Brief introduction to the reasons for creating a TWG.*
- APP CÁCERES VIEW. La IDE local al servicio del usuario.
- Implementación de una infraestructura de datos espaciales de patrimonio arqueológico: Tolmo de Minateda.
- Extracción de conocimiento mediante la aplicación de inteligencia artificial a la información espacial.
- *Implementation of an intermunicipal SDI. The Intermunicipal Community – Terras de Trás-os-Montes Case Study.*
- Infraestructuras de Datos Espaciales tridimensionales. Hacia un modelo real de la información geográfica.



# MAPPING

VOL.26 Nº186 NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2017 ISSN 1131-9100

## Sumario



Pág. 4

Editorial



Pág. 6

El nuevo esquema europeo de interoperabilidad y las IDE. *The new european interoperability framework and SDIs.*

Antonio F. Rodríguez, Emilio López, Agustín Cabria, Juan Manuel Rodríguez, Pedro Vivas



Pág. 12

Brief introduction to the reasons for creating a TWG. *Breve introducción a las razones para crear un TWG.*

Federico Yanguas, Olvido Tello, Susana Díez, José Enrique Frieyro, Laura Pascual, Begoña Vila



Pág. 20

APP CÁCERES VIEW. La IDE local al servicio del usuario. *CÁCERES VIEW APP. A local SDI for the users.*

Faustino Cordero, Luis Antonio Alvarez



Pág. 28

Implementación de una infraestructura de datos espaciales de patrimonio arqueológico: Tolmo de Minateda. *Archeological patrimony spatial data infrastructure implementation: Tolmo de Minateda.*

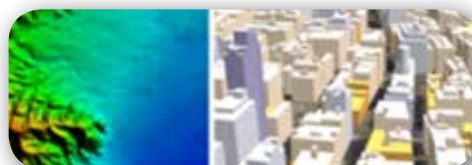
David Henández, Beatriz Felipe, Antonio Quintanilla, Soledad Belmar, Lorenzo Abad, Victoria Amorós, Sonia Gutiérrez, Diego Guerrero, Juan R. Charco, Diego González, Pablo Rodríguez, Jorge Onrubia, Juan F. Ruíz, José L. Lerma, José C. Martínez



Pág. 40

Extracción de conocimiento mediante la aplicación de inteligencia artificial a la información espacial. *Spatial artificial intelligence knowledge extraction.*

Jose Julio Rodrigo, Juan Jorge Rosales



Pág. 48

Implementation of an intermunicipal SDI . The Intermunicipal Community – Terras de Trás-os-Montes Case Study. *Implementación de una IDE intermunicipal. El caso de estudio de Terras de Trás-os-Montes.*

Nelson Mileu, Diogo Vieira, Paulo Morgado, André Vargas, Manuel Miranda, Hélia Pinéu, Paula Costa, Carlos Sousa, Hugo Trigo

Pág. 56

Infraestructuras de Datos Espaciales tridimensionales. Hacia un modelo real de la información geográfica. *3D spatial data infrastructure. Towards a real model of Geographical Information.*

Javier Valencia, Ángel Luis Muñoz

Pág. 66

Mundo Blog

Pág. 70

Mundo Tecnológico

Pág. 72

Noticias

Pág. 76

Agenda

Pág. 77

Colaboradores

## ***El conocimiento de hoy es la base del mañana***

MAPPING es una publicación técnico-científica con 26 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 26 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.26 Nº186 NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2017 ISSN 1131-9100

## DISTRIBUCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y VENTA

eGeoMapping S.L.  
C/ Linneo 37. 1ºB. Escalera Central  
28005. Madrid. España  
Teléfono: 910067223  
info@mappinginteractivo.es  
www.mappinginteractivo.es

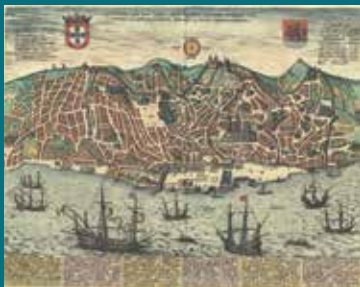
## MAQUETACIÓN

Atlis Comunicación - atlis.es

## IMPRESIÓN

Podiprint

Los artículos publicados expresan sólo 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:

Plano de la ciudad de Lisboa de 1598.  
Autores: Georg Braun y Frans Hogenber.  
Título: Olissipo quae nunc Lisboa, ciuitas  
amplissima Lusitaniae, ad Tagum...  
Editor digital: Institut Cartogràfic i  
Geològic de Catalunya.

Depósito Legal: M-14370-2015

ISSN: 1131-9100 / eISSN: 2340-6542

Los contenidos de la revista MAPPING  
aparecen en: Catálogo BNE, CIRC, Copac,  
Cruce- 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@egeomapping.com

## REDACTORA JEFA

Marta Criado Valdés  
mcriado@egeomapping.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

Joan Capdevilla Subirana  
Área de Fomento de la Delegación del  
Gobierno. Cataluña

Diego Cerda Seguel  
KMLOT.COM. Chile

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

Mercedes Farjas Abadía  
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen Femenia Ribera  
ETSIGCT. UPV. Valencia

Javier Fernández Lozano  
Fac. Ciencias. USAL. Salamanca

Mª Teresa Fernández Pareja  
ETSITGC. UPM. Madrid

Florentino García González  
Abogado

Diego González Aguilera  
EPSA. USAL. Salamanca

Francisco Javier González Matesanz  
IGN. Madrid

Luis Joyanes Aguilar  
UPSAM. Madrid

Álvaro Mateo Milán  
CECAF. Madrid.

Israel Quintanilla García  
ETSIGCT. UPV. Valencia

Antonio Federico Rodríguez Pascual  
CNIG. Madrid

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

Maximiliano Arenas García  
Acciona Infraestructuras. Madrid

César Fernando Rodríguez Tomeo  
IPGH. México

Miguel Bello Mora  
ElecNor Deimos. Madrid

Pilar Chías Navarro  
UAH. Madrid

Ignacio Durán Boo  
Informática El Corte Inglés. Madrid

Ourania Mavrantza  
KTIMATOLOGIO S.A. Grecia

Julio Mezcua Rodríguez  
Fundación J. García-Siñeriz

Ramón Mieres Álvarez  
TOPCON POSITIONING SPAIN. Madrid

Benjamín Piña Patón  
Área de Fomento de la Delegación del  
Gobierno. Cantabria

Jesús Velasco Gómez  
ETSITGC. UPM. Madrid



Es de justicia agradecer una vez más la colaboración de la revista MAPPING en la difusión de los resultados de las Jornadas de Infraestructuras de Datos Ibéricas al ofrecernos la posibilidad de publicar un número especial doble en el que se han seleccionado los artículos que han merecido mejores valoraciones del Comité Científico del evento.

Es una nueva oportunidad para difundir ideas, proyectos, buenas prácticas y novedades que resulta muy conveniente en un mundo globalizado e hiperconectado en el que a menudo se da la profecía autocumplida que consiste en que lo que se difunde y publicita como información de mayor impacto, finalmente lo es efectivamente, gracias al esfuerzo de difusión invertido.

En este caso, el lector podrá comprobar por sí mismo que no es así y que los textos aquí reunidos tienen un interés y relevancia intrínsecos que los hacen especialmente significativos. Constituyen además una foto fija de la evolución de los proyectos e iniciativas IDE que tienen lugar en el entorno ibérico, así como del estado de implementación de la Directiva INSPIRE.

En el campo que nos ocupa, este año pasado 2017 se puede resumir en tres puntos esenciales:

- La culminación progresiva de un avance continuado y sostenido hacia el cumplimiento de la Di-

rectiva INSPIRE, cuyos plazos parece que se van a cumplir de manera razonable y de acuerdo al Plan de Acción diseñado, en el que los mayores retrasos se dan por la necesidad de que los recursos INSPIRE sirvan para el reporte de Directivas medioambientales, cuyos requerimientos todavía no se han definido con precisión.

- La aparición de novedades técnicas y líneas de investigación del más alto interés, como las IDE tridimensionales, las aplicaciones de *machine learning*, las tecnologías de coche conectado, el establecimiento de un sistema de Identificadores Persistentes, las aplicaciones de las imágenes Sentinel, las aplicaciones en el entorno marino y las novedades OGC.
- La experiencia ya acumulada sobre la implementación de la Directiva INSPIRE, que está dando lugar a un conjunto de buenas prácticas y lecciones aprendidas extrapolables en muchos casos a los temas del anexo III, cuyo plazo de implementación vence completamente en el año 2021 y a otros temas.

En esta ocasión, las JIIDE han agrupado como cada año a los responsables de las IDE de Andorra, Portugal y España, y han contado con la eficaz organización y amable hospitalidad de la *Direção-Geral do Território*

de Portugal y la colaboración tanto del Centro Nacional de Información Geográfica como del *Govern d' Andorra*. Se han celebrado en el *Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa* (ISCTE) – *Instituto Universitário de Lisboa*, del 15 al 17 de noviembre. Han sido tres días muy intensos, con más de 300 personas inscritas, nada menos que 64 presentaciones en portugués, inglés y español, tres talleres (sobre Transformación de servicios IDE, Validación INSPIRE y Armonización de datos), cuatro mesas redondas (sobre Nuevos modelos de producción cartográfica, Datos abiertos, Coordinación de INSPIRE con los reportes ambientales e Interoperabilidad en la Administración), la reunión del GT IDEE y el 2º Encuentro Nacional de Infraestructuras de Información Geográfica (ENIIG 2017) y una reunión del Foro ILAF OGC.

El lema de las jornadas ha sido «Contribuciones para la interoperabilidad y la economía digital» y las presentaciones se han organizado en sesiones dedicadas a la implementación de INSPIRE, conjuntos de datos INSPIRE, gestión de infraestructuras, aplicaciones, nuevos desarrollos, soluciones y herramientas. Se han intercalado las presentaciones portuguesas y españolas, lo que junto con la presencia de técnicos de la IDE de Andorra, que han moderado una sesión, ha hecho que las jornadas hayan sido muy ibéricas y que se haya producido un intercambio real de ideas entre las tres comunidades.

Una de las novedades ha sido la organización de un premio a la mejor presentación elegida por votación de los asistentes, que han ganado *ex-aequo* y por empate «*Brief Introduction to the reasons for creating TWGs*» de Federico Yanguas (Instituto Hidrográfico de la Marina) y «*Procedimentos e resultados da monitorização INSPIRE em Portugal*» de Ana Luísa Gomes (*Direção-Geral do Território*).

Otra novedad ha consistido en la organización de cuatro mesas redondas de una hora de duración cada una, lo que creemos que ha sido un éxito porque ha roto la monotonía de este tipo de congresos y ha dado la oportunidad de generar un ambiente de debate y discusión muy sano y positivo.

Ha sido un evento en el que la organización ha brillado por su eficacia y amabilidad, lo que lo ha convertido en una cita muy agradable. La conferencia invitada corrió a cargo de Mick Cory, Secretario General de Eurogeographics, que departió sobre la «*Geographic information infrastructures contributions to digital interoperability and the digital economy*» y en suma,

podemos decir que el evento fue un completo éxito.

En este número ofrecemos una selección de los artículos más interesantes y mejor valorados por el Comité Científico, que bien puede servir de resumen, síntesis y muestra representativa de un evento anual hace tiempo consolidado como una de las citas más importantes sobre IDE en el continente.

Ya estamos pensando en la organización de las JIIDE2018 que tendrán lugar en el mes de octubre y en el Lazareto de Mahón, una espectacular fortaleza sanitaria fundada por Carlos III a finales del siglo XVIII en la Isla de Menorca. Allí os espero a todos.

**Salud e interoperabilidad.**  
**Antonio F. Rodríguez**  
GT IDEE



# El nuevo esquema europeo de interoperabilidad y las IDE

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 6-11  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

## *The new european interoperability framework and SDIs*

Antonio F. Rodríguez<sup>(1)</sup>, Emilio López<sup>(2)</sup>, Agustín Cabria<sup>(3)</sup>,  
Juan Manuel Rodríguez<sup>(4)</sup>, Pedro Vivas<sup>(5)</sup>

### Resumen

El pasado jueves 23 de marzo, la Comisión Europea aprobó la nueva versión del Esquema Europeo de Interoperabilidad (EIF), que sustituye a la anterior versión del año 2004 que sirvió de base para el Esquema Nacional de Interoperabilidad español definido en el Real Decreto 4/2010.

El nuevo EIF constituye una pieza clave dentro de la estrategia europea para alcanzar el objetivo del Mercado Digital Único en Europa. Está dirigido a mejorar la calidad e interoperabilidad de los servicios públicos electrónicos y mejorar las posibilidades de colaboración digital entre organismos de la administración y con actores externos. Establece directrices para la actualización de los Esquemas de Interoperabilidad Nacionales y contiene, un modelo conceptual en cuatro capas, doce principios básicos y un conjunto de recomendaciones sobre cómo deben las AA. PP. europeas comunicarse electrónicamente entre sí y con el ciudadano.

Aunque es una recomendación, se espera que sirva de base para la actualización de los esquemas de interoperabilidad nacionales. En este artículo se resume el contenido del EIF, se describe su filosofía, se analiza su impacto y consecuencias en la implementación de la Directiva INSPIRE tanto en Europa como en la IDE de España y se extraen algunas conclusiones.

### Abstract

On March the 23th the European Commission approved a new version of the European Interoperability Framework (EIF) adopted in 2004, which was the basis for the definition of the Spanish Interoperability Framework (Royal Decree 4/2010).

The new EIF is a key resource in the European strategy for the Digital Single Market. It is oriented to improve the quality and interoperability of public web services and enhance the possibilities of digital collaboration of public bodies among them and with external users. It defines guidelines for the updating of European National Interoperability Frameworks and includes a conceptual model in four layers, twelve basic principles and a set of recommendations about how European Public Administrations shall communicate among them and with citizens.

Although is a recommendation, it is expected that it can be a basis for the updating of National Interoperability Frameworks.

In this article, a summary of the new EIF, a description of its philosophy, an analysis of their impact in Directive INSPIRE implementation and some conclusions are provided.

**Palabras clave:** Interoperabilidad, estándar, estándar abierto, datos y servicios abiertos.

**Keywords:** Interoperability, standard, open standard, open data and open services.

Centro Nacional de Información Geográfica  
afrodriguez@fomento.es<sup>(1)</sup>, elromero@fomento.es<sup>(2)</sup>,  
agustin.cabria@cniig.es<sup>(3)</sup>, juanmanuel.rodriguez@cniig.es<sup>(4)</sup>,  
pvivas@fomento.es<sup>(5)</sup>

Recepción 07/12/2017  
Aprobación 27/12/2017



## 1. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de una decisión tomada por los Jefes de Estado europeos en la cumbre europea celebrada en Sevilla en el año 2002, la Comisión Europea publicó en el 2004 una primera versión del Esquema Europeo de Interoperabilidad (EIFv1), consistente en un modelo de interoperabilidad, unos principios básicos y unas recomendaciones para que los gobiernos europeos implementasen servicios web interoperables.

El EIFv1 sirvió de base para la definición de los Esquemas Nacionales de Interoperabilidad, en concreto en España dio lugar a la aprobación del Esquema Nacional de Interoperabilidad (ENI) establecido mediante el Real Decreto 4/2010 de 8 de enero.

En el ENI español se definían algunos conceptos básicos, como:

- Interoperabilidad: capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.
- Estándar abierto: estándar que es público y cuya utilización sea posible de manera gratuita o a un coste que no suponga una dificultad de acceso, y cuyo uso y aplicación no esté condicionado al pago de un derecho de propiedad intelectual o industrial.

Además se establecían tres niveles de interoperabilidad organizativa, técnica y semántica) y un conjunto de provisiones.

Desde el punto de vista de las Infraestructuras de Datos Espaciales, tres eran los aspectos considerados que nos parecieron más relevantes en el momento de su aprobación:

Principio de neutralidad tecnológica, que dice que las AA. PP. No deben discriminar al usuario en función de a solución tecnológica que haya escogido.

Utilización de estándares abiertos. Cuando las AA. PP. Publican un recurso, servicio web o funcionalidad, están obligadas al menos a ofrecer una alternativa basada en estándares abiertos.

Promoción del *software* libre indirecta, que se denomina de fuentes abiertas, como solución preferible para poder compartir aplicaciones y desarrollo dentro de la Administración.

## 2. MÉTODO

Para actualizar el EIFv1, la Comisión Europea decidió encargar al programa ISA<sup>2</sup>, (*Interoperability Solutions for Public Administration, business and citizens*) del Parlamen-

to Europeo y el Consejo, que cubre el periodo de 2015 a 2020, la realización de una encuesta pública, mediante un formulario en línea, que se llevó a cabo en el primer semestre de 2016 para conocer la opinión de los usuarios.

Participamos en esa encuesta pública y tenemos que decir que su desarrollo fue muy transparente, ya que una vez finalizado el plazo para realizar comentarios, sugerencias y propuestas de cambio, pudimos ver todas las aportaciones realizadas, anonimizadas como es natural, y viendo el resultado final de la nueva versión del EIF, creemos que se han seguido y e han tenido muy en cuenta la mayoría de las opiniones enviadas.

## 3. EL NUEVO ESQUEMA EUROPEO DE INTEROPERABILIDAD

El nuevo Esquema Europeo de Interoperabilidad (EIFv2) define un modelo de interoperabilidad en cuatro capas:

- Interoperabilidad legal, que se ocupa de asegurar que las organizaciones que actúan bajo marcos legales, políticas y estrategias (nacionales) diferentes en la Unión Europea, pueden trabajar y colaborar. Requiere que las legislaciones no bloqueen el establecimiento de servicios interoperables entre los Estados miembros.
- Interoperabilidad organizacional se ocupa de alinear procesos de negocio, responsabilidades y expectativas de manera que no haya barreras para la interoperabilidad. En la práctica se traduce en documentar adecuadamente los procesos y la información intercambiada, e integrarlos o al menos alinearlos suficientemente.
- Interoperabilidad semántica, que incluye lo que en otros contextos se conoce como interoperabilidad semántica y sintáctica, y se ocupa de que se preserven y entiendan el formato de los datos que se intercambian y el significado de la información que representan.
- Interoperabilidad técnica, cubre las aplicaciones e infraestructuras tecnológicas que comunican sistemas servicios. Incluye especificaciones de interfaces, servicios de interconexión, protocolos y presentación de datos.

Establece por otro lado doce principios esenciales:

- 1) Subsidiaridad y proporcionalidad. El principio de subsidiariedad requiere que las decisiones en la

## El nuevo EIF recomienda los datos abiertos, los estándares abiertos, el *software* libre y la reutilización de componentes

UE se tomen en el nivel más cercano posible al ciudadano, es decir que a nivel europeo solo se deben tomar las decisiones que resultan más efectiva a ese nivel que a nivel nacional. El principio de proporcionalidad limita las acciones de la UE a las estrictamente necesarias para cumplirlos tratados.

- 2) Apertura. Se entiende como datos abiertos, especificaciones abiertas y *software* libre (o de fuentes abiertas).
- 3) Transparencia. En este contexto, se refiere a: permitir a otras AA. PP., los ciudadanos y las empresas que conozcan y entiendan los procesos administrativos, las reglas internas, los datos, los servicios y los procedimientos de toma de decisiones; asegurar la disponibilidad pública de las interfaces de los sistemas de información, y asegurar el derecho a la protección de los datos personales.
- 4) Reusabilidad. Implica que las AA. PP. estén abiertas a compartir con otros sus soluciones de interoperabilidad, sus conceptos, esquemas, especificaciones, herramientas y componentes.
- 5) Neutralidad tecnológica y portabilidad de datos. Se trata de reducir al máximo las dependencias tecnológicas y mantenerla versatilidad suficiente para poder evolucionar con la tecnología del modo más ágil posible.
- 6) Centrarse en el usuario. Es muy importante que las necesidades y requerimientos de los usuarios guíen el diseño y desarrollo de los servicios públicos, teniendo en cuenta: que las soluciones multi-canal son preferibles, porque los usuarios pueden preferir canales diferentes; debe proporcionarse un único punto de contacto al usuario, y debe conseguirse sistemáticamente retroalimentación de los usuarios. Por otro lado hay que pedirle al usuario la información mínima y hacerlo una sola vez.
- 7) Inclusión y accesibilidad. La inclusión se ocupa de asegurar que todos los colectivos, superando brechas sociales, económicas y todo tipo de exclusión, accedan a los servicios públicos plenamente. Y la accesibilidad se ocupa de las personas con algún tipo de discapacidad.
- 8) Seguridad y privacidad. Los ciudadanos y las empresas deben estar seguros de que cuando interac-

túan con la Administración lo hacen en un entorno seguro y se respeta su privacidad.

- 9) Multilingüismo. Los servicios públicos europeos pueden ser potencialmente usados por cualquier Estado miembro, luego hay que tener muy en cuenta el multilingüismo en todo momento, tanto en las interfaces como en los datos.
- 10) Simplificación administrativa. La Administración debe ocultar su complejidad y hacer que las cosas sean sencillas y simples para el ciudadano. Hay que ofrecer servicios digitales por defecto y darles prioridad.
- 11) Preservación de la información. La legislación requiere que las decisiones y datos sean almacenados durante un tiempo determinado. Hay que asegurar que durante ese plazo de tiempo los recursos son recuperables y explotables. Y hay que definir una política de preservación a largo plazo, decidiendo qué datos hay que preservar.
- 12) Evaluación de la efectividad y la eficiencia. Hay muchas maneras de valorar los resultados de los servicios públicos interoperables (retorno de la inversión, coste total, nivel de adaptabilidad, reducción y simplificación de trabas administrativas, eficiencia, reducción de riesgos, transparencia, mejora de procesos, satisfacción del usuario...), pero hay que elegir un método para valorar su resultado.

Y a nivel práctico formula un total de 47 recomendaciones que se derivan de los anteriores principios:

- 1) Asegurarse de que el Esquema nacional de Interoperabilidad y las estrategias de interoperabilidad está alineadas con el EIFv2 y, si es necesario, adaptarlo y extenderlo para satisfacer las necesidades nacionales.
- 2) Publicar datos abiertos, a menos que haya un impedimento legal.
- 3) Asegurar que no hay barreras para el uso del *software* libre y tener en consideración, de manera justa y activa, la opción de utilizar *software* libre teniendo en cuenta los costes totales de cada solución.

Se recomienda incluso, no solo utilizar *software* libre como opción por defecto, sino además invertir en su desarrollo, como mecanismo para compartir soluciones dentro de las Administraciones Públicas.

- 4) Dar preferencia a las especificaciones abiertas, teniendo en cuenta la satisfacción de las necesidades a cubrir, la madurez, el soporte existente en cada caso y la innovación.

El uso de estándares abiertos es clave para la reutilización de recursos y la interoperabilidad. Se entiende por estándar abierto un estándar que tenga una descripción

gratuita, o a un coste tan bajo que no constituye una barrera para su utilización, cuyo uso sea gratuito y libre, y en cuya definición, desarrollo mantenimiento puedan participar libremente los actores implicados.

- 5) Proporcionar interfaces externas utilizables por otras administraciones para nuestros sistemas internos.
- 6) Reutilizar y compartir soluciones, y cooperaren el desarrollo de soluciones conjuntas.
- 7) Reutilizar y compartir dato e información, salvo impedimento legal, para implementar servicios públicos.
- 8) No imponer ninguna solución tecnológica, que sea específica o desproporcionadamente potente para las necesidades planteadas, a los ciudadanos, las empresas u otras administraciones.
- 9) Asegurar la portabilidad de datos.
- 10) Utilizar múltiples canales para proporcionar servicios públicos para asegurar ue los usuarios eligen el canal que mejor se ajusta a sus necesidades.
- 11) Proporcionar un único punto de contacto para ocultar toda la complejidad que puede llegar a tener la Administración.
- 12) Establecer mecanismos de participación en el análisis, diseño y evaluación de los servicios públicos.
- 13) En la medida de lo posible, pedir a los usuarios de servicios públicos solo la información relevante y solo una vez.
- 14) Asegurar que todos los servicios públicos europeos resultan accesibles para todos los ciudadanos, incluyendo personas con alguna discapacidad y otros grupos desfavorecidos. Cumplir los estándares de accesibilidad.
- 15) Definir un esquema común de seguridad y privacidad y establecer procesos para asegurar la seguridad y la privacidad en los intercambios de información.
- 16) Los sistemas de información y las arquitecturas técnicas deben permitir implementar el multilingüismo. El grado de multilingüismo a aplicar depende de las necesidades de los usuarios potenciales.
- 17) Simplificar procesos todo lo posible para tener mayor calidad de servicio.
- 18) Formular una política de preservación a largo plazo para la información relacionada con los servicios públicos, especialmente la que se intercambia con otros países.
- 19) Evaluar la efectividad y eficiencia de las distintas soluciones de interoperabilidad y opciones tecnológicas teniendo en cuenta las necesidades del usuario, la proporcionalidad y el balance coste/beneficio.
- 20) Tener una visión global de la interoperabilidad a lo largo de todas las actividades públicas y sectores.

- 21) Establecer procedimientos para seleccionar los estándares y especificaciones relevantes, evaluarlos, seguir su implementación, verificar la conformidad y testear su interoperabilidad.
- 22) Utilizar un planteamiento común, objetivo, transparente y estructurado para seleccionar estándares y especificaciones, que tenga en cuenta las recomendaciones de la UE.
- 23) Consultar los catálogos relevantes de estándares, especificaciones y directrices, tanto nacionales como europeos.
- 24) Participar en los procesos de estandarización relevantes.
- 25) Asegurarla interoperabilidad y coordinación a lo largo del tiempo cuando se colabora con otras AA. PP.
- 26) Establecer acuerdos de interoperabilidad en los cuatro niveles descritos y complementarlos con acuerdos operacionales.
- 27) Verificar que la legislación no incluye barreras para la interoperabilidad.
- 28) Documentar los procesos siguiendo alguna de las técnicas estándar más extendidas.
- 29) Clarificar y formalizar las relaciones con entidades externas para proporcionar servicios públicos europeos.
- 30) Concebir los datos y la información como activos públicos, que deben se apropiadamente generados, gestionados, compartidos, protegidos y preservados.
- 31) Implementar ua estrategia de gestión de la información al más alto nivel posible para evitar duplicaciones y fragmentaciones. Deben priorizarse la gestión de metadatos, datos maestros y datos de referencia.
- 32) Permitir el establecimiento de comunidades específicas y transversales para crear especificaciones de datos abiertos y animar a los usuarios a compartir sus resultados en plataformas nacionales y europeas.



Figura 1. El nuevo EIF es una pieza clave para alcanzar el Mercado Digital Único en Europa

- 33) Usar especificaciones abiertas, si están disponibles, para asegurar la interoperabilidad técnica de los servicios públicos europeos.
- 34) Usar el modelo conceptual para los servicios públicos europeos para diseñar nuevos servicios o remodelar los ya existentes y reutilizar componentes siempre que sea posible.
- 35) Decidir un esquema común para interconectar componentes de servicio débilmente acoplados e implementar la infraestructura necesaria para mantenerlos servicios públicos europeos.
- 36) Desarrollar una infraestructura compartida de servicios reusables y fuentes de información que puedan ser usadas por toda la Administración.
- 37) Hacer que las fuentes de datos oficiales sean accesibles para los demás, a la vez que se asegura la privacidad de los datos protegidos.
- 38) Desarrollar interfaces con los registros básicos y fuentes oficiales. Publicar los medios técnicos y semánticos, junto a la documentación que necesitan otros para reutilizar la información.
- 39) Documentar cada registro con metadatos.
- 40) Crear y seguir planes de aseguramiento de la calidad de los datos para los registros básicos y los datos maestros relacionados.
- 41) Establecer procedimientos y procesos para integrar la apertura de datos en los procesos habituales de producción, las rutinas de trabajo y el desarrollo de nuevos sistemas de información.
- 42) Publicar datos abiertos en un formato procesable y no propietario. Asegurar que esos datos abiertos tienen alta calidad, metadatos procesables y en formatos no propietarios, que incluyan descripciones de los datos, su linaje, calidad y licencia de uso.
- 43) Comunicar claramente las condiciones de uso de los datos publicados. Las licencias estándar son siempre recomendables.

- 44) Implementar un catálogo de servicios públicos, de datos abiertos y de soluciones de interoperabilidad, y utilizar modelos comunes para describirlos.
- 45) Cuando sea factible y útil, usar fuentes de información externa, mientras no se implementan los correspondientes servicios públicos.
- 46) Considerarlos requerimientos de seguridad y privacidad necesarios en cada caso e identificar las medidas a aplicar para la provisión de servicios de acuerdo los planes de gestión de riesgo.
- 47) Utilizar servicios fiables de acuerdo al reglamento sobre eID y como mecanismos que aseguran el intercambio seguro protegido de información.

## 4. CONCLUSIONES

El nuevo Esquema Europeo de Interoperabilidad supone, respecto de la versión anterior, una profundización en los principales conceptos relacionados con la interoperabilidad de los servicios públicos europeos, como los datos abiertos, los servicios estándar, la preservación, la accesibilidad, el multilingüismo y el *software* libre. Se ve claramente que se concibe la interoperabilidad como algo mucho más amplio, que incluye más aspectos.

Los servicios web que forman las Infraestructuras de Datos Espaciales, como caso particular y muy significativo de servicios públicos europeos, se ven afectados por estos nuevos planteamientos de manera muy positiva.

Dos grandes tendencias pueden quizás sintetizar todas las nuevas ideas de este EIFv2:

- Por un lado, el papel central que se le da al usuario y sus opiniones, como se refleja en las recomendaciones de obtener la retroalimentación de los usuarios e incluso hacerle participar en el diseño de las nuevas herramientas y recursos que se desarrollen.
- Por otro lado, el papel fuertemente proactivo que se espera que desempeñe la Administración y que se concreta a través de recomendaciones muy específicas: participar en los procesos de estandarización relevantes, invertir en el desarrollo del *software* libre, comprobar que no hay barreras para la interoperabilidad en el marco legal, asegurar la portabilidad de datos, abordar la preservación, etcétera.

Todo un reto para los productores de cartografía oficial, pero también una oportunidad, la oportunidad de aprovechar el impulso que supone el EIFv2 para rematar el largo proceso de implementación de la Directiva INSPIRE.

Creemos que estamos viviendo un momento de cambios fascinante, que se inscribe en otra crisis mucho



Figura 2. Niveles de interoperabilidad

más amplia, que tiene que ver con la globalización y la transformación digital a todos los niveles.

Por describirla solo con dos pinceladas, diremos primero con Enrique Dans y de acuerdo con su libro digital titulado «Todo va a cambiar» que efectivamente, parece acertado decir que las empresas privadas que no completen su transformación digital hasta convertirse en agentes que operan en Internet, tendrán que cerrar, antes o después. Y esa idea general puede extrapolarse de la empresa privada a la empresa pública, para concluir que las AA.PP. necesitan ser interoperables para colaborar entre sí y con el ciudadano y completar esa transformación para convertirse en entidades públicas digitales si queremos desempeñar adecuadamente nuestra misión.

Y en segundo lugar, mencionaremos al indio Parag Khanna y su obra «Conectografía», en la que sostiene que los países más influyentes en el futuro serán los que estén más conectados, tengan más banda ancha, se hayan desarrollado digitalmente y estén conectados a otros centros de poder.

En ambos casos, la solución para la y para los productores de cartografía oficial, es la misma: interoperabilidad.

## REFERENCIAS

- «European Interoperability Framework for Pan-European eGovernment services» v1.0. European Communities (2004) <https://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf>
- Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad. <https://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf>
- «European Interoperability Framework» v2, European Commission (2017) [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2c2f2554-0faf-11e7-8a35-01aa75ed71a1.0017.02/DOC\\_3&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2c2f2554-0faf-11e7-8a35-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_3&format=PDF)
- «Todo va a cambiar», Enrique Dans (2010) <https://www.todo-vaacambiar.com/>
- «Conectografía», Parag Khanna (2017), Paidós Ibérica.

## Sobre los autores

### Antonio F. Rodríguez Pascual

Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Ingresó como Ingeniero Geógrafo en el IGN en el año 1986 por oposición y en el Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información en 1993 por concurso. Ha trabajado en Cartografía Asistida por Ordenador, MDT, Bases de Datos, SIG, Modelado, Calidad, Metadatos, Normalización, IDE, Servicios web y Datos abiertos. Es Profesor Asociado en la UPM desde el año 2004.

### Emilio López Romero

Ingeniero en Informática por la Universidad de Málaga. Ha trabajado en la empresa privada y en el 2003 ingresó en el Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información. Ha trabajado en a Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) y en el Sistema de Información Urbana (SIU) como responsable tecnológico dentro del Ministerio de Fomento. Actualmente es Director del Centro nacional de Información Geográfica y Presidente del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España.

### Agustín Cabria Ramos

Ingeniero de Montes, ingresó en el cuerpo de Ingenieros Geógrafos en 1991. Actualmente ocupa el puesto de Jefe de Área de Productos Cartográficos del CNIG. Durante 15 años ha ejercido la docencia en la Escuela Superior de Ingeniería

en Geodesia y Cartografía de la Universidad de Alcalá de Henares. Es coautor del mapa Gondar City Tourist Map, ganador del NGS New Mapmaker Award 2013, premio otorgado por la British Cartographic Society.

### Juan Manuel Rodríguez Borreguero

Ingeniero Técnico en Topografía e Ingeniero en Geodesia y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid, ingresó en el IGN como Topógrafo en el año 2000 y como Ingeniero Geógrafo en el 2008. Actualmente es Jefe de Servicio de Productos Geográficos en el CNIG. Pertenece a la Junta Directiva de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección.

### Pedro Vivas White

Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid, ingresó en el Instituto Geográfico Nacional como Ingeniero Geógrafo en el año 1986. Tiene un master en Dirección de Sistemas y Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Ha trabajado en Teledetección, Gestión de Proyectos, Soporte Informático, Sensores Web y Ontologías. Ha coordinado el Proyecto Otalex y el Proyecto de Sistemas de Información Patrimonial de Santiago de Compostela y ha impartido numerosos cursos sobre teledetección, SIG vectorial y SIG ráster. Es especialista en tratamiento digital de imágenes. Ha contribuido y participado activamente con múltiples ponencias y conferencias en congresos y reuniones científicas.

# Brief introduction to the reasons for creating a TWG

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 12-18  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

## Breve introducción a las razones para crear un TWG

Federico Yanguas<sup>(1)</sup>, Olvido Tello<sup>(2)</sup>, Susana Díez<sup>(3)</sup>, José Enrique Frieyro<sup>(4)</sup>,  
Laura Pascual<sup>(5)</sup>, Begoña Vila<sup>(6)</sup>

### Abstract

CODIIGE (Executive Board of the Geographic Information Infrastructure of Spain) has created Thematical Working Groups (TWG) with the main objective of analyzing how apply the INSPIRE data specifications for transforming the Spatial datasets produced by Spanish public organizations and help them to be INSPIRE conformant and promote data interoperability. The mentioned TWG shall:

- To study the data specifications for their correspondent INSPIRE theme and to produce a Technical Guide to use its national implementation.

- To define the list of Spanish datasets to be considered its theme.

- To analyze the datasets reported for its theme by public Spanish administration in order to decide its INSPIRE conformance and if they shall be included or not in the yearly monitoring.

Regarding the TWG dealing with Annex III themes 15 Oceanographic Geographical Features and 16 Sea Regions, we have found some problems which are delaying the work:

- The volunteer nature of the experts' participation on the writing of the Technical Guides and the limited time available to do the work.

- The fact that the INSPIRE specifications have been written by a reduced group of experts without representation from all the sector implied and we miss, for example, some features in the codelists, some oceanographic formats not included (NetCDF) or some not considered services like THREADS.

To conclude, we can say that the work of TWG 15 and 16 is very important and useful but, due to the founded problems, it is not being developed quickly enough

### Resumen

El CODIIGE con el fin de promover la interoperabilidad de los CDE ha creado GTT con el objetivo principal de analizar cómo transponer las especificaciones de datos de la Directiva INSPIRE a los CDE creados por instituciones españolas y ayudarles a lograr su cumplimiento. Estos GTT deben:

- Estudiar las especificaciones de sus temas correspondientes INSPIRE y elaborar unas Directrices Técnicas para facilitar su implementación nacional.

- Definir los CDE incluidos en sus temas.

- Analizar los CDE informados por las distintas Administraciones Públicas, para decidir su conformidad con INSPIRE y si se incluyen o no en el seguimiento anual.

En cuanto al GTT que se ocupa de los temas de 15 Rasgos Geográficos Oceanográficos y 16 Regiones Marinas del Anexo III de INSPIRE, este GTT se ha encontrado con problemas que están ralentizando su labor, como son:

- La naturaleza «voluntaria» de las personas que están trabajando en el desarrollo de las guías técnicas y el tiempo limitado asignado para realizar esta tarea.

- Que las especificaciones INSPIRE han sido producidas por un pequeño grupo de expertos voluntarios sin que estuviesen representados todos los sectores implicados, lo que complica su adaptación por falta de objetos en las listas de códigos, formatos de datos oceanográficos como NetCDF o servicios como THREADS no contemplados, etc.

Conclusión: el trabajo realizado por el GTT 15 y 16 es necesario y útil, pero debido a los problemas encontrados, no se desarrolla con la suficiente rapidez.

Keywords: JIIDE, TWG, INSPIRE, data-specification, CODIIGE.

Palabras clave: JIIDE, TWG, INSPIRE, especificación de datos, CODIIGE.

Instituto Hidrográfico de la Marina<sup>(1)</sup>

[fyangua@fn.mde.es](mailto:fyangua@fn.mde.es)

Instituto Español de Oceanografía<sup>(2)</sup>

[olvido.tello@ieo.es](mailto:olvido.tello@ieo.es)

Unidad de Tecnología Marina (CSIC)<sup>(3)</sup>

[sdiez@utm.csic.es](mailto:sdiez@utm.csic.es)

Junta de Andalucía<sup>(4)</sup>

[josee.frieyro@juntadeandalucia.es](mailto:josee.frieyro@juntadeandalucia.es)

TRAGSA<sup>(5)</sup>

[lpp@tragsa.es](mailto:lpp@tragsa.es)

INTECMAR<sup>(6)</sup>

[bvila@intecmar.gal](mailto:bvila@intecmar.gal)

Recepción 07/12/2017

Aprobación 27/12/2017

## 1. INTRODUCTION

Directive 2007/2/CE of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishes an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) to assist policy-making in relation to policies and activities that may have a direct or indirect impact on the environment. Article 7 covers the development and adoption of Implementing Rules laying down technical arrangements for the interoperability and, where practicable, harmonization of Spatial Data Sets by data producers.

Also, it states that Member States shall ensure that all newly collected and extensively restructured INSPIRE SDS are available in conformity with the aforementioned Implementing Rules within two years of their adoption, and other spatial data sets already defined or in production are available in conformity with the Implementing Rules within seven years of their adoption.

There is one Spanish dedicated TWG for the discussion and implementation of theme 15 (Oceanographic Geographical Features) and 16 (Sea Regions) into SDS, featuring representatives from the relevant governmental and regional organizations.

The aforementioned Technical Working Group was established during the 2nd meeting of the Marine Cartography Working Group (GTCM) of the Spanish Interministry Marine Strategy Commission (CIEM), held in Madrid on 25th November 2014, where CODIIGE reported on the technical requirement for any SDS by any organization regarding themes 15 "Oceanographic Geographical Features" and "Sea Regions" in Annex II to Spanish Law Number 14/2010 dated 5th July, on Infrastructures and Geographic Information Services in Spain (LISIGE). TWG15 & 16 reports to CODIIGE via the CIEM GTCM.

### TWG GENERALITIES

TWG's are tasked with the analysis of the implementation of INSPIRE Data Specifications and Technical Guidelines by Spanish government offices, and to assist them and their organizations to achieve full



Figure 1. INSPIRE Symbols for Themes 15 & 16 in Directive INSPIRE Annex III

compliance. Directives, methodologies, classifications, terms, codes etc to assist in the standardization of the content of the Spanish Geographic Information Infrastructure will be proposed by TWG to the Directive Council and then, if appropriate, submitted to the Spanish High Geographic Council to follow the regular approval process.

Technical Working Groups can be temporary or permanent in nature, and their general tasks are as follows:

- Study specifications in Technical Guidelines to produce Technical Guides for SDSs Transformation into the INSPIRE framework.
- Define SDSs included in their themes to consider data related to the TWG provided by government organizations to check for consistency with INSPIRE and to verify their reporting to the European Commission.
- Draft proposed directives, methodologies, classifications, terms, codes etc to assist in the standardization of the content of the Spanish Geographic Information Infrastructure (IIGE).
- Analysis and proposals for action on subjects that require a detailed technical study.
- Achieve specific objectives defined in their establishment agreement.
- Any other tasks requested by CODIIGE for its proper performance.

TWG15&16 has been created as one such TWG. It is a multidisciplinary group composed by professionals from several fields in oceanography and / or geography, so that they contribute knowledge and abilities from their respective fields to compliment others. As mentioned above, this group is focused on themes 15, Oceanographic Geographical Features and 16, Sea Regions, as per INSPIRE Annex III.

### TWG 15 & 16 DEVELOPMENTS

Having seen the obligation and the need to establish this TWG, this TWG15&16, has made numerous actions to achieve the goals set:

- Drafting Terms of Reference (ToR) for the TWG.
- Inviting government and regional organizations to join the working group.
- Submission of a draft timeline for CODIIGE TWG15&16 actions for agreement.
- Studying INSPIRE specifications for Themes 15&16 in Annex III, to check whether their definitions match data based in Spain, whether its implementation is feasible and/or it requires expansion.
- Drafting the Technical Guide for Transformation

of Theme 16 Sea Regions SDS into the INSPIRE framework.

- Distributing SDS received from CODIIGE items 15&16 during the 2014, 2015, 2016 & 2017 cruises to all members of the TWG.
- Determining the list of Spatial Data Sets from all cruises in 2014, 2015, 2016 & 2017, including their implementation status according to the INSPIRE Directive:
  - Whether SDS contain metadata in compliance with the regulation for metadata
  - Whether SDS are available over the Web via a network service
- Providing CODIIGE with the analysis of 15&16 SDS resulting from "follow-up cruises" by CODIIGE in 2014, 2015, 2016 & 2017.
- Populating an inventory of all SDS resulting from responses to the questionnaire submitted to all members of TWG.
- Establish exchanges with other relevant CODIIGE working groups regarding SDS that TWG15&16 considers as belonging to two or more annexes, such as for instance the coastline.
- Establishing exchanges with other CODIIGE working groups which may share certain issues, such as TWG13&14 responsible for Themes 13, Atmos-

pheric Conditions, and 14, Meteorological Geographical Features, sharing issues such as differing data formats and services, which may not be taken into account by INSPIRE.

- Taking part in debates in INSPIRE "Marine and Atmosphere Cluster" subgroups for "Sea Regions" and "Oceanographic Features", (<https://themes.jrc.ec.europa.eu/groups/profile/213/marine-and-atmosphere-cluster>).

## 2. WORK METHOD

Since the TWG was established in 2014, there have been two face-to-face meetings per year, one each semester, to report developments and issues in the working group. Also, there are periodic videoconference meetings when required, for instance when CDI (Common Data Index) reporting to IGN (Spanish National Geographic Office), or whenever there is a special requirement or issue that needs addressing.

Moreover, there are two annual technical working seminars, and they are considered as a fundamental practice to carry out major progress in TWG operations.

Finally, there were courses, seminars, INSPIRE conferences, IIIDE Iberian Workshops and CODIIGE meetings:

- UML<sup>(1)</sup> Seminar by IGN on April 2015.
- IGN Course on Methodology to adapt and verify Spatial Data Sets into INSPIRE Regulations on November 2015.
- V, VI & VII Iberian Workshops on Spatial Data Infrastructure (IIIDE)
- INSPIRE Conferences.

BASECAMP, an online collaborative tool for teams which provides a simple and efficient way to organize projects. Additionally, CIRCA (Communication & Information Resource Centre Adminis-

<sup>(1)</sup>Unified Modelling Language.

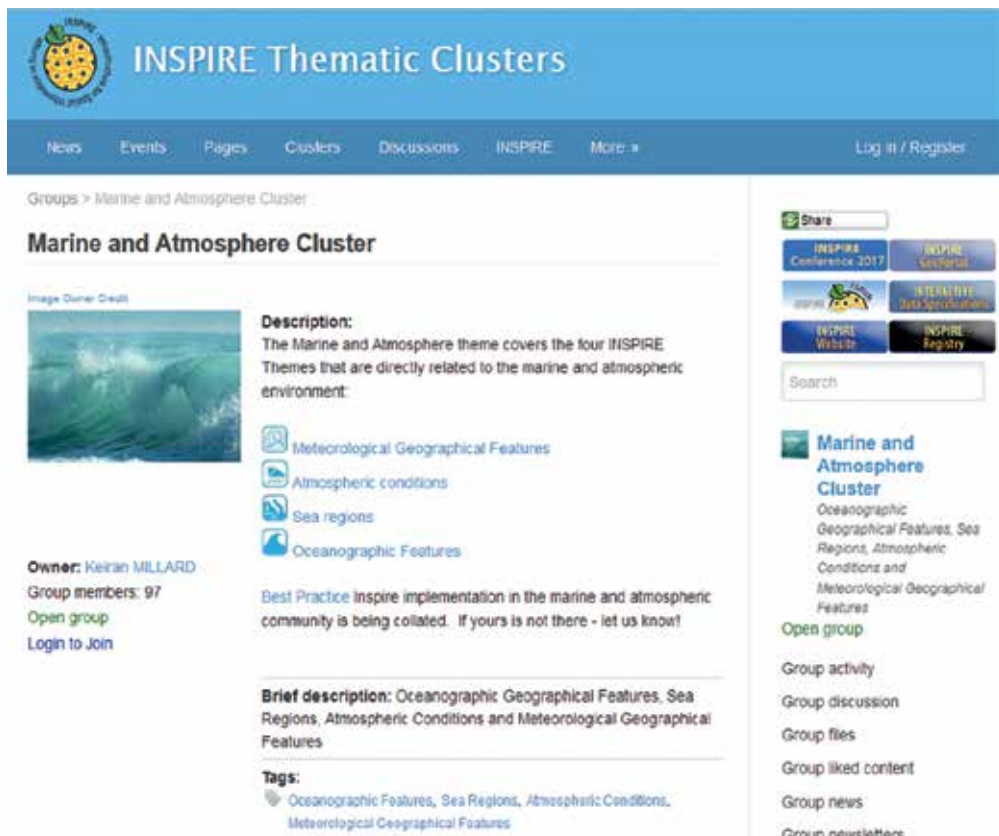


Figure 2. Marine and Atmosphere Cluster



trator) another online collaborative tool provided by MAPAMA (Ministry of Agriculture and Fisheries Food and Environment of Spain), are used to facilitate communication among TWG members. TWG members are based all over Spain, but using both methods we can open discussion threads, share documents, assign tasks etc. These tools have sped up the production of technical guides and resulted in a more fluid communication among working group participants.

Each TWG Coordinator submitted proposed operation rules for each TWG to CODIIGE, based on principles of participation, transparency, technical rigor and consensus decision making. Then CODIIGE considers the proposed operation rules and approves them as definite, thus clearing the TWG to start operations, if appropriate.

Besides, all documents produced by Working Groups will be submitted to CODIIGE for consideration and evaluation.

### 3. ISSUES IDENTIFIED BY TWG15 & 16

TWG15 & 16 feels that European Technical Guidelines that Spain is to adapt have been produced by a small group of experts which does not represent all sides involved in these matters. For example, codelists proposed up to date do not always match the reality of Spanish Sea Regions, which forces the TWG to decide which features are proposed for inclusion into each list.

Data specifications are complex documents which require high level interpretation because they have to balance including sufficient technical quality for a strictly limited definition of the data model (expressed in UML language), and at the same time leaving a way open to include any and all available information regarding the wide European geographical context without the risk of leaving anything out. This philosophy seems to guide these documents, and it requires a considerable effort by TWG15 & 16 to interpret them and ultimately determine which SDS should be classified into either of the themes covered by the working group ("Sea Regions" or "Oceanographic Geographical Features"). More than once, it has become necessary to even decide on SDS that initially may be classified into either theme but really should not have been considered as information relevant for this working group, such as marine phanerogam meadows which could be considered as a type of sea bottom or a homogenous area of marine

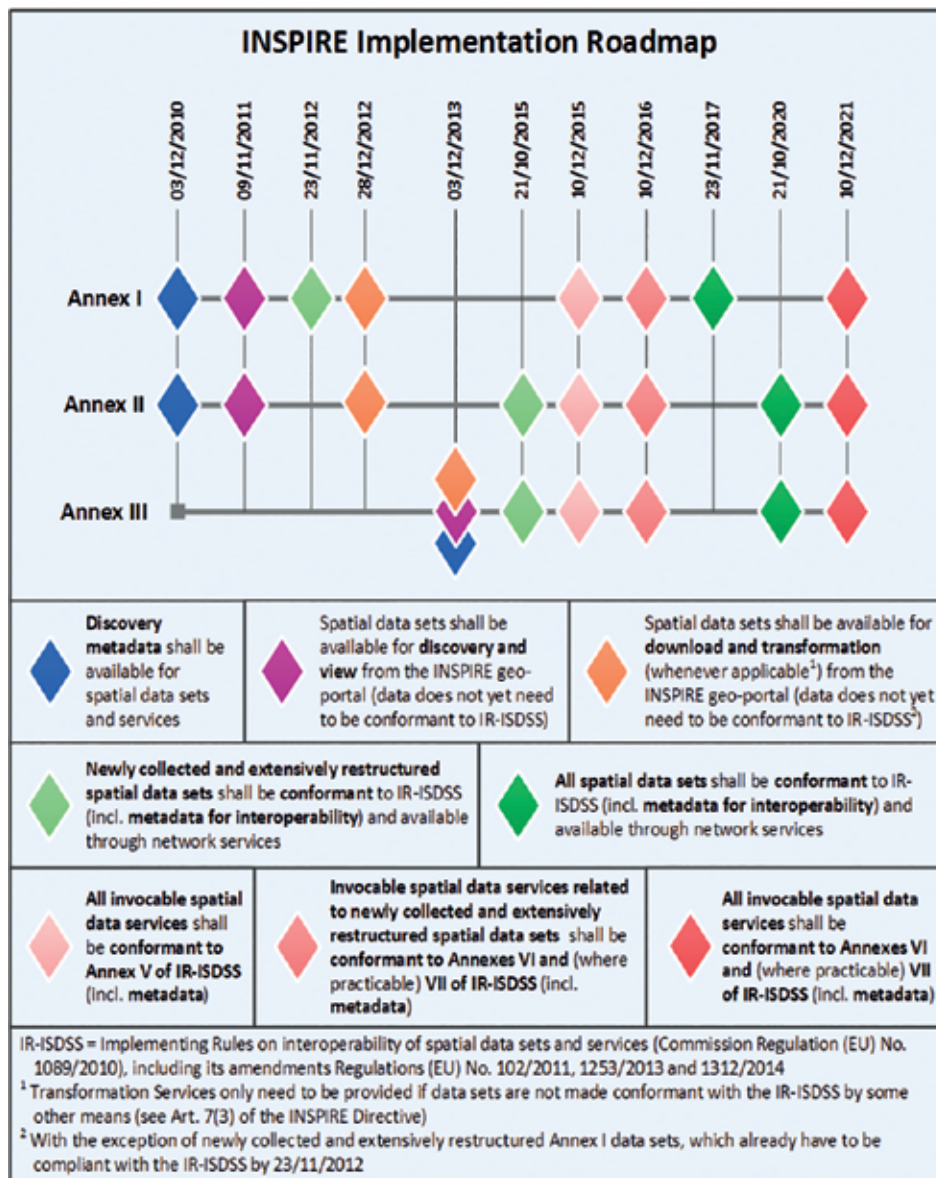


Figure 3. INSPIRE implementation schedule

environment, but should be included into the theme “Habitats and Biotopes”<sup>(2)</sup> as the subject (vegetation) overrules geographic area (marine environment).

Consequently, TWG15&16 has found that there is no clear definition of which SDS should or should not be included, sometimes prioritizing geographical criteria and other times a thematic criteria, requiring as explained above a deep and detailed knowledge of each definition and specification for an analysis that is usually carried out on a case by case basis.

In addition, some oceanographic data formats, such as NetCDF, and access services, such as THREDDS, in wide use by the scientific community, have not been considered for adaptation into the INSPIRE Directive.

Finally, the current situation is not ideal, where people working in directive development do so in a “voluntary” basis and there is limited time designated for this task.

## 4. CHALLENGES FOR TWG 15 & 16

It should be noted that the need for working groups results from the challenge of adapting spatial data sets into INSPIRE regulations. This challenge, which at the same time is the main objective of the directive itself, involves all relevant organizations in its implementation, and requires overcoming the difficulty of balancing the growing variability of information, formats and geographical scopes in Europe to become one common data model.<sup>(3)</sup>

In this situation, TWG15&16 is facing major technical challenges, starting with the need to clear up at least which data sets should or should not be considered for inclusion into both relevant themes, even before considering guidelines for procedures to adapt this information into INSPIRE. So, the first challenge is the very selection of information to be supplied by each producing node, which requires a deep knowledge of “data specifications”. Up to date, TWG15&16 has made significant progress in some partial aspects of its guides, such as the proposed expansion or in some cases creation or proposed use of most of the codelists which should become dictionaries in fields related to geographic information.

Likewise, there have been developments regarding topologic definition of some data, and a proposed ba-

sic colour scheme for the INSPIRE cluster “Marine and Atmosphere” to be used as a reference when producing map services.

Current work involves the analysis of several ETL (Extract, Transform and Load) tools to be applied to geographical objects, and with their developers to determine the outlook of a procedure as explicit as possible to automate or more probably semi-automate data transformation. The aim is to facilitate data transformation work, but specially to help define minimum requirements for SDS under consideration to be transformed (field format, rules, excluded values, “bridge” dictionaries, topological rules, quality control, etc.). There is still very little information regarding the procedure itself, and few real references from other working groups which started their operations earlier.

In all likelihood, this line of work will require considerable effort from the working group at least through 2018.

## 5. CONCLUSIONS

According to the experience of this TWG, we can conclude the following:

- Technical Working Groups are an invaluable tool to implement the INSPIRE directive, acting as intermediaries between CODIIGE and organizations managing SDS.
- The Technical Working Groups have to carry out their work with face-to-face meetings, seminars, videoconferences and always supported by management tools similar to BASECAMP, CIRCA etc.
- This intermediation involves constant technical challenges previous to the adaptation of spatial data sets into INSPIRE regulations, ranging from interpreting data specifications and the very selection of data sets belonging to each theme, to analyzing ETL tools applicable to geographical objects to facilitate the data transformation procedure.
- These challenges are compounded by questions regarding the data transformation procedure, and limitations to the time TWG members can devote to these tasks.

## REFERENCES

- INSPIRE. Directive 2007/2/CE European Parliament and Council 14 march 2007. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0002>.
- INSPIRE: Regulation (UE) N° 1089/2010.<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32010R1089>.

<sup>(2)</sup>Annex II de INSPIRE

<sup>(3)</sup>As you may be aware, this data model was proposed by INSPIRE in its implementation rules and through data specifications for each theme, including a roadmap with specific deadlines (see Figure 3).

- lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=O-J:L:2010:323:0011:0102:Es:PDF
- INSPIRE Regulation (UE) N° 102/2011, 4th February 2011, which modified Regulation (UE) N° 1089/2010. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX-%3A52012PC0232>
- Regulation (UE) N° 1253/2013, 21th October 2013 which modified Regulation (UE) N° 1089/2010. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=O-J:L:2013:331:FULL:ES:PDF>
- CODDIGE IGN Guidelines for the Drafting of SDS Transformation Guidelines to the INSPIRE Framework.
- INSPIRE: SDS table reported to Europe by IGN to review. <http://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/inspire/monitoring/envvvtibg/>
- INSPIRE: UML corresponding to the Data Models of the different INSPIRE themes. [http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2](http://inspire.ec.europa.eu/data-model/approved/r4618-ir/html/)
- INSPIRE: Data model with object catalog. <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2>
- IDEE: Guide for the Transformation of the CDE of Sea Regions. [http://www.idee.es/resources/documentos/20161202\\_GuiaTransformacionCODIIGE-Regiones\\_Marinas.pdf](http://www.idee.es/resources/documentos/20161202_GuiaTransformacionCODIIGE-Regiones_Marinas.pdf)
- INSPIRE: Regulation D2.8.III.16 Data Specification on Sea Regions (SR) – Technical Guidelines. [http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_SR\\_v3.0.pdf](http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_SR_v3.0.pdf)
- INSPIRE: Regulation D2.8.III.15 Data Specification on Oceanographic geographical features – Technical Guidelines. [http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_OF\\_v3.0.pdf](http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_OF_v3.0.pdf)
- Multilingual Glossary of de ISO/TC211. <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesVerPanTC211.do>

## Sobre los autores

### Federico Yanguas Guerrero

Oficial de la Armada por la Escuela Naval Militar. Capitán de Fragata, Especialista en Hidrografía por la Escuela de Hidrografía de la Armada. Hidrógrafo nivel A por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI). Ha sido Comandante de los Buques Hidrográficos «Castor» y «Tofiño». Diplomado como Ingeniero Hidrógrafo por el Instituto Hidrográfico de la Marina cursando un año de estudios en la facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Cádiz. Actualmente ejerce como Jefe del Área de Cartografía del Instituto Hidrográfico de la Marina. Es Coordinador del GT de Cartografía Marina GTCM de la Comisión Interministerial de Estrategia Marinas de la CIEM. Pertenece al Nautical Cartography Working Group (NCWG) de la OHI. Ha sido profesor de número de la Escuela de Hidrografía durante 2 años en los que impartió las asignaturas de Geodesia y Topografía, Fotogrametría aérea. Actualmente es profesor de número de la Escuela de Hidrografía desde el año 2015 en los que ha impartido la asignatura de Cartografía. Participante en el Grupo de Trabajo Técnico 15 y 16 (GTT1516) encargado de ayudar a las administraciones públicas a implementar INSPIRE en los temas 15 y 16 (Rasgos geográficos Oceanográficos y Regiones Marinas) del Anexo III de la Directiva INSPIRE.

### Olvido Tello Antón

Geóloga, especialista en Sistemas de Información

Geográfica, Infraestructuras de Datos Espaciales y Cartografía Marina. Desde 1998 trabaja en el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la actualidad como Investigadora A2, participando en proyectos nacionales e internacionales relacionados con la exploración del medio marino, cartografía y conservación de los recursos marinos. Experiencia en diseño de modelos de datos, gestión de bases de datos SIG, análisis espaciales, elaboración de cartografía y elaboración de metadatos según los estándares ISO 19115 e INSPIRE. Participación en 30 campañas oceanográficas. Coautora en un total de 40 publicaciones (Ponencias, Posters, y Artículos). Asistencia a más de 30 congresos nacionales e internacionales. Participación en diversos grupos de trabajo y foros internacionales relacionados con la oceanografía, SIG, IDE, INSPIRE, TWG INSPIRE, TG-DATA, etc. Desde 2015 es representante del IEO en el Grupo de Trabajo de Cartografía Marina (GTCM) perteneciente a la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas (CIEM), y secretaria en el Grupo de Trabajo Técnico 15 y 16 (GTT1516) encargado de asesorar en la implementación de las normativas INSPIRE en datos espaciales de los temas 15 y 16 (Rasgos geográficos Oceanográficos y Regiones Marinas) tal como se definen en el Anexo III de la Directiva INSPIRE.

### Susana Diez Tagarro

Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona (UB). Desde el año 2000 trabaja en la Unidad de Tecnología Marina (UTM) del Consejo Superior

de Investigaciones Científicas (CSIC) donde participa en la adquisición, calibración, control de calidad y procesamiento de datos acústicos submarinos. Asimismo, brinda asistencia técnica y formación a investigadores sobre el procesamiento de datos acústicos y visualización y análisis de datos oceanográficos utilizando herramientas GIS. Actualmente también es responsable de la generación de metadatos en el marco de proyectos internacionales y en el Servicio de Datos de la UTM. Ha participado en 8 proyectos de investigación en el ámbito de la geología y la geofísica marinas, en 17 campañas oceanográficas a bordo de diferentes buques de investigación nacionales y extranjeros y es autora o coautora de 22 publicaciones.

Desde 2015 es representante del CSIC en el Grupo de Trabajo de Cartografía Marina (GTCM) perteneciente a la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas (CIEM) y en el Grupo de Trabajo Técnico 15 y 16 (GTT1516) encargado de ayudar a las administraciones públicas a implementar INSPIRE en los temas 15 y 16 (Rasgos geográficos Oceanográficos y Regiones Marinas) tal como se definen en el Anexo III de la Directiva INSPIRE.

#### **José Enrique Frieyro de Lara**

Licenciado en Geografía e Historia con especialidad en Geografía Física por la Universidad de Sevilla, año 1992. Técnico especialista en Sistemas de información Geográfica en la Agencia de Medio Ambiente y Agua (Junta de Andalucía) donde es responsable técnico del subsistema del litoral y el medio marino de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). Ha participado en diversos proyectos de investigación relacionados con los SIG, la teledetección y la caracterización fisiográfica del litoral así como otros proyectos relacionados con la protección ambiental y la declaración de espacios protegidos. En la actualidad compagina el mantenimiento de dicho subsistema con el desarrollo de la infraestructura de datos espaciales de Andalucía a través de la REDIAM, incidiendo en la normalización de datos, metadatos y desarrollo de servicios web y su puesta en uso público mediante visores y otras herramientas. Así mismo representa a la Agencia y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la JA en el grupo de trabajo GTT15-16 del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (CODIIGE), cuyo objeto es la implementación de la directiva INSPIRE en los datos espaciales relativos al medio costero y marino.

#### **Begoña Vila Taboada**

Ingeniera de Telecomunicación por la Universidad de Vigo. Desde 2009 trabaja en el Instituto para el Control del Medio Marino de Galicia (Intecmar) perteneciente a la Xunta de Galicia, donde se encarga de desarrollos GIS, la elaboración de la IDE marina gallega, el mantenimiento de los radares HF del Intecmar y el desarrollo de herramientas de respuesta para el control de la calidad de las aguas costeras y la lucha contra la contaminación marina accidental dentro del plan CAMGAL. Ha estado involucrada en la creación del Observatorio Oceánico RAIA (NW Ibérico). Ha participado en proyectos europeos relacionados con la oceanografía operacional y con la contaminación marina accidental. Desde 2015 forma parte del GTT15y16, que es el grupo de trabajo encargado de la elaboración de guías técnicas para los temas 15 y 16 del Anexo III de INSPIRE. Participante en el Grupo de Trabajo Técnico 15 y 16 (GTT1516) encargado de ayudar a las administraciones públicas a implementar las normativas INSPIRE en datos espaciales de los temas 15 y 16 (Rasgos geográficos Oceanográficos y Regiones Marinas) del Anexo III de la Directiva INSPIRE.

#### **Laura Pascual Pariente**

Licenciada en Ciencias del Mar por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Master en gestión y auditorías ambientales en ciencias y tecnología marina. Coordinadora de actuaciones y proyectos en Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P., (Tragsatec), Sociedad que tiene la consideración de medio propio instrumental y servicio técnico de la Administración General del Estado. Es responsable del Equipo Multidisciplinar de Cartografiado Marino, que desde 1999 desarrolla estudios del fondo marino en proyectos nacionales e internacionales, para la Secretaría general de Pesca del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Coordina los equipos de Acuicultura y Estadísticas Pesqueras y tiene amplia experiencia en proyectos de I+D+i en el ámbito pesquero y acuícola. Ha participado en comités (SIMPAM y CAQ) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y es coautora de 25 publicaciones científicas. Ha participado en tres Proyectos de I+D+i en el ámbito del cartografiado marino, financiados en convocatorias competitivas de Administraciones. Representa a la Secretaría General de Pesca en el grupo de trabajo GTT15-16 del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (CODIIGE).



# Haz tu **trabajo** más eficiente

Soluciones **GNSS GPS GIS**



[Geodesical.es](http://Geodesical.es)



[Chcnave.es](http://Chcnave.es)

Contactenos  
+34 91 129 78 50

**Geodesical**®



Distribuidor oficial de productos  
CHC en España y Portugal



# APP CÁCERES VIEW. La IDE local al servicio del usuario

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 20-26  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

## CÁCERES VIEW APP. A local SDI for the users

Faustino Cordero<sup>(1)</sup>, Luis Antonio Álvarez<sup>(2)</sup>

### Resumen

La evolución natural del SIG municipal conduce a la IDE de Cáceres, desde la que se pone a disposición de los usuarios toda la información recopilada en el sistema en los más de 20 años de experiencia.

En la IDE se han implementado distintos visualizadores. Pero para poder llegar a más, se propone una APP especialmente pensada para dispositivos móviles.

El objetivo de esta APP es publicar la información que se sirve desde la IDE local y desde otras fuentes externas. Se ha desarrollado de tal manera que se puedan actualizar los contenidos sin que sea necesario actualizar la aplicación.

Por este motivo, se divide en dos partes. Por un lado el denominado Generador de escenarios, que permite configurar diferentes entornos, cada uno con sus capas de información, y por otro la APP propiamente dicha (IOS y Android), que permite visualizar y consultar los datos incluidos en los escenarios definidos en el generador. Actualmente cuenta con 9 escenarios.

Desde el menú de la aplicación se pueden activar y desactivar las capas de información y capas base. También permite realizar búsquedas por calle, número y topónimo. Igualmente dispone de geolocalización.

Con casi 5000 descargas, esta aplicación acerca la IDE al usuario, reutilizando los propios servicios ofrecidos por el ayuntamiento. Este modelo es extrapolable a cualquier otro territorio que disponga de una IDE.

### Abstract

The natural evolution of the municipal GIS leads to the SDI of Cáceres, from which it is made available to users all the information collected in the system in more than 20 years of experience. In this SDI, different viewers have been implemented. But to be able to reach more functionality, an APP specially designed for mobile devices is proposed.

The objective of this APP is to publish the information that is served from the local SDI and from other external sources. It has been developed in such a way that the contents can be updated without it being necessary to update the application.

For this reason, it is divided into two parts. On the one hand, the so-called Scenario Generator, which allows the configuration of different environments, each one with its information layers, and on the other hand the APP itself (iOS and Android), which allows viewing and consulting the data included in the scenarios defined in the generator. Currently, it has 9 scenarios.

From the menu of the application you can activate and deactivate the information layers and basic layers. It also allows searching by street, number and place name, and it also has geolocation. With almost 5000 downloads, this application brings the SDI to the users, reusing the web services offered by the city council. This model can be extrapolated to any other territory having a SDI.

Palabras clave: INSPIRE, IDE, SIG, opendata, APP, IOS, ANDROID, WMS, TMS, GEOJSON.

Keywords: INSPIRE, IDE, SIG, opendata, APP, IOS, ANDROID, WMS, TMS, GEOJSON.

Sección del SIG (Servicio de Urbanismo), Ayuntamiento de Cáceres  
[faustino.cordero@ayto-caceres.es](mailto:faustino.cordero@ayto-caceres.es)<sup>(1)</sup>  
[luisantonio.alvarez@ayto-caceres.es](mailto:luisantonio.alvarez@ayto-caceres.es)<sup>(2)</sup>

Recepción 15/12/2017  
Aprobación 09/01/2018

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde que a mediados de los años 90 el ayuntamiento de Cáceres apostara por la creación de un SIG para resolver gran parte de los problemas de gestión de información que ya por entonces empezaban a surgir, la implantación del sistema ha sido creciente hasta llegar a convertirse en una herramienta fundamental para la resolución de los trabajos que los técnicos municipales desarrollan a diario[1].

Después de 22 años no solo se ha convertido en un referente para los trabajadores municipales, también para muchos ciudadanos y empresas que trabajan con los datos que se han venido publicando en la web del SIG desde 1999, año en que entra en servicio la primera versión de la misma.

Uno de los objetivos que desde el principio se marcó el SIG de Cáceres fue el de compartir la información gestionada. En este sentido, la necesidad de estandarizar la forma en que se publican los datos marcó la evolución del SIG hacia una plataforma abierta, la IDE de Cáceres [2].

La Infraestructura de Datos Espaciales de Cáceres tiene como objetivo poner a disposición de los ciudadanos toda la información cartográfica y alfanumérica geolocalizada recogida en el SIG de Cáceres. Para ello, se crea un portal de acceso a los datos y a los servicios de la IDE claro y directo, siguiendo las recomendaciones de la directiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) y el estándar OGC (Open Geospatial Consortium) que regulan y garantizan la interoperatividad de la información geográfica.

La IDE Cáceres pretende crear un punto de acceso libre y gratuito a la información geográfica y datos públicos del municipio de Cáceres en distintos formatos, para que puedan ser consultados y reutilizarlos con el fin de fomentar la creación de nuevos servicios y contenidos, como la generación de aplicaciones web multiplataforma (visores) o de APPs para móviles y tabletas que muestre los mapas y recuperen la información geográfica suministrada por la IDE de Cáceres.

Ya en 2014 el portal Opendata Cáceres había empezado a publicar datos procedentes en su mayoría del SIG municipal, con el objetivo de promover la puesta a disposición a la sociedad de los datos municipales en formatos reutilizables para el desarrollo de la sociedad de información, para fomentar la transparencia, y para que las empresas puedan generar riqueza y empleo utilizando estos datos públicos para desarrollar aplicaciones.

En marzo de 2016 se hace público el portal de la IDE de Cáceres, con una estructura sencilla y directa, compuesta por 4 grandes apartados: Descargas, Catálogo de matadatos, Visores y APPs[3].

## 2. 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.

### 2.1. Del SIG municipal a la IDE Cáceres

El SIG de Cáceres alberga múltiple información geográfica (ortofotos, cartografía ráster y vectorial) en distintos formatos e interrelacionada en la mayoría de los casos con datos alfanuméricos recogidos en tablas integradas en la base de datos corporativa municipal en ORACLE 12c. El sistema se sustenta en herramientas de Bentley, por lo que el formato de ficheros habitual es el DGN.

Para confeccionar el catálogo de datos de la IDE los ficheros originales DGN se transforman a distintos formatos con el programa

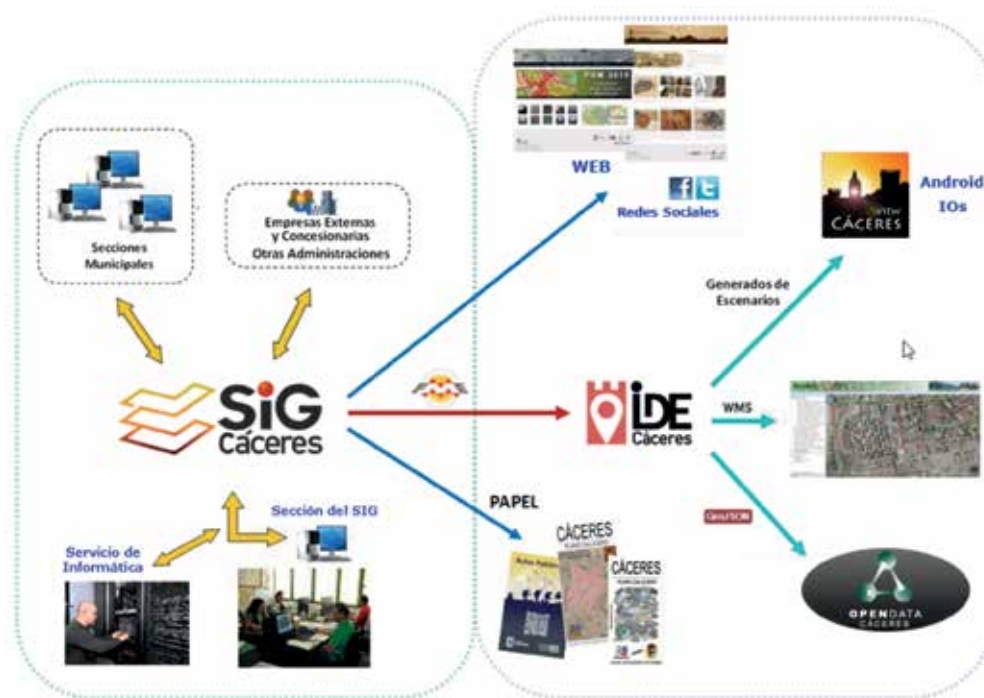


Figura 1. Esquema general del SIG e IDE Cáceres



Figura 2. Geoportal de IDE Cáceres (<http://ide.caceres.es>)

FME (DWG, SHP, GeoJSON, KMZ, KML y GPX para ficheros vectoriales, y GeoTiff, ECW y PDF para imágenes ráster). En algunos casos los datos se recuperan directamente del portal Opendata Cáceres, por ejemplo los archivos GeoJSON.

Para la gestión del catálogo de metadatos se apuesta por Geonetwork (actualmente en servicio la versión 3.0.5.0) y para servir los mapas se confía en Geoserver (actualmente está instalada la versión 2.8.1).

### 2.2. Una APP para la IDE

Con el portal web y con el Geoportal de la IDE se publican la mayor parte de los datos gestionados por el SIG municipal que están libres de protección según la LOPD. Sin embargo, de cara al ciudadano no experto en temas informáticos e Internet, que básicamente se limita a usar aplicaciones finales, estos dos portales no le facilitan el acceso pleno a los datos.

Para poder llegar a esos usuarios de una forma más directa, se propone crear una APP especialmente pensada para dispositivos móviles, que acerque el SIG a los usuarios a través de la IDE.

El objetivo de esta APP es publicar la información que



Figura 3. Flujo de la información del SIG a IDE, visualizadores y APP



Figura 4. Cartel con QR de acceso para descarga de las dos versiones de la APP Cáceres View

se sirve desde la IDE local y desde otras fuentes externas (Catastro, IDE de Extremadura, IDE Nacional).

Pero además esta aplicación tiene que ser sostenible en el tiempo, teniendo en cuenta las limitaciones tanto económicas como de personal técnico especializado en aplicaciones móviles con las que cuenta la sección del SIG municipal. Por ello, la APP debe diseñarse de manera que los cambios de contenido puedan hacerse sin necesidad de reprogramar ni actualizar la aplicación.

Por este motivo, Cáceres View se diseña a medida como un escenario multiplataforma basado en la API abierta de NASA World Wind y se divide en dos partes. Por un lado lo que denominamos Generador de escenarios, que permite configurar diferentes entornos, cada uno con sus capas de información (WMS, TMS, GeoJSON), y por otro la APP propiamente dicha, en dos versiones (IOS y Android), que permite visualizar y consultar los datos incluidos en los escenarios definidos en el generador.

### 2.3. Generador de escenarios

Es una aplicación web de uso interno que permite gestionar un fichero de escenarios a partir de capas WMS o TMS y vectoriales en formato Geojson, pudiendo configurar el estilo y propiedades de las mismas.

En el generador de escenarios se pueden crear capas a partir de servicios WMS, y configurar las funcionalidades de la misma, como el BBOX, el nivel máximo y mínimo de visualización, la transparencia, si se trata de una capa base, si tiene que estar visible al cargar el escenario, etc.

Las capas tipo vectorial (geojson) se definen con el nombre, la web con la información de la capa y los atributos de los elementos (escala de visualización, ancho y color para las líneas, imagen del icono disponible para los elementos puntuales y etiqueta asociada en su caso).

### 2.4. La APP Cáceres View

La APP Cáceres View es gratuita y está disponible en las tiendas de Apple Store para IOS y Google Play para





Figura 5. Aspecto del apartado Escenarios del Generador de Escenarios



Figura 6. Aspecto del apartado Capas del Generador de Escenarios



Figura 7. Aspecto del apartado de configuración de una capa del Generador de Escenarios

Android. Una vez descargada e instalada en el dispositivo, podremos acceder a todos sus contenidos.

En el inicio aparece una vista sobre el globo terráqueo que se acerca y se centra de manera automática sobre la ciudad de Cáceres, con el escenario denominado Callejero cargado inicialmente.

En la pantalla principal de la APP se dispone de una serie de botones (leyenda, escenarios disponibles, botón de búsquedas, acceso a web del SIG, geoposicionamiento con GPS y botón de ayuda) cada uno con una funcionalidad diferente.

### 2.5. Leyenda

Pulsando en el botón de la leyenda se muestra un listado con las capas disponibles en el escenario. En la parte superior aparecen las capas que se toman como base del escenario (por ejemplo, el PNOA actual o la ortofoto municipal de 2012). Sólo es posible seleccionar como activa



Figura 8. Globo terráqueo inicial y escenario Callejero que se carga por defecto

una capa base por escenario.

A continuación un listado de capas que pueden ser activadas o desactivadas para que se visualicen o no en un momento dado en el escenario correspondiente. Estas capas pueden estar conectadas a servicios WMS o a archivos geojson. Por ejemplo, en el caso del escenario Callejero, aparecen capas WMS de la IDE de Cáceres (distritos, barrios, trama urbana, calles y números, límites administrativos, toponimia, red viaria, etc.) y capas geojson (movilidad urbana, turismo, centros sanitarios, servicios administrativos, servicios culturales, etc.).

Las capas vectoriales aparecen representada con la simbología con la que se dibujan, bien sea el color en el caso de las capas lineales, o el icono asociado a los elementos puntuales que representan. Algunas las capas tienen un signo (+). Se trata de capas con información añadida, pulsando sobre el (+) se accede a una página web con información extra de la capa correspondiente.



Figura 9. Aspecto del entorno y acceso a las utilidades de la APP Cáceres View



Figura 10: Vistas de la leyenda: selector de Capa Base, capas vectoriales de puntos y líneas

### 2.6. Escenarios

En la parte superior de la pantalla se visualiza el nombre del escenario actualmente cargado. Por defecto se carga inicialmente el escenario denominado *Callejero*. Pulsando sobre el botón se despliega el listado de los escenarios disponibles, pudiendo seleccionar el que se quiera en cada momento. Al seleccionar un nuevo escenario se cargan sus capas de información con en el mismo zoom de visualización que teníamos.

En la actualidad están disponibles 9 escenarios en la APP, cada uno con un tema de información diferente (*Callejero*, *Cartoteca-Ortofotos*, *Evolución Ciudad Monumental*, *Evolución de la Ciudad*, *Movilidad Urbana*, *Patrimonio-Archivo Histórico*, *Plan General Municipal 2010*, *Rutas Naturales* y *Turismo*). Los escenarios y el contenido de los mismos irán cambiando automáticamente según se vaya actualizando los datos en la IDE de Cáceres y en el generador de escenarios, sin necesidad de actualizar la APP por parte del usuario.

En la APP no sólo se muestran los datos de la IDE local de Cáceres, también se pueden cambiar con datos procedentes de otras fuentes. En los escenarios actuales se muestra información de IDEEX (Infraestructura de Datos Espaciales de Extremadura), de la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España) o de los servicios WMS ofrecidos por Catastro.

A continuación se muestran imágenes de varios es-



Figura 11. Vista de los escenarios de Plan General, de Movilidad y de Patrimonio



Figura 12. Consulta al escenario de Movilidad Urbana. Pulsando sobre la parada de bus urbano nos da información en tiempo real sobre los minutos que faltan para que llegue cada línea que allí para

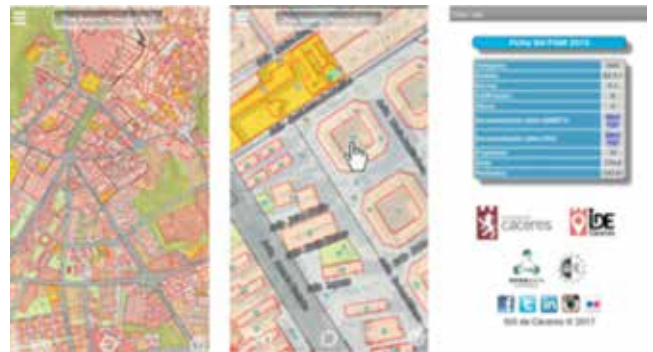


Figura 13. Ejemplo de consulta al escenario del Plan General Municipal de Cáceres



Figura 14. Ejemplos de contenidos: mapa de pendientes, metrominuto y red de caminos



Figura 15. Consultas al Inventario de escudos y expedientes de obra del Archivo Histórico

cenarios y consultas a los datos que se pueden cargar actualmente en la APP Cáceres View.

### 2.7. Búsquedas

El botón de búsqueda se localiza en la parte superior derecha de la pantalla y permite realizar la localización de una calle, un número de portal o de cualquier topónimo del núcleo urbano o del resto del municipio de Cáceres (centros sanitarios, centros administrativos, alojamientos, monumentos, lugares, accidentes geográficos, etc.).

Al realizar la consulta se muestra un listado con todas las coincidencias del identificador introducido en la búsqueda. Una vez seleccionada la que nos interesa, el globo del escenario se mueve hasta la posición donde se localiza, situando un icono rojo sobre la misma.

Podemos ampliar la información pulsando sobre el icono rojo, que abre una ficha con información extra de la capa correspondiente.

En las siguientes imágenes se muestra un ejemplo de cómo proceder a la búsqueda por denominación de una calle. Vamos a localizar la calle «ancha». Una vez introducido el nombre de la calle; al pulsar el botón Buscar aparece un listado con todas las coincidencias. Seleccionando la opción deseada se localiza la calle en la vista del escenario, y pulsando sobre el icono rojo se accede su ficha correspondiente.

En el caso en que se quiera que localizar un inmueble concreto deberemos de introducir el nombre de la calle



Figura 16. Ampliar información de una localización. Consulta de una calle

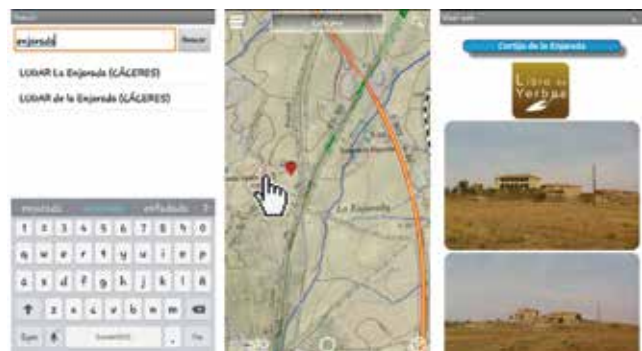


Figura 17: Ampliar información de una localización. Consulta por topónimo

seguido del número correspondiente. Por ejemplo, «ancha 4».

También se pueden realizar consultas por toponimia. En el siguiente ejemplo se realiza la búsqueda de un lugar denominado «enjarada». Para acceder a la información detallada del lugar se procede de igual forma que en el anterior, pulsando sobre el icono rojo de localización.

### 2.8. Botón GPS

Nos permite geolocalizarnos sobre el escenario Para ello hay que tener activada la señal GPS del dispositivo móvil. Al pulsar sobre el botón; el escenario se mueve a la posición sobre la que se localiza el dispositivo y se muestra con una bolita de color azul el punto exacto.

### 2.9. Botón ayuda

Sobre la pantalla se sobreimpresiona una leyenda identificando la funcionalidad de los botones de la APP, además de los controles que hay que realizar con los dedos para realizar un zoom (alejarse o acercarse al contenido), abatir o rotar el escenario visualizado.

## 3. CONCLUSIONES

### 3.1 Mejoras

La APP Cáceres View lleva en el mercado (tanto en Google Play como en App Store) desde 2012. Actualmente se contabilizan cerca de 5000 descargas, con una valoración



Figura 18. Cómo se visualiza la localización con el GPS



Figura 19. Activada la ayuda (?). Descripción de los botones de la APP Cáceres View

media de 4,4 sobre 5. La versión que se puede descargar actualmente es la revisión 3.

Pero ya estamos trabajando en una nueva versión, que estará lista en breve. En esta revisión se van a realizar importantes cambios tanto a nivel estético como de funcionamiento interno. Así, se va a reprogramar el Globo sobre el que se apoyan los mapas haciendo uso de librerías más actualizadas, lo que supondrá una mejora en la velocidad con la que se gestionan los escenarios.

Para el acceso a los escenarios se plantea la creación de un menú con imágenes que sea más intuitivo y directo que el actual desplegable. También se actualizará el aspecto de los controles que activan/desactivan capas en la leyenda, incluyendo la posibilidad de controlar desde el Generador de Escenarios las capas que se visualizan al cargarse el escenario (actualmente están todas activas al iniciarse).

Se va a incluir un Norte que indique en todo momento la orientación de la vista que se muestra en la APP, y de tal manera que se pueda reorientar el plano automáticamente a su posición inicial.

Finalmente, la propuesta de mejora más importante es la posibilidad de poder recuperar a partir de capas WMS la información de los datos asociados al dejar presionado el dedo sobre el elemento a consultar (Getfeatureinfo). La mayor parte de las capas servidas desde la IDE de Cáceres tienen información alfanumérica asociada. El caso más destacable es el Plan General Municipal. Dejando pulsado sobre una parcela, la nueva versión permitirá recuperar los datos urbanísticos asociados a la misma. Actualmente esto sólo es posible hacerlo sobre capas geojson.

### 3.2. Conclusiones

El Ayuntamiento es la administración más cercana al ciudadano y la que gestiona la mayor parte de los servicios que le afectan. Por parte de la sociedad, cada vez se demanda más información georeferenciada gracias al uso de las nuevas tecnologías. Con esta APP se pretende dar a conocer al usuario el territorio y poner a disposición herramientas para visualización y consulta de los servicios que se ofrecen en la ciudad.

Estos datos están en continuo cambio y en constante evolución. Para que sea útil debe ser fiable y para ello necesita estar continuamente al día. Gracias al SIG de Cáceres se ha establecido una metodología para que todo dato editado y actualizado esté disponible al momento en la APP.

Cáceres View es una APP propia, hecha a medida y que sitúa al municipio como referente en el acceso a la información geográfica al más alto nivel. Cumpliendo con las premisas de ofrecer un servicio de calidad, con una información completa y fiable del municipio que acerque los trabajos del SIG a los ciudadanos.

Reutiliza no sólo los propios servicios ofrecidos por el

ayuntamiento sino que complementa los datos con el acceso a otras fuentes externas (Catastro, IDE de Extremadura, IDE Nacional) utilizando siempre servicios estándares de publicación de mapas basados en la Normativa Europea INSPIRE.

Pero además la aplicación se ha diseñado de tal manera que sea sostenible en el tiempo, creando un Generador de Escenarios que permite configurar los contenidos que se muestran en la APP sin tener que reprogramar o realizar actualizaciones de la misma.

Esta APP es un modelo para el acceso a la información extrapolable a cualquier otro territorio que disponga de una IDE. Sin apenas retoques (básicamente el bbox inicial sobre el que se centra la vista) se podrían cargar escenarios correspondientes a otras localizaciones diferentes al TM de Cáceres. El resto de cambios para una adaptación serían más estéticos que funcionales.

## REFERENCIAS

- Alvarez, L.A., Cordero, F.: El SIG de SIG Cáceres. En: Nieto Masot, A. (Ed.) Aplicaciones TIG en el Análisis Territorial, pp. 11-24. Cáceres (2015) ISBN 978-84-608-2535-7
- Alvarez, L.A., Cordero, F.: Del SIG Municipal a la IDE de Cáceres. Compartiendo datos. [http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE16/2016/11\\_art\\_ayto-Caceres\\_DelSIGmunicipalAIDECaceres.pdf](http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE16/2016/11_art_ayto-Caceres_DelSIGmunicipalAIDECaceres.pdf)
- Cordero, F., Alvarez, L.A.: La Infraestructura de Datos Espaciales de Cáceres. En: Nieto Masot, A. (Ed.) Tecnologías de la Información Geográfica en el Análisis Espacial, pp. 47-64. Cáceres (2016) ISBN 978-84-617-6760-1

### Sobre los autores

#### Faustino Cordero Montero

*Ingeniero Técnico en Topografía e Ingeniero en Geodesia y Cartografía por la Universidad de Extremadura. Desde 2001 funcionario de carrera en el puesto de Responsable de la Cartografía del SIG municipal del Ayuntamiento de Cáceres.*

#### Luis Antonio Álvarez Llorente

*Diplomado en Informática por la Universidad de Extremadura y Licenciado en Informática por la Universidad de Granada. Profesor del Departamento de Informática de la Universidad de Extremadura entre 1994 y 1999. Desde 1999 desarrolla su labor profesional como funcionario de carrera en el Ayuntamiento de Cáceres como técnico responsable del SIG municipal.*



# DE IBERIA A ESPAÑA

## A TRAVÉS DE LOS MAPAS

**INAUGURACIÓN: 26 de abril de 2018**

**Instituto Geográfico Nacional  
Sala de exposiciones**

C/General Ibáñez de Ibero, 3  
28003 Madrid



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



# Implementación de una infraestructura de datos espaciales de patrimonio arqueológico: Tolmo de Minateda

## *Archeological patrimony spatial data infrastructure implementation: Tolmo de Minateda*

David Hernández<sup>(1)</sup>, Beatriz Felipe<sup>(2)</sup>, Antonio Quintanilla<sup>(1)</sup>, Soledad Belmar<sup>(1)</sup>, Lorenzo Abad<sup>(3)</sup>, Victoria Amorós<sup>(3)</sup>, Sonia Gutiérrez<sup>(3)</sup>, Diego Guerrero<sup>(1)</sup>, Juan R. Charco<sup>(1)</sup>, Diego González<sup>(4)</sup>, Pablo Rodríguez<sup>(4)</sup>, Jorge Onrubia<sup>(5)</sup>, Juan F. Ruíz, José L. Lerma<sup>(6)</sup>, José C. Martínez<sup>(6)</sup>

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 28-38  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

En este artículo se presenta la solución desarrollada para una Infraestructura de Datos Espaciales Arqueológica incorporando productos geomáticos de muy alta resolución. El caso de estudio principal es el Parque Arqueológico del Tolmo de Minateda (Hellín, Albacete). Entre la información geográfica de alta resolución publicada se incluyen ortofotomárgenes, modelos digitales de superficie, nubes de puntos y el marco de referencia topográfico. En el artículo se describe el instrumental y la metodología empleadas en su producción. La IDE implementada intenta cumplir los estándares aplicables, integrando entre sus componentes un visualizador, un directorio de servicios, y un catálogo de metadatos de datos y servicios. Entre las características que diferencian al visualizador desarrollado de los convencionales en las IDE destaca la particularidad de permitir desplegar visualizadores 3D de algunos productos geomáticos, nubes de puntos y modelos texturizados. También se integra gestión de usuarios para controlar la información accesible en función de cada perfil. Finalmente, en el propio visor se incorporan herramientas de descarga de productos geomáticos.

Para el proyecto se ha desarrollado un portal web a modo de gestor de contenidos disponible en: <http://www.archaeo3dwebgis.com>. Para la presentación del proyecto se ha preparado un vídeo accesible desde la propia web del proyecto o mediante el enlace: <https://vimeo.com/242930977>.

**Palabras clave:** IDE, patrimonio arqueológico, modelización arqueológica, productos geomáticos, alta resolución, Fotogrametría, láser escáner, visita panorámica, PostGis, GeoServicios.

### Abstract

In this article we present the solution developed for an Archeological SDI including very high resolution geomatic resources. The main study case is the Archaeological Park of Tolmo de Minateda (Hellín, Albacete). High resolution published geographical information includes orthoimages, digital surface models, point clouds and the topographic reference frame. This article describes the instruments and methodology used in its production.

The implemented SDI tries to be conformant with applicable standards, integrating in its components a viewer, a services directory, and a catalog of data and services metadata.

Among the characteristics that differentiate the developed viewer from the usual ones in other SDIs, it is remarkable the possibility of open 3D viewers for some geomatic products, point clouds and textured models. User management is also integrated to control the information accessible according to each profile. Finally, geomatic products download tools are incorporated into the viewer.

For the project, a web portal has been developed as a content manager available at: <http://www.archaeo3dwebgis.com>. For the presentation of the project, a video has been prepared and it is accessible from the project website or through the link: <https://vimeo.com/242930977>.

**Keywords:** SDI, archaeological heritage, archaeological modeling, geomatics, high resolution, Photogrammetry, laser scanner, panoramic visit, PostGis, GeoServices.

<sup>(1)</sup>Sección de Teledetección y SIG del Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha  
[david.hernandez@uclm.es](mailto:david.hernandez@uclm.es), [antonio.quintanilla@uclm.es](mailto:antonio.quintanilla@uclm.es),  
[soledad.belmar@uclm.es](mailto:soledad.belmar@uclm.es), [diego.guerrero@uclm.es](mailto:diego.guerrero@uclm.es),  
[juanramon.charco@uclm.es](mailto:juanramon.charco@uclm.es)

<sup>(2)</sup>Instituto Geográfico Nacional  
[beatriz.felipe@correo.gob.es](mailto:beatriz.felipe@correo.gob.es)

<sup>(3)</sup>Instituto Universitario de Investigación en Arqueología y Patrimonio Histórico de la Universidad de Alicante  
[lorenzo.abad@ua.es](mailto:lorenzo.abad@ua.es), [victoria.amoros@gmail.com](mailto:victoria.amoros@gmail.com),  
[sonia.gutierrez@ua.es](mailto:sonia.gutierrez@ua.es)

<sup>(4)</sup>Tecnologías de la Información para la Documentación del Patrimonio de la Universidad de Salamanca  
[daguilera@usal.es](mailto:daguilera@usal.es), [pablorgfs@usal.es](mailto:pablorgfs@usal.es)

<sup>(5)</sup>Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y Tecnologías Emergentes del Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha

[jorge.onrubia@uclm.es](mailto:jorge.onrubia@uclm.es), [juanfrancisco.ruiz@uclm.es](mailto:juanfrancisco.ruiz@uclm.es)

<sup>(6)</sup>Universidad Politécnica de Valencia  
[jllerma@cgf.upv.es](mailto:jllerma@cgf.upv.es), [jomarlla@cgf.upv.es](mailto:jomarlla@cgf.upv.es)

Recepción 20/12/2017  
Aprobación 09/01/2018

## 1. INTRODUCCIÓN

La reciente evolución tecnológica acontecida en el ámbito de la producción de información geomática de alta resolución, tanto en lo que se refiere a equipamiento de captura como a herramientas informáticas de procesamiento, está provocando un cambio en los procedimientos de modelización empleados en arqueología, permitiendo resultados de gran calidad geométrica, con altos rendimientos y con costes asumibles.

En este sentido, es de destacar el creciente interés en la aplicación de fotogrametría de rango cercano gracias a la automatización alcanzada por herramientas informáticas de modelado a partir de imágenes, y por la constante mejora y disminución de coste de las cámaras digitales, a lo que se debe añadir la accesibilidad a sistemas de captura remota, tales como sistemas terrestres basados en pértigas y, especialmente, en el uso de cámaras embarcadas en vehículos aéreos no tripulados (VANTs).

En lo que se refiere a los procedimientos de georreferenciación, también se debe mencionar la constante mejora en usabilidad y disminución de costes de los equipos de medición basados en sistemas de posicionamiento espacial (GNSS) y de las estaciones totales, convencionales y robóticas.

Es previsible que la comercialización de sistemas de captura láser escáner cada vez de uso más sencillo y de menor coste, como los sistemas de captura en movimiento del tipo y uso manual como los del tipo GeoSLAM, también se traduzca en su uso en la modelización arqueológica.

La información geomática de alta resolución producida en la modelización arqueológica debe poder ser usada para dos de los fines principales que justifican su realización: la difusión y su explotación en procesos de investigación y gestión de yacimientos. En este contexto, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs), y sus principios, se postulan como una muy buena solución. De una parte, los visores integrados en las IDEs permiten hacer accesible la información a través de clientes ligeros, llegando a todo tipo de perfiles de usuarios. De otra parte, la publicación mediante servicios OGC de los productos geomáticos permite su explotación en herramientas informáticas del tipo clientes pesados, como QGIS, que incluyen funcionalidad para abordar gran cantidad de procesos de análisis, no sólo sobre este tipo de información sino empleando también cualquier otro tipo de información geomática o bases de datos adaptadas a modelos de datos arqueológicos. En ambos casos de uso

se debe tener en cuenta la necesidad de incorporar un sistema de control de acceso a la información según su nivel de sensibilidad, no sólo por la posible conveniencia de no exponer información en proceso de estudio, sino también para hacer accesible la capacidad de su edición a los perfiles de usuario adecuados.

El proyecto que aquí se presenta, denominado «Infraestructura de Datos Espaciales de Patrimonio Arqueológico de Castilla-La Mancha» es una experiencia para dar respuesta a la necesidad apuntada. Es el resultado de más de dos años de trabajo, finales de 2014 a 2017, de un equipo multidisciplinar, relacionado en un apartado final de este documento, integrado por investigadores de los tres ámbitos de conocimiento involucrados en un proyecto de estas características: arqueología, geomática e informática.

Los objetivos del proyecto se resumen en:

- Definición de una metodología para la generación de productos geomáticos de alta resolución de modelización de yacimientos arqueológicos.
- Implementación de una IDE de productos geomáticos de alta resolución en yacimientos arqueológicos que permita su difusión, explotación, localización y descarga de productos, integrando gestión de perfiles de usuarios para dar acceso y funcionalidad sobre la información en función de cada rol.
- Desarrollar un portal web a modo de gestor de contenidos del proyecto que integre el visor cartográfico de la IDE, el buscador de catálogo, la consulta de metadatos, y otros documentos de interés, como visitas virtuales, descripción de los yacimientos de estudio, bibliografía, etc.
- Integración de un modelo de datos arqueológico: Sistema de Información Arqueológica (SIA), desarrollado por Lorenzo Abad y sus colaboradores.

Este documento centra su atención en los tres primeros objetivos al estar en relación directa con el foro donde es presentado.

Aunque el proyecto se planteó en un principio sobre el caso de estudio del Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda, se han integrado otros casos de estudio por el interés del equipo de trabajo y por la necesidad de contar con más experiencias para validar las metodologías propuestas.

Si bien el proyecto como tal ha finalizado desde un punto de vista administrativo, el proyecto continua en ejecución debido al interés mutuo de los miembros del equipo para mejorar algunos aspectos, finalizar algunos pendientes (integración del SIA) y avanzar en otros, lo que además no es sino una consecuencia de la buena sintonía alcanzada entre todos los miembros



Figura 1. Portal web: [archaeo3dwebgis.com](http://archaeo3dwebgis.com)

del equipo, plasmada además en la formalización de convenios de colaboración, en la solicitud conjunta de nuevos proyectos y en iniciativas de trabajos divulgativos ya iniciados, en forma de cursos impartidos conjuntamente.

El acrónimo adoptado recientemente para el proyecto es Archaeo3Dwebgis, elegido porque sintetiza los objetivos del mismo. El portal web del proyecto es: <http://www.archaeo3dwebgis.com>.

Para facilitar a los interesados en el proyecto el acceso a una descripción detallada de la usabilidad conseguida se han generado una colección de vídeos que se pueden consultar en el apartado Multimedia de la página web principal del portal.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Productos geomáticos de alta resolución

En este proyecto se ha definido una metodología para la generación de productos geomáticos de alta resolución en función de los medios materiales accesibles por el equipo de trabajo, pudiendo resultar de interés para aplicaciones similares al tratarse de medios cada día más accesibles.

A continuación se describen los principales tipos de productos generados, indicando la metodología e instrumental empleado, siendo accesibles a través de los visores cartográficos de cada caso de estudio en el portal web del proyecto.

#### 2.1.1. Actividad 1. Marco de Referencia Topográfico, MRT.

Todo producto cartográfico correctamente georreferenciado debe estar referido a un Sistema Geodésico

de Referencia y estar expresado en un Sistema de Coordenadas oficiales, concepto de CRS conforme a la norma ISO 19111. En el caso de España se concreta en el Sistema Geodésico de Referencia ETRS89 y un sistema de coordenadas para la planimetría y otro para la altimetría, siendo un CRS compuesto de dos CRSs. En el caso de la planimetría, el sistema de coordenadas varía según el huso de la proyección UTM en que se ubique la zona, siendo para la mayoría de los casos de estudio de este proyecto el huso 30, de manera que el CRS planimétrico es el de código EPSG 25830, o su equivalente 3042, ETRS89 UTM Huso 30 o ETRS89 TMzn 30. Para la altimetría, el Sistema de Altitudes oficial en España tiene como datum u origen el nivel medio del mar de Alicante, CRS de código EPSG: 5782.

El marco de referencia topográfico, MRT, de un yacimiento arqueológico será una red de puntos sobre el terreno de posición conocida en el CRS oficial del trabajo. Estos puntos o vértices en la nomenclatura topográfica, se materializan de forma permanente empleando señales de tipo topográfico, clavos de señalización, por ejemplo, y su posición se determina por procedimientos topográficos empleando instrumental y metodologías de medición que permitan alcanzar precisiones del orden centimétrico. La configuración de esta red, cantidad y distribución de los puntos, debe responder a la necesidad de usarlos para a partir de ellos realizar trabajos de levantamiento topográfico de detalle con estaciones totales, medición de puntos de apoyo para fotogrametría aérea o terrestre, etc.

La metodología puesta en práctica en los casos de estudio de este proyecto se concreta en los pasos convencionales de este tipo de trabajos: diseño, monumentación, observación y cálculo. El instrumental empleado son equipos GNSS de tipo topográfico,

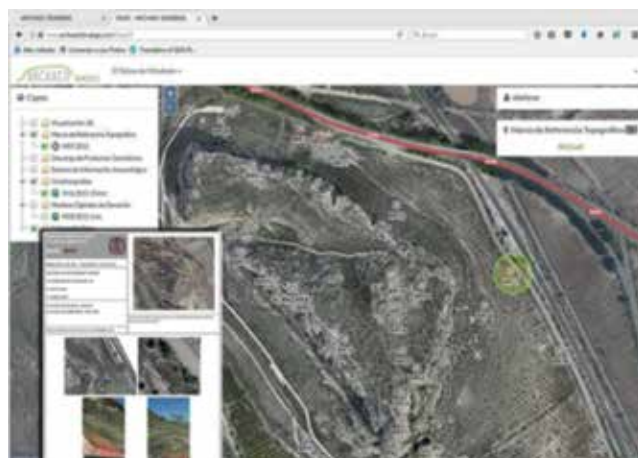


Figura 2. MRT en el visor cartográfico de la IDE para el Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda y el documento reseña en formato PDF de la base de referencia 33



Leica System 1200 y Topcon HiPer V. La metodología de observación consta de dos fases. En la primera se dota de coordenadas precisas a uno de los vértices del MRT, mediante enlace al marco oficial de ETRS89 (red ERGNSS del Instituto Geográfico Nacional, IGN) empleando el método estático relativo con postproceso. En la segunda fase se miden el resto de vértices del MRT empleando el método cinemático en tiempo real (RTK) estacionando el equipo base en el vértice previamente enlazado al marco oficial. Esta segunda fase se realiza dos veces con el mayor intervalo de tiempo posible entre ellas para disponer de redundancias y comprobación.

La figura 2 ilustra la visualización del MRT en el visor cartográfico de la IDE para el Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda y el documento reseña en formato PDF de un vértice que incluye toda la información necesaria para su localización y uso, con acceso a su descarga desde el propio visor.

### 2.1.2. Actividad 2. Productos de alta resolución derivados de fotogrametría aérea: Ortoimagen, Modelo Digital de Superficie y Modelo 3D.

Las ortoimágenes aéreas de alta resolución son uno de los productos geomáticos de mayor utilidad para la documentación arqueológica. Si bien las ortoimágenes públicas existentes son de gran utilidad, como PNOA de 25 cm o de 50 cm en el caso de España, presentan dos limitaciones desde el punto de vista de su uso en la documentación arqueológica: la falta de detalle y la fecha de adquisición. La documentación de un yacimiento requiere detalles que pueden llegar incluso a algunos centímetros y suele ser conveniente realizar la adquisición de las imágenes en unas circunstancias adecuadas, evitando la presencia de vegetación natural, bien por la fecha de adquisición o porque se realicen operaciones previas de limpieza, a lo que se debe unir que en algunas ocasiones es preciso contar con una frecuencia temporal que permita seguir la evolución de los trabajos de excavación.

La metodología puesta en práctica en los casos de estudio de este proyecto se concreta en pasos similares a los propios de este tipo de trabajos y que se resume en:

1. Elección del equipamiento: plataforma de vuelo, cámara e instrumental para georreferenciación. En los casos de estudio se han empleado dos tipos de plataformas de vuelo: un paramotor tripulado y diferentes modelos de VANT, IRIS+ de 3DR, md4-1000 de microdrones y Carabo S3 de ICOM3D. El paramotor se ha empleado en vuelos de grandes extensiones, como el Parque Arqueo-

lógico de El Tolmo de Minateda. Conforme a las cargas de pago, las cámaras empleadas han sido: Canon EOS 5D Mark-II, en el paramotor, Sony A5100, en md4-1000 y Carabo S3, y Canon IXUS 115hs, en IRIS+. Para los trabajos de georreferenciación se han empleado equipos GNSS topográficos para posicionamiento RTK Leica System 1200 y Topcon HiPerV.

2. Planificación de vuelo y del apoyo de campo. Este trabajo se debe realizar de forma que se garantice en la mayor medida posible el cumplimiento de un valor del píxel sobre el terreno (GSD), equivalente al concepto de escala en fotogrametría clásica, y de unos recubrimientos entre las imágenes de una pasada, recubrimiento longitudinal, y entre las diferentes pasadas, recubrimiento transversal. Los VANT de tipo multirrotor permiten imponer altura de adquisición sobre el terreno variable en cada punto de captura, lo que se ha conseguido empleando el programa UAV-GeoFliP ([www.icom3d.com](http://www.icom3d.com)) que permite incorporar un Modelo Digital del Terreno (MDT), generando además un fichero de navegación automática para el VANT Carabo S3. En el caso del paramotor la planificación es diferente debido a que en una pasada se vuela con pendiente altimétrica aproximadamente constante, lo que implica que se debe encontrar una altura de vuelo sobre el terreno de compromiso frente al perfil del terreno para cumplir con las especificaciones, lo que se ha conseguido empleando el *software* PFLiP, desarrollado por el equipo de trabajo. Para realizar la correcta georreferenciación también se planifica la distribución de los puntos de apoyo.
3. Pre-señalización y medición de los puntos de apoyo. En los momentos anteriores a realizar el vuelo se preseñalizan los puntos de apoyo mediante marcas de puntería situadas en la posición planificada, midiendo su posición empleando metodología GNSS-RTK a partir del MRT con precisión centimétrica.
4. Ejecución del vuelo. La ejecución del vuelo se realiza intentado cumplir con el plan de vuelo tanto en planimetría como en altimetría. En el caso de los vuelos con VANTs se emplean los ficheros de navegación obtenidos con el *software* de planificación y el grado de cumplimiento depende de la precisión propia del sistema de navegación, compuesto de un equipo GNSS-INS y de un altímetro barométrico, que incorporan los autopilotos. En el caso de los vuelos con el

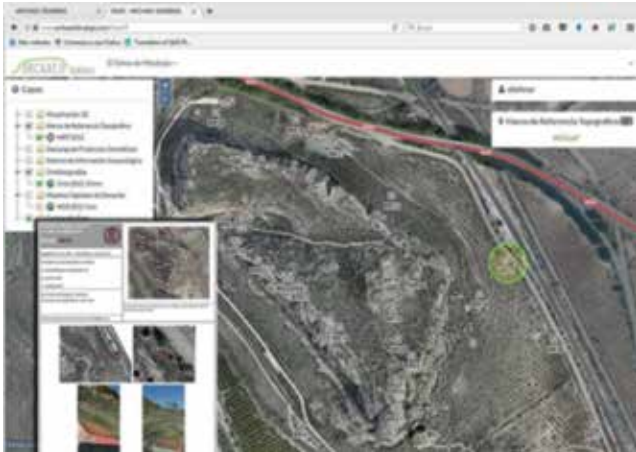


Figura 3. Procesamiento fotogramétrico mediante Agisoft Photoscan para la obtención de modelo 3d, ortoimagen y Modelo Digital de Superficie (MDS) para el caso de estudio de El Tolmo de Minateda

paramotor, el piloto dispone en un tablet de la trayectoria a seguir, en planimetría e indicación de altitud a cumplir, e intenta cumplirla en base a la visualización en un visor cartográfico de la trayectoria de vuelo por la posición GNSS y la altitud leída de un altímetro barométrico.

5. Procesamiento y generación de productos geomáticos. Se han empleado diferentes programas comerciales para los que se cuenta con licencia educacional o de investigación: Agisoft PhotoScan, Pix4D e Inpho UASMaster. El proceso seguido en todos ellos es similar y consta de los siguientes pasos: creación de un proyecto, importación de imágenes y definición de cámara, orientación relativa con autocalibración basada en detección de puntos de enlace con técnicas de visión computacional, importación de la información de los puntos de apoyo, medición de los puntos de apoyo en las imágenes, orientación absoluta con autocalibración, generación de nube densa de puntos y, finalmente, generación y exportación de productos finales: modelo 3d, ortoimagen y Modelo Digital de Superficie (MDS).

### 2.1.3. Actividad 3. Productos de muy alta resolución derivados de levantamiento láser escáner: Modelos 3D.

Desde hace unos años la tecnología de láser escáner terrestre (TLS) se ha postulado como una opción para la obtención de modelización tridimensional de muy alta resolución, incluso por debajo del centímetro. Dependiendo del objeto a modelar se puede considerar como una tecnología complementaria o alternativa a la fotogrametría terrestre. En los casos de estudio de este proyecto se ha considerado como la

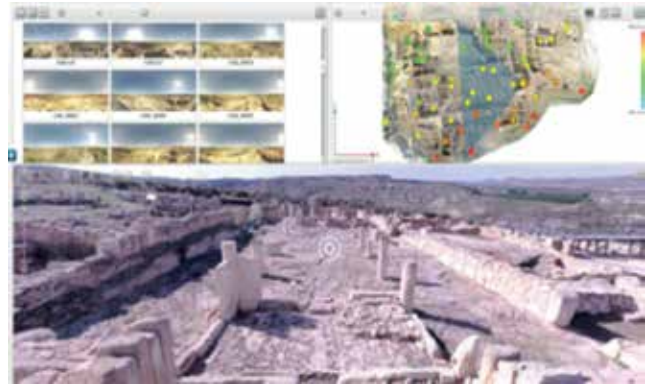


Figura 4. Visita Virtual Métrica. Ejemplo Corte 60 de El Tolmo de Minateda



Figura 5. Visor 3D. Nube de puntos láser escáner. Ejemplo Corte 60 de El Tolmo de Minateda



Figura 6. Visita virtual mediante imágenes panorámicas del caso de estudio El Tolmo de Minateda

solución adecuada debido a la calidad de la modelización que se precisaba obtener, de la disponibilidad del instrumental, un equipo Faro Focus x330, y a que los escenarios objeto de modelización eran adecuados para el uso de esta tecnología.

De una forma resumida, la metodología empleada en este proyecto es la convencional. En una primera fase, empleando como datos la ortoimagen y el MDS resultado de una fase anterior, se realiza la planificación de la ubicación de las posiciones donde estacionar el láser escáner y de la posición de esferas para coregistro entre diferentes estaciones. A continuación se procede a realizar el trabajo de campo, la captura

de la información, incluyendo como trabajo adicional la medición de al menos tres esferas con equipamiento GNSS-RTK a partir del MRT con precisión centimétrica. Tras el procesamiento posterior de los datos, que incluyen co-registro y georreferenciación, se generan como productos a integrar en la IDE un modelo 3D expresado como nube de puntos y un documento tipo visita virtual métrica que cuenta con algunas herramientas de medida.

#### 2.1.4. Actividad 4. Otros trabajos de documentación.

Además de los productos geomáticos convencionales se suelen generar otros documentos gráficos de interés, como por ejemplo: una visita virtual en base a imágenes panorámicas, colección de imágenes de detalles de interés con una georreferenciación aproximada o precisa, etc.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Casos de estudio

Cuando se planteó el proyecto se consideró como caso principal del estudio el Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda. Sin embargo, se han integrado como casos de estudio aquellos que han sido planteados como de interés por parte de algunos de los grupos de investigación participantes, aportando financiación adicional en la mayor parte de los casos:

- Por parte del INAPH-UA se han planteado los siguientes casos de estudio: Parque Arqueológico La Alcudia (Alicante), Villa Romana de Balazote (Albacete) y Yacimientos Arqueológicos de Lorcha (Alicante).
- Por parte del LAPTE-IDR-UCLM se han planteado



Figura 7. Portal archaeo3Dwebgis: Sección «Sitios arqueológicos» donde se muestran los casos de estudio incorporados en la IDE

los siguientes casos de estudio: Abrigo Pinturas Rupestres La Batanera (Fuencaliente, Ciudad Real), Abrigo Pinturas Rupestres Peña Escrita (Fuencaliente, Ciudad Real), Cueva Pintada de Gáldar (Gran Canaria) y Abrigo Pinturas Rupestres Peña del Escrito (Villar del Humo, Cuenca).

En todos los casos de estudio se han generado ortoimágenes de alta resolución a partir de fotogrametría aérea, a excepción de la Cueva Pintada de Gáldar donde se ha generado a partir de fotogrametría terrestre. También se han generado otros productos empleando la metodología propuesta, siendo el caso más completo el del Parque Arqueológico del Tolmo de Minateda. A través del visor se puede acceder a parte de los productos geomáticos de estos casos de estudio adicionales, estando todos procesados pero alguno a falta de publicación.

Para cada caso de estudio se incluye en el portal una página dedicada que es accesible desde el apartado Sitios Arqueológicos de la página web principal.

#### 3.2. Descripción de la IDE desarrollada

La IDE desarrollada es accesible a través del portal web de dirección: <http://www.archaeo3dwebgis.com> y de los servicios OGC que se describen en este apartado.

El portal está estructurado en los siguientes apartados principales accesibles desde la parte superior de la página web principal:

- El *Proyecto*, donde se recoge una breve introducción al proyecto, se incluye el acceso a un vídeo resumen y se da acceso a otros apartados:
  - *Equipo*, donde se relacionan las personas que han intervenido en el proyecto
  - *Material*, donde se relaciona el equipamiento empleado
  - *Transferencia*, que incluye una relación de resultados de difusión
  - *Multimedia*, que da acceso a una serie de vídeos

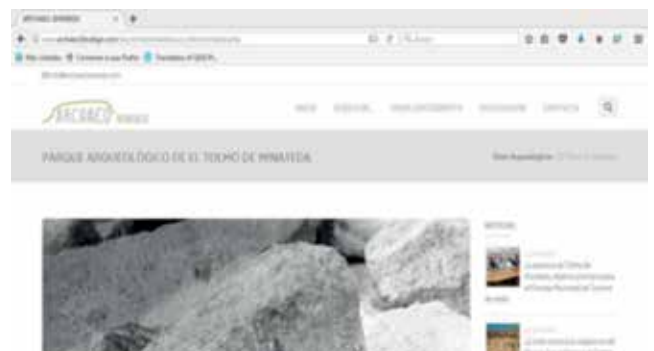


Figura 8. Portal archaeo3Dwebgis: Sección «Componentes IDE»

que ilustran la funcionalidad de la IDE y parte de los trabajos realizados para el caso del Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda

- *Sistema de Información Arqueológica (SIA)*, donde se incluye su descripción y de donde se puede descargar la representación en formato PNG del modelo de datos resultante de la adaptación del SIA original realizada en este proyecto.
- *Componentes IDE*, que da acceso a:
  - *Visor Cartográfico general*, desde el cual a su vez se puede acceder a los visores de cada caso de estudio.
  - *Directorio de Servicios*, donde se muestra la relación de servicios disponibles y permite acceder a búsqueda.
  - *Catálogo de Metadatos*, donde están publicados los metadatos de los productos en descarga y servicios.
- *Sitios Arqueológicos*, desde donde se accede a la página web y al visor cartográfico de cada caso de estudio, con un contenido que se describe posteriormente.
- *Contacto*, donde se incluye una relación de investigadores participantes.
- *Entidades*, donde se recogen las entidades participantes en la gestación y/o financiación del proyecto.

Para cada caso de estudio, se ha integrado una página web a modo de portal que se ha diseñado para dar cabida a toda la información de interés. El grado de completitud depende del estado de los trabajos e investigaciones llevadas a cabo así como de las necesidades de los distintos equipos. La idea es que esta información vaya siendo completada y sirva, principalmente, como medio de difusión y de almacenamiento centralizado de cierta información de interés. Contempla las secciones:

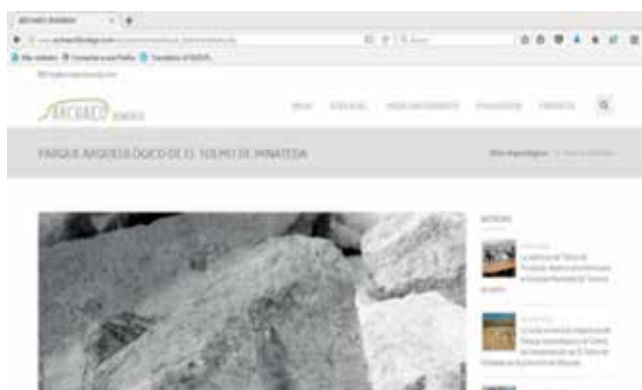


Figura 9. Portal archaeo3Dwebgis/El Tolmo de Minateda. Ejemplo de portal web del caso de estudio El Tolmo de Minateda

- *Acerca de ...*, desde donde se accede a diferentes apartados o páginas con información de interés: *Reseña Histórica, Accesibilidad, Investigación, Equipo y Visita Virtual.*
- *Visor cartográfico*, enlace al visor cartográfico del caso de estudio, sin pasar por el visor general, de forma que se carga directamente la información asociada al propio sitio arqueológico.
- *Divulgación*, que contiene accesos a diferentes apartados o páginas con este tipo de información: *Documentos, Proyectos de Investigación, Publicaciones, Enlaces y Material Multimedia.*
- *Contacto*, donde se incluye la relación de investigadores de arqueología que son las personas adecuadas a las que dirigir una consulta en relación al propio sitio.

La IDE se ha desarrollado usando un entorno Geotecnológico convencional para este tipo de trabajos: GeoServer, GeoNetwork, PostgreSQL/Postgis. Como herramienta GIS de escritorio se ha empleado QGIS, sobre el que se han desarrollado extensiones en Python. En la programación del visor se han utilizado librerías JavaScript (Bootstrap y OpenLayers), scripts en PHP y contenido HTML.

La gestión de usuarios se ha resuelto combinando la integración en GeoServer y en PostgreSQL. Se han contemplado tres perfiles de usuario identificados con un grupo: *administrador, investigador y usuario público*, con idea de crear futuros perfiles en función de las necesidades de cada yacimiento. En el estado actual del proyecto, el usuario investigador tiene acceso de consulta y edición a toda la información de carácter privado, tanto en lo relativo a la descarga de productos geomáticos como al acceso a los servicios OGC: WMS, WCS y WFS.

Para resolver la gestión de usuarios en el servidor PostgreSQL/Postgis se han creado todos los usuarios que forman parte del equipo principal o de los equipos

Tabla 1. Acrónimos y descripción de los grupos de capas

Acrónimo Grupo de capas	Descripción
V3D	Visualización 3D
ORT	Ortofotografías
MDE	Modelos Digitales de Elevación
MRT	Marco de Referencia Topográfico
SIA	Sistema de Información Arqueológica
DPG	Descarga de Productos Geomáticos

Tabla 2. Descripción de los casos de estudio

Caso de estudio	Descripción
Alcudia	Parque Arqueológico La Alcudia
Balazote	Villa Romana de Balazote
Batanera	Abrigo Rupestre Batanera
Cueva Pintada	Parque Arqueológico Cueva Pintada
Lorcha	Arqueología del Paisaje de Lorcha
Escrita	Abrigo Rupestre Peña Escrita
Escrito	Abrigo Rupestre Peña del Escrito
TolmoMinateda	Parque Arqueológico El Tolmo de Minateda

particulares de cada sitio arqueológico. Cada usuario tiene una clave de acceso. También se han creado Grupos de Roles en función de cada sitio arqueológico a los que se ha dotado de permisos de lectura o de lectura y escritura. Cada usuario es asignado a uno o varios grupos en función de su rol dentro del proyecto y de los sitios arqueológicos en los que trabaja.

Para gestionar las capas de información geográfica accesibles desde el visor de cada sitio y para cada usuario se ha creado una base de datos en el servidor PostgreSQL que es consultada por programación desde el código del visor. Esta base de datos incluye un esquema para cada sitio arqueológico. Cada esquema incluye varias tablas, una de las cuales se refiere a los grupos de capas en los que se estructuran las capas en el visor, otra que permite acceder a la información de cada una de las capas, incluyendo el grupo al que pertenece, su nombre en GeoServer, el nombre en el visor, el orden que ocupa en el visor, si es visible por defecto, enlace a información de descarga cuando procede, etc. En otra tabla se almacena qué usuarios tienen permiso para cada una de las capas. Para gestionar la visualización de capas que no son accesibles a través de GeoServer, capas de modelos 3D, se incluye otra tabla con información similar a las capas accesibles desde GeoServer, incluyendo además la *url* de la página que se despliega al seleccionar en el visor una de estas capas.

Dado que GeoServer permite establecer un control de acceso a los datos asignando a cada espacio de trabajo un rol, se ha generado un espacio de trabajo por sitio arqueológico, se han habilitado sus propios servicios WMS, WFS y WCS, se han replicado los usuarios de PostgreSQL, se han creado roles que se han asignado a cada usuario, contemplando aquellos que tienen acceso a todos los sitios y aquellos limitados a un sitio

concreto. Cada espacio de trabajo se denomina mediante el acrónimo del grupo de capas y una palabra a modo de denominación del sitio arqueológico, de forma que las *url* de los servicios publicados permiten identificar el tipo de servicio, WMS, WCS, WFS, el caso de estudio y el producto o funcionalidad que lleva asociado.

El visor cartográfico se estructura en grupos de capas en función del tipo de producto o funcionalidad asociada. Para el caso de estudio principal del proyecto, el Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda, se puede observar la siguiente estructura:

- *Visualización 3D*, grupo de capas que permiten localizar las zonas donde se puede visualizar un producto 3D. Estos productos 3D se clasifican en *Visita Virtual Métrica*, *Modelos Texturizados* y *Nubes de Puntos*, pudiendo proceder estas últimas de correlación fotogramétrica o de escaneos mediante escáner láser. Pulsando sobre alguna de estas zonas se despliegan en un menú a la

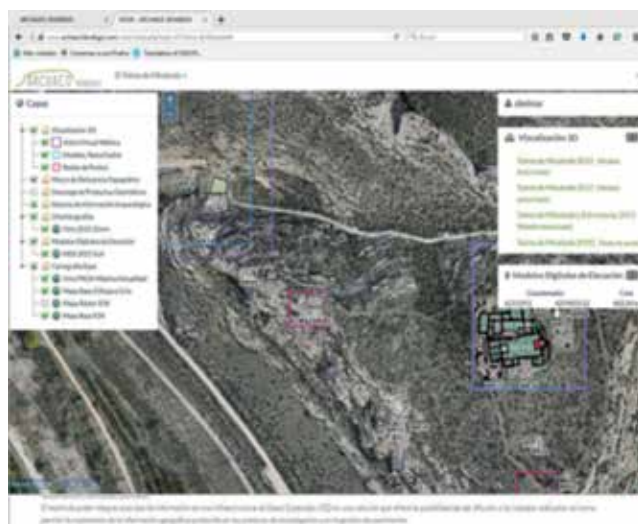


Figura 10. Estructura visor cartográfico. Visor El Tolmo de Minateda



Figura 11. Descarga de Productos Geomáticos. Visor El Tolmo de Minateda

Tabla 3. Capas de información para el caso del Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda

Privacidad	Grupo de capas	Capa
Público	Visualización 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nubes de Puntos</li> <li>- NPE Almazara 2015</li> <li>- NPE Corte60 2015</li> <li>- NPE Corte80 2015</li> <li>- NPE NecropolisNorte 2015</li> <li>- NPE Regueron 2015</li> <li>- NPF Tolmo de Minateda 2015</li> <li>- Modelos Texturizados</li> <li>- El Tolmo de Minateda 2015</li> <li>- Corte 60 estructuras 2013</li> <li>- El Tolmo de Minateda 2013</li> <li>- El Tolmo de Minateda estructuras 2013</li> <li>- Regueron 2013</li> </ul>
Privado	Visualización 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visita Virtual Métrica</li> <li>- Almazara 2015</li> <li>- Corte60 2015</li> <li>- Corte80 2015</li> <li>- NecropolisNorte 2015</li> <li>- Regueron 2015</li> </ul>
Privado	Ortofotografía	ORT 2015 25mm
Público	Modelos Digitales de Elevación	MDS 2015 5cm
Privado	Descarga de Productos Geomáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ortofotografías</li> <li>- ORT 2015 25mm (100x100m)</li> <li>- Modelos Digitales de Elevación</li> <li>- MDS 2015 5cm (500x500m)</li> <li>- Nubes de Puntos Fotogrametría</li> <li>- NPF 2015 (100x100m)</li> <li>- Nubes de Puntos Escaneos Láser</li> <li>- NPE Almazara 2015 (10x10m)</li> <li>- NPE Corte60 2015 (5x5m)</li> <li>- NPE Corte80 2015 (10x10m)</li> <li>- NPE NecropolisNorte 2015 (10x10m)</li> <li>- NPE Regueron 2015 (5x5m)</li> <li>- Marco de Referencia Topográfico</li> <li>- MRT 2015</li> <li>- Posiciones Escaneos Láser</li> <li>- PEL 2015</li> </ul>
Privado	Marco de Referencia Topográfico	MRT 2015

derecha los enlaces a todos los productos disponibles que permiten abrir visores web 3D independientes.

- *Marco de Referencia Topográfico*, permite localizar las bases de referencia del marco de referencia establecido en el yacimiento. Pulsando en cada base se accede a la descarga de la reseña correspondiente.
- *Ortofotografía*, grupo de capas que permite la visualización

de las ortoimágenes existentes para el sitio arqueológico en cuestión.

- *Modelos Digitales de Elevación*, pensado para incluir tanto Modelo Digital del Terreno (MDT) como Modelo Digital de Superficie (MDS), así como productos derivados de los anteriores, tales como mapas de sombras, orientaciones, pendientes, etc.

Tabla 3. Capas de información para el caso del Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda

Privado	Sistema de Información Arqueológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructuras Altomedieval s.VII y VIII                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructuras s.VII y VIII</li> <li>- Grupos de Unidades por fases s.VII y VIII</li> </ul> </li> <li>- Estructuras Altomedieval s.IX                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructuras s.IX</li> <li>- Grupos de Unidades por fases s.IX</li> </ul> </li> <li>- Cerámica a torno finales del s.IX                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructuras finales s.IX</li> <li>- Cerámica a torno finales s.IX</li> </ul> </li> <li>- Nº de Sigillatas por UE                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nº de Sigillatas por UE</li> <li>- Estructuras zonas excavación</li> </ul> </li> </ul>
Público	Cartografía Base	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa Base IGN para Orto</li> <li>- Orto PNOA Máxima Actualidad</li> <li>- Mapa Ráster IGN</li> <li>- Mapa Base IGN</li> </ul>

Tabla 4. URL de los servicios OGC implementados

Tipo de servicio	Servicio	URL
WMS Público	Ortofotografía	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/ort_tolmominateda/wms?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/ort_tolmominateda/wms?</a>
WMS Público	Modelos Digitales de Elevación	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/mde_tolmominateda/wms?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/mde_tolmominateda/wms?</a>
WMS Público	Visualización 3D	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/v3d_tolmominateda/wms?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/v3d_tolmominateda/wms?</a>
WCS Público	Modelos Digitales de Elevación	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/mde_tolmominateda/wcs?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/mde_tolmominateda/wcs?</a>
WMS Privado	Descarga de Productos Geomáticos	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/dpg_tolmominateda/wms?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/dpg_tolmominateda/wms?</a>
WMS Privado	Marco de Referencia Topográfico	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/mrt_tolmominateda/wms?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/mrt_tolmominateda/wms?</a>
WMS Privado	Sistema de Información Arqueológica	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/sia_tolmominateda/wms?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/sia_tolmominateda/wms?</a>
WFS Privado	Sistema de Información Arqueológica	<a href="http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/sia_tolmominateda/wfs?">http://archaeo3dwebgis.com:8080/geoserver/sia_tolmominateda/wfs?</a>

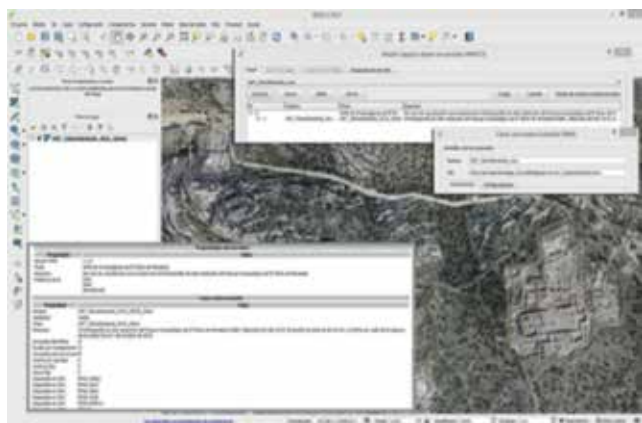


Figura 12. Conexión mediante QGIS al servicio WMS de ortofotografía de el Tolmo de Minateda

- *Sistema de Información Arqueológica*, grupo de capas que se subdivide en función del resultado objeto de visualización. Permite visualizar el resultado gráfico de consultas realizadas al Sistema de Información Arqueológica. Se trata de información vectorial editable mediante servicio WFS.
- *Descarga de Productos Geomáticos*, grupo de capas que permiten acceder a la descarga de los productos geomáticos. En esta IDE la descarga se plantea desde el propio visor cartográfico a partir de una serie de mallas cuadradas. Las dimensiones de los cuadrados que conforman la malla varían en función del tipo de producto, con el propósito de que la división del producto completo garantice la descarga y la ope-

ratividad mediante equipos que no posean grandes prestaciones. Pulsando en un punto, en el visor se despliegan todos los productos disponibles, siempre y cuando la malla de distribución esté en modo visible. Entre los productos descargables se incluyen: Ortofotografías, Modelos Digitales de Elevación, Nubes de Puntos Fotogramétricas, Nubes de Puntos de Escaneos Láser, Marco de Referencia Topográfico y Escaneos Láser independientes georreferenciados y con color a los que se accede a partir de la posición de cada estacionamiento. Cabe destacar que con cada producto geomático se despliega la opción de descarga de sus metadatos, así como la malla correspondiente de distribución.

- *Cartografía Base*, conjunto de capas base cargadas a partir de servicios OGC

A continuación se incluyen las capas de información para el caso del Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda:

Todas las capas que se muestran en el visor, a excepción de las correspondientes a la visualización de los productos 3D, han sido implementadas mediante servicios OGC.

Los servicios publicados para el resto de casos de estudio son accesibles desde el Directorio de Servicios en la sección "Componentes IDE" del portal web.

Los servicios publicados para el resto de casos de estudio son accesibles desde el Directorio de Servicios en la sección "Componentes IDE" del portal web.

## 4.CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO

Se ha llevado a la práctica la implementación de una IDE de arqueología de productos geomáticos de alta resolución en el contexto de los yacimientos arqueológicos. Ha sido necesario establecer una metodología para los trabajos involucrados en la elaboración de este tipo de productos geomáticos. Se ha integrado la gestión de usuarios para velar por la privacidad de información en fase de investigación. Se ha integrado en el visor cartográfico el acceso a visualización 3d desplegando visores basados en Cesium Js, en Potree y herramientas web de láser escáner terrestre.

La difusión de los resultados alcanzados es una de las líneas de trabajo que se ha abierto y que ha de continuar, destacando que parte de los resultados han sido casos de estudio de varios artículos publicados en revistas de impacto y una tesis doctoral, se han publicado notas de

prensa y se ha organizado el curso "El uso del LiDAR para la detección e interpretación de Paisajes Arqueológicos" por parte del INAPH-UA con la colaboración de TSIG-IDR-UCLM.

En breve estará finalizada la integración del modelo de datos SIA en PostgreSQL/PostGIS, así como una extensión desarrollada ex-profeso para QGIS como herramienta para introducir, editar y utilizar en procesos la información, lo que dotará

## REFERENCIAS

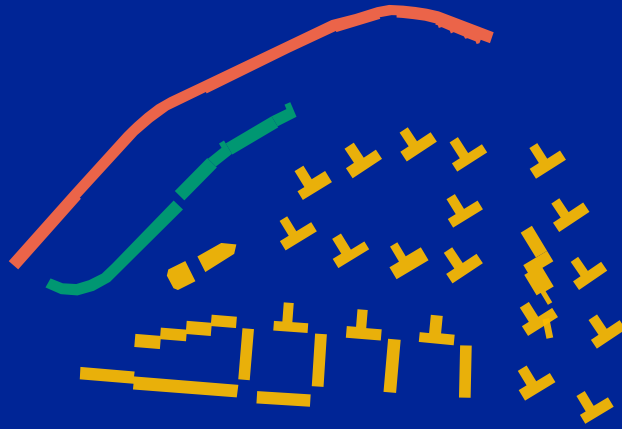
Las referencias se han incluido en el propio portal de la IDE: <http://www.archaeo3dwebgis.com>.

### Sobre los autores

Con objeto de poder incluir la cita concreta a los grupos de investigación que han intervenido, se incluye en este apartado una relación de ellos:

- *Sección de Teledetección y SIG del Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha (TSIG-IDR-UCLM): David Hernández López (Investigador Principal), Soledad Belmar Lizarán, Miguel Ángel Moreno Hidalgo, Diego Guerrero Sevilla, Antonio Quintanilla Ródenas y Juan Ramón Charco Toboso.*
- *Instituto Universitario de Investigación en Arqueología y Patrimonio Histórico (INAPH-UA) de la Universidad de Alicante: Lorenzo Abad Casal, Sonia Gutiérrez Lloret, Victoria Amorós Ruiz, Víctor Cañavate Castejón y Julia Sarabia Bautista.*
- *Instituto Geográfico Nacional: Beatriz Felipe García.*
- *Tecnologías de la Información para la Documentación del Patrimonio (TIDOP-USAL) de la Universidad de Salamanca: Diego González Aguilera y Pablo Rodríguez González.*
- *Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y Tecnologías Emergentes (LAPTE-IDR-UCLM) del Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha: Jorge Onrubia Pintado, Juan Francisco Ruíz López, Víctor Manuel López-Menchero Bendicho y Ángel Marchante Ortega.*
- *Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha: Rubí Sanz Gamo y Blanca Gamo Parrás.*
- *Universidad Politécnica de Valencia: José Luis Lerma García y José Carlos Martínez Llarío.*





7 - 8 de junio de 2018 | Girona

# Jornadas de SIG libre



# Extracción de conocimiento mediante la aplicación de inteligencia artificial a la información espacial

## *Spatial artificial intelligence knowledge extraction*

Jose Julio Rodrigo, Juan Jorge Rosales

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 40-47  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

Los conjuntos de datos espaciales de imágenes, o ráster, ofrecen una visión intuitiva y amplia de la realidad, sin embargo, su análisis mediante técnicas de procesamiento espacial o geoprocesamiento resulta más difícil que usando datos vectoriales. En una ortofoto aérea –quizás el exponente más representativo de este tipo de de datos espaciales- es relativamente sencillo, si se cuenta con la resolución adecuada, apreciar la presencia o ausencia de un determinado fenómeno mediante inspección visual. Ahora bien, tareas como identificar automáticamente todos los emplazamientos que registran ocurrencias de un mismo fenómeno (por ejemplo, una construcción), generar representaciones geométricas de dichas ocurrencias o identificar en una secuencia temporal de imágenes cuando aparece por primera vez han sido difícilmente automatizables hasta la fecha y relegadas a trabajos de operador.

En el pasado, los intentos de automatizar el análisis y extracción de información en imágenes aéreas mediante técnicas de visión por computador han obtenido resultados de escasa aplicación práctica. En este artículo se presenta la utilización de técnicas de Machine Learning (Aprendizaje Automático) aplicadas a la detección automática de cambios utilizando ortofotos suministradas por servicios estándar de Infraestructuras de Datos Espaciales.

### Abstract

Spatial image or raster data sets offer an intuitive and comprehensive view of reality. However, its analysis by spatial processing or geoprocessing techniques is more difficult than using vector data. In an aerial orthophoto - perhaps the most representative example of this type of spatial data - it is relatively simple, if it has the appropriate resolution, to appreciate the presence or absence of a certain phenomenon through visual inspection. However, tasks such as automatically identifying all the sites that record occurrences of the same phenomenon (for example, a construction), generating geometric representations of the mentioned occurrences or identifying in a temporal sequence of images when they appear for the first time have been difficult to automate until now and they have been relegated to operator jobs. In the past, attempts to automate the analysis and extraction of information in aerial images by computer vision techniques have obtained results of little practical application. This article presents the use of Machine Learning techniques applied to the automatic detection of changes using orthophotos provided by the standard Spatial Data Infrastructure services.

Palabras clave: **inteligencia artificial, deep learning, machine learning, redes neuronales, control de cambios.**

Keywords: **artificial intelligence, deep learning, machine learning, neural networks, change control.**

*Departamento de Ingeniería, GRAFCAN*  
[jrodrigo@grafcan.com](mailto:jrodrigo@grafcan.com)  
*Director Técnico, GRAFCAN*  
[jrosales@grafcan.com](mailto:jrosales@grafcan.com)

*Recepción 20/12/2017*  
*Aprobación 09/01/2018*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las competencias de muchas áreas de la Administración poseen una relación intensa y directamente referida al territorio. No sólo porque el medio físico constituye en sí mismo un objetivo de toda la gestión administrativa de protección del medio ambiente y ordenación territorial, sino porque es en él donde se desarrollan las actuaciones propias de estas administraciones relativas a actividades como la agricultura, el transporte, la seguridad, la educación o la sanidad.

Esta estrecha relación entre territorio y Administración hace que abordar con garantías muchos procesos de planificación, gestión o inspección requieran de un adecuado conocimiento de dicho territorio y de los cambios que en él se producen. La naturaleza de los cambios que son de interés para un área determinada de la Administración viene determinada por sus responsabilidades. En este sentido existe un espectro muy amplio: variaciones de cultivos, nuevas construcciones, ejecución de infraestructuras, evolución de suelos urbanizables a urbanos, crecimiento de masas forestales, procesos erosivos, evolución del contenido de vertederos, etc.

En los sistemas de información geográfica (SIG) e infraestructuras de datos espaciales (IDE) el conocimiento de la realidad se modela a través de conjuntos de datos espaciales. Estos conjuntos pueden englobarse en dos grandes categorías: información geográfica de referencia e información geográfica temática. La primera es de carácter horizontal, su producción suele ser sostenida en el tiempo y, generalmente, es la base sobre la que se apoya la segunda. Esta información de referencia se materializa a través de productos como los mapas topográficos, los ortofotos o los modelos digitales de elevación.

El conocimiento de los cambios que se producen en el territorio se obtiene a partir del análisis comparado de conjuntos de datos espaciales. Por lo general, suele requerir la aplicación de un conocimiento específico, relacionado con la naturaleza de los cambios, capaz de sintetizar en un nuevo conjunto de datos espaciales las modificaciones o alteraciones detectadas. La bondad de los resultados obtenidos depende, en gran medida, tanto de las características de la información de partida como de las técnicas de extracción de conocimiento empleadas.

Las condiciones ideales exigibles a un proceso de control de cambios incluyen la detección temprana, es decir, en fechas próximas a aquellas en las que se han producidos los cambios, unos costes reducidos, un alto grado de fiabilidad y garantías de completitud.

Los primeros trabajos de detección de cambios sobre el territorio desarrollados por Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN) se remontan a más de quince años y, con

modificaciones, han tenido continuidad hasta la actualidad. Casi siempre centrados en construcciones y viario como principales elementos vertebradores del territorio. Las primeras actuaciones consistieron en trabajos de fotointerpretación de ortofotos por operadores y, por tanto, presentaban un elevado componente de intervención humana. En el año 2010, la utilización de la tecnología LIDAR supuso un punto de inflexión en la detección de cambios e introdujo importantes mejoras en términos de productividad, fiabilidad y completitud.

Los avances producidos durante los últimos años en el campo de *Machine Learning* [1][2], de la mano de grandes empresas tecnológicas, junto con la disponibilidad gratuita de diversas plataformas de desarrollo para esta disciplina, hicieron que en el año 2016 GRAFCAN iniciara una línea de investigación interna con el objetivo de evaluar la viabilidad y resultados de aplicar estas técnicas de inteligencia artificial a la extracción de conocimiento del territorio mediante la generación automática de conjuntos de datos espaciales vectoriales. En cierto sentido, se planteaba el reto, en problemas acotados, de examinar en qué medida era reproducible la forma de trabajar de un operador experimentado en labores que actualmente son costosas, en recursos y tiempo, y que por tal motivo, en muchos casos, ni siquiera se abordan.

Esta investigación se materializó en un primer proyecto piloto que combinó la familiarización con las técnicas y herramientas de *Machine Learning* con la resolución de un problema muy concreto y acotado: detección de señalización horizontal. Los avances y buenos resultados de este proyecto piloto fueron la base para abordar otro proyecto de complejidad superior, consistente en la detección de cambios sobre ortofotos, cuyos resultados han sido satisfactorios hasta el punto de ser incorporados a la oferta de servicios de GRAFCAN.

## 2. ANTECEDENTES

Los primeros controles de cambios abordados en GRAFCAN consistían en la comparación de ortofotos de un mismo ámbito territorial en diferentes momentos de tiempo. Esta forma de trabajar puede detectar elementos de mucho detalle, si se cuenta con imágenes de resolución adecuada, y asociar con precisión tipologías de cambios complejas. Por el contrario, adolece de inconvenientes como la necesidad de personal experimentado, efecto de la fatiga, diferencia de criterios entre personas, lentitud por su naturaleza manual y probabilidad de omisiones. Además hay que considerar la limitación que supone la ausencia de información altimétrica cuantificable en la fuente de información utilizada.

Al poco de iniciar este tipo control de cambios en GRAFCAN, se llevaron a cabo varios proyectos, en colaboración con la Universidad de La Laguna, con el objetivo de automatizar estos trabajos mediante la aplicación de técnicas de visión por computador. Estos proyectos se centraron en la detección de construcciones y viables pero sus resultados no fueron satisfactorios y, por lo tanto, no tuvieron aplicación práctica. Una de las conclusiones de estos trabajos fue la sensibilidad de las técnicas aplicadas a la variabilidad existente entre las imágenes comparadas por efecto de factores como la estacionalidad, hora de vuelo, condiciones climáticas, estado de la vegetación, mareas y oleaje.

Los controles de cambios mediante fotointerpretación de ortofotos tuvieron continuidad en el tiempo, en el marco de proyectos relacionados con la disciplina urbanística hasta la adopción de la tecnología LIDAR en el año 2010. Una variante de estos controles, que hoy en día aún se usa ocasionalmente en GRAFCAN, es la detección de cambios por comparación de pares estereoscópicos con cartografía destinada a la actualización de mapas topográficos.

A mediados del año 2010, el control de cambios sufrió un importante avance con la utilización de los vuelos LIDAR como elementos de comparación. Los vuelos LIDAR permiten obtener nubes de puntos tridimensionales que pueden ser convertidas a superficies continuas, de terreno o superficie, sobre las que se pueden realizar operaciones aritméticas como la resta. Así, diferencias positivas obedecerán a crecimientos en el eje z y las negativas a decrecimientos. Al tratarse de información tridimensional también se pueden acometer cálculos de volúmenes sobre una determinada superficie. En cuanto a la superficie mínima de los cambios a detectar, ésta está condicionada por la densidad de las nubes de puntos que es uno de los factores más relevantes en la planificación de vuelos LIDAR.

Por lo general, los resultados de la resta de superficies generadas a partir de vuelos LIDAR deben ser sometidos a procesos de revisión posterior. En algunos casos automatizables y en otros asistidos por operador. La obtención de una diferencia indiscriminada hace que puedan proliferar falsos positivos producto de, por ejemplo, la posición de grandes medios de transporte (guaguas, aviones, barcos...) o el tamaño y orientación de la vegetación. También tiene incidencia en el análisis de datos LIDAR la orografía de las zonas voladas, en especial, las de elevada pendiente, y otros factores como la densidad de la vegetación.

La principal ventaja de la tecnología LIDAR aplicada al control de cambios es su objetividad, productividad y capacidad de análisis tridimensional. Por el contrario, es necesario disponer de vuelos que pueden ser bastante costosos, en función de la densidad de puntos, y aplicar procedimientos de filtrado a los resultados.

La crisis económica de los últimos años trajo consigo la disminución de la frecuencia de actualización de la información geográfica de referencia de Canarias. A excepción de la OrtoExpress de 25 cm/píxel, que mantiene una frecuencia de actualización anual, el resto de productos se renueva con intervalos de dos, tres o cuatro años. En el caso concreto del LIDAR, cada tres años.

Esta circunstancia obligó a pensar en una alternativa, o complemento, al control de cambios basado en la tecnología LIDAR para sostener la detección de cambios anual en el ámbito de toda la Comunidad Autónoma. Dicha reflexión coincidió con el reciente auge del *Machine Learning*. Un *Machine Learning* que ya está presente en ámbitos tan cotidianos y tan dispares como el filtrado de correo no deseado, la búsqueda de imágenes por contenido o la confección de ofertas a medida.

En el año 2016 se iniciaron trabajos de I+D+i relacionados con el *Machine Learning* con el objetivo de extraer información a partir de ortofotos. En concreto, se centraron en la rama de *Deep Learning* (Aprendizaje Profundo) en la que existen algoritmos de *Machine Learning* que permiten modelar ciertos tipos de conocimiento usando arquitecturas de Redes Neuronales Artificiales como las Redes Neuronales Convolucionales Profundas (*Deep Convolutional Neural Networks*). A grandes rasgos, el proceso de aprendizaje conlleva un proceso previo de diseño de una arquitectura de neuronas artificiales organizadas en capas que se conectan entre sí y, posteriormente, el proceso de aprendizaje en sí mismo. Este último se lleva a cabo utilizando lo que se conoce como patrones de entrenamiento. Es decir, parejas de información de entrada y resultados deseados a la salida.

## 3. MATERIAL Y MÉTODO

### 3.1. Detección de señalización horizontal

Este proyecto piloto se planteó principalmente como un proceso de capacitación y acumulación de experiencia con las técnicas y herramientas asociadas a la rama de *Deep Learning* del *Machine Learning*. Para ello se abordó el problema de detectar, clasificar y ubicar automáticamente determinadas señales horizontales presentes en los carriles de la red viaria canaria. En concreto, las siguientes:

- Mantener el sentido de circulación (recto).
- Giro a izquierda.
- Giro a derecha.
- Mantener el sentido de circulación o girar a la izquierda.
- Mantener el sentido de circulación o girar a la derecha.
- Mantener el sentido de circulación, girar a la izquierda o girar a la derecha.

- Ceda el paso.
- Ausencia de señal.

Disponer de esta información clasificada y georreferenciada es útil, por ejemplo, para contrastar los sentidos de circulación asociados a los tramos viarios de la red de transporte o las maniobras permitidas en la confluencia de dos o más tramos.

Como fuente de información principal se utilizó la OrtoExpress Urbana de Canarias que tiene una resolución de 10 cm/píxel. La definición de la arquitectura de la red y los procesos de aprendizaje se desarrollaron sobre el entorno de trabajo Tensorflow [7] desarrollado por Google para proyectos de esta naturaleza.

La entrada a la red la conformaron recortes de la ortofoto con presencia de la señalización ya enumerada. Se optó por imágenes en blanco y negro porque el color no es una información relevante y la disminución del tamaño de las imágenes reduce los tiempos de proceso. Estas imágenes, junto a la categoría correspondiente a cada una de ellas, constituyeron los patrones de entrenamiento de la red.

La arquitectura de la red se basó en capas convolucionales seguidas de capas de generalización (*pooling*) y finalmente un clasificador basado en capas totalmente conectadas (*fully connected*). Su configuración final fue el resultado de un proceso de pruebas sistemáticas y análisis comparado de resultados.

Los resultados de este primer proyecto, después de haber probados numerosas variantes de arquitectura y valores de parámetros, fue de un 98,48 % de aciertos so-

bre el conjunto de datos de evaluación que estaba formado por 662 patrones.

Al margen de la valoración de los resultados de este proyecto, el abordar un problema muy concreto y acotado permitió adquirir, en relativamente poco tiempo, conocimientos de arquitecturas de redes y familiarizarnos con técnicas de generación de patrones, entrenamiento y explotación de resultados. Entre las lecciones aprendidas: el elevado número de pruebas que este tipo de redes necesita para ajustar metaparámetros asociados a la propia red y al proceso de entrenamiento, y la importancia de interpretar adecuadamente los resultados estadísticos de las iteraciones de aprendizaje para poder mejorarlos.

### 3.2. Detección de cambios en imágenes ortorectificadas

El problema de detección automatizada de cambios en imágenes no es nuevo y existen numerosas aproximaciones basadas en técnicas de visión por computador [3]. Una de las principales dificultades a la que tiene que enfrentarse este tipo de soluciones reside en la variabilidad natural existente entre imágenes de una misma zona captadas en fechas diferentes [4]. Factores como la estación del año en que han sido tomadas las imágenes, su hora, que condiciona el ángulo solar y por tanto la iluminación y las sombras, los cambios en la vegetación y los cultivos, elementos móviles como los vehículos o los efectos producidos por las mareas y el oleaje, provocan, en unos casos, modificaciones en la representación de elementos que no han sufrido alteración alguna y, en otros, cambios apreciables entre las imágenes que deben ser excluidos por responder a casuísticas que no revisten interés. Generalmente el impacto de estos inconvenientes se suele tratar de aminorar con ajustes radiométricos y cromáticos previos pero aún así los resultados, fuera de entornos muy controlados, nunca han sido suficientemente satisfactorios o, al menos, comparables con los de un operador.

El enfoque con la Inteligencia Artificial y el *Deep Learning* es totalmente diferente y, de hecho, no precisa ningún tipo de ajuste previo en las imágenes utilizadas. Frente a los algoritmos de visión por computador que trabajan, desde un punto de vista simplista, con valores de píxeles, las redes aportan la capacidad de aprender e interiorizar un determinado comportamiento, descrito en términos de patrones de entrada, y generalizar su aplicación en escenarios distintos al de aprendizaje.

Con respecto al proyecto anterior, la detección de cambios en imágenes presenta una complejidad muy superior. En primer lugar, las imágenes que recibirá como entrada la red y que formarán parte de los patrones de entrada, necesitan abarcar un ámbito territorial mayor ya que es necesaria una información de contexto suficiente para determinar la presencia o ausencia de cambios.



Figura 1. Ejemplos de patrones de señales de diferentes clases

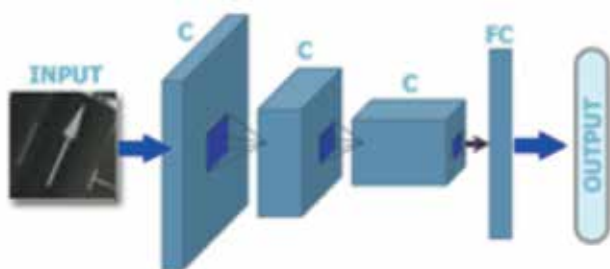


Figura 2. Arquitectura de la Red Neuronal Convolucional

Además hay que considerar que en estas imágenes el color (canales RGB) sí es relevante y, por lo tanto, también contribuirá a incrementar el espacio que ocupan las imágenes. La complejidad no sólo va a estar influenciada por el requisito de gestionar mayores volúmenes de información sino, y principalmente, porque es necesario diseñar una arquitectura de red que permita comparar dos imágenes y tal arquitectura no se corresponde con las tradicionalmente empleadas en los problemas de clasificación o localización más comunes [1][2].

La ejecución de este segundo proyecto se puede dividir en cuatro fases principales: la preparación de patrones de entrenamiento, el diseño de la arquitectura de red y el proceso de entrenamiento, la evaluación de resultados y la puesta en funcionamiento de la red en un entorno de trabajo real. Las tres primeras fases conforman el ciclo que determina el comportamiento que exhibe la red.

### 3.2.1. Preparación de patrones de entrenamiento

La generación y preparación de patrones de entrenamiento es una de las fases más importantes en el proceso de aprendizaje supervisado de una red neuronal. Estos patrones son el vehículo por el que una red tiene acceso a la información y forma en la que debe proceder en el contexto de un problema concreto. En último término, los patrones de entrenamiento junto con la arquitectura de la red serán quienes, tras un proceso de aprendizaje, determinarán el comportamiento futuro que exhibirá la red neuronal.

El conjunto de patrones de entrenamiento debe representar lo más exhaustivamente posible toda la casuística de un problema concreto. En la práctica esto obliga a trabajar con un número de patrones muy elevado, lo cual es una constante en todos los problemas de *Deep Learning*. Esos patrones, por lo tanto, deben ser variados y representativos a fin de evitar sesgos en el conjunto, sesgos que podrían influir negativamente en el comportamiento aprendido por la red.

Ante la necesidad de disponer de un gran número de patrones de entrada se acometió una primera actuación consistente en desarrollar una herramienta que asistiera a un operador en su elaboración y ahorrara tiempo frente a la alternativa de abordar este proceso de manera enteramente manual. Esta herramienta permite examinar, para una misma ubicación, dos ortofotos de fechas diferentes y numerosas capas con información de apoyo. En el caso de Canarias, se recurrió a la base de datos vinculada al control de cambios en el territorio mediante tecnología LIDAR como principal fuente de información para la confección del conjunto inicial de patrones de entrenamiento.

También se desarrolló un módulo específico para incrementar artificialmente (*data augmentation*) el número



Figura 3. Ejemplos de patrones de entrenamiento (cambios a la izquierda, no cambio a la derecha)

de patrones generado con la aplicación descrita. Este módulo emplea técnicas de procesamiento de imágenes para crear variantes de una misma imagen y así poder incrementar de una forma rápida y efectiva el número de patrones del conjunto de entrenamiento. Cuanto mayor sea este conjunto, previsiblemente, mejor será la capacidad de generalización de la red entrenada y menor será la probabilidad de problemas relacionados con el sobreajuste (*overfitting*) de la red. El sobreajuste es un efecto que provoca que la red funcione muy bien con los patrones utilizados en la fase de entrenamiento pero carezca de capacidad de generalización y, por lo tanto, no funcione bien con entradas que no hayan formado parte del entrenamiento.

En la figura 3 se puede ver que los patrones de entrenamiento constan, por un lado, de una pareja de imágenes (fecha anterior y fecha posterior) y, por otro, de la clasificación (cambios a la izquierda y ausencia de cambios a la derecha) asociada a dicha pareja de imágenes. Tan importante es transmitir a la red neuronal el conocimiento de lo que constituye un cambio como el conocimiento de lo que no lo es. En los patrones de la derecha se ve cómo imágenes significativamente diferentes por los efectos, según los casos, de la vegetación, los cultivos y las sombras no constituyen el tipo de cambios buscado. Por lo tanto, se puede concluir que una correcta clasificación en las categorías de cambio o ausencia de cambio, implica no sólo apreciar diferencias entre imágenes sino comprender el tipo de cambio que representan esas diferencias. Es, precisamente, en este tipo de razonamientos donde las técnicas y algoritmos de Inteligencia Artificial

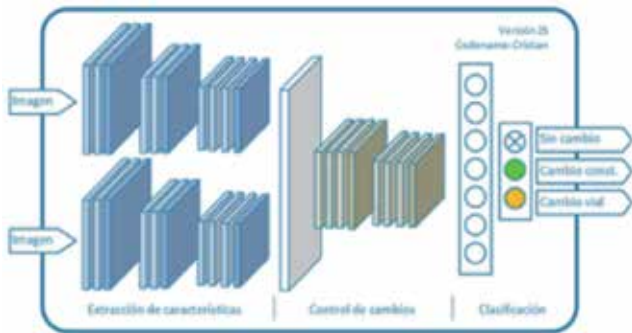


Figura 4. Arquitectura de la red de control de cambios

han demostrado ser muy superiores a otras alternativas.

Actualmente el conjunto de patrones de entrenamiento, considerando los creados artificialmente, supera la cifra de 110 000. Estos patrones están formados por una pareja de imágenes y un valor categorizado en tres clases (ausencia de cambio, cambio en construcción o cambio en vial).

### 3.2.2. Diseño de la arquitectura de red y entrenamiento

Esta fase llevó aparejada la evaluación de numerosas arquitecturas de red hasta dar con la más adecuada para resolver el problema planteado inicialmente. Se realizaron pruebas con multitud de variaciones en profundidad, ancho, filtros, bloques y etapa de clasificación final. La configuración actual (versión 25) se muestra esquemáticamente en la figura 4.

La red recibe como entrada dos imágenes cuadradas de 50 metros de lado cada una. Las imágenes atraviesan una serie de capas agrupadas en bloques de *convoluciones* y *simplificaciones* que permiten una extracción de características de las imágenes manteniendo la relación espacial de los elementos. Estas características son analizadas por una segunda parte de la red que realiza el análisis comparativo y detección de cambios. La parte final de la red, integrada por capas de neuronas totalmente conectadas, se encarga de la clasificación final y la generación de resultados: ausencia de cambio, cambio en construcción o cambio en vial. La red permite, además de la clasificación de los cambios, su localización en el territorio de manera que sus resultados puedan ser georreferenciados.

La arquitectura actual está compuesta por 22 capas de neuronas y un total de algo más de 36 millones de parámetros, o pesos, a ajustar. El ajuste se realiza mediante un algoritmo de retropropagación (*backpropagation*), perteneciente a la familia de métodos de gradiente descendente, que utiliza los patrones de entrada de forma iterativa hasta que logra una configuración de los parámetros de la red capaz de reproducir el comportamiento que se infiere de los patrones de entrada utilizados.

La duración del proceso de entrenamiento de la red actual utilizando el conjunto de patrones de entrada completo es algo inferior a las 24 horas, en una máquina dedicada y equipada con *hardware* específico.

### 3.2.3. Evaluación de resultados

Esta fase está estrechamente ligada a la anterior y basada en un conjunto de patrones de evaluación. Estos patrones son desconocidos para la red, no forman parte del conjunto de entrenamiento y son representativos de los casos reales con los que tendrá que trabajar la red. El objetivo del conjunto de evaluación es poder evaluar el nivel de generalización alcanzado por la red tras el proceso de entrenamiento.

La evaluación de resultados se lleva a cabo durante la fase de entrenamiento. De hecho, cada cierto número de iteraciones se realiza una evaluación de este tipo. Cuando se dispone de una configuración de la red que se considera válida, ésta se utiliza sobre una determina extensión del territorio y sus resultados son revisados por un operador a efectos de poder valorar su funcionamiento.

El objetivo de esta fase, en combinación con las dos anteriores, es conseguir una configuración de la de la red que la dote de un nivel de generalización adecuado para poder trabajar sobre todo el territorio. Para alcanzar este objetivo es necesario trabajar conjuntamente en la generación de patrones de entrada y el diseño de la arquitectura de la red, teniendo como herramienta de contraste la evaluación estadística de resultados.

### 3.2.4. Puesta en funcionamiento de la red en un entorno de trabajo

El resultado del ciclo descrito por las tres fases anteriores es la configuración de una arquitectura de red especializada en el control de cambios. Esta configuración, como tal, no es directamente utilizable si no forma parte de un sistema que la integre y sea el encargado de suministrarle entradas y gestionar sus salidas. A tal efecto, se desarrolló una aplicación que utiliza como entrada la url de dos servicios estándar WMS [5]. Cada uno de los servicios sumi-

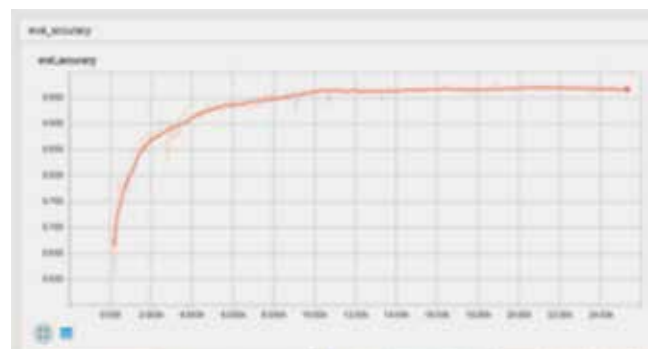


Figura 5. Monitorización de precisión durante la fase de entrenamiento

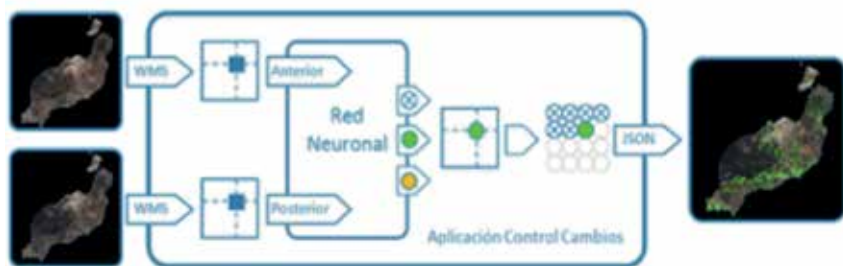


Figura 6. Puesta en producción del sistema de detección de cambios basado en servicios WMS

nistra una imagen de una fecha diferente de manera que para una ubicación concreta del territorio se dispone de una imagen anterior y otra posterior.

La integración de servicios WMS, además de simplificar el acceso a imágenes georreferenciadas, ha dotado de versatilidad a la aplicación ya que le permite ser utilizada en otros ámbitos territoriales y con imágenes actuales o históricas. Las pruebas realizadas con información de otras Comunidades Autónomas han sido satisfactorias y han puesto de manifiesto la capacidad de generalización y extrapolación de resultados de la red.

Conceptualmente el esquema de la aplicación desarrollada es el que puede verse en la figura 6.

La aplicación recibe como entrada la url de los dos servicios WMS (imágenes anterior y posterior) y la delimitación geográfica de la zona en la que se quiere realizar el control de cambios. Esta zona se recorre sistemáticamente realizando llamadas a los servicios interoperables con unos desplazamientos predeterminados en ambos ejes. En cada ubicación del recorrido de la zona se obtienen dos imágenes que son suministradas



Figura 7. Ejemplos de cambios encontrados por el sistema

a la red neuronal y a partir de estas imágenes la red realiza el proceso de *inferencia* utilizando la información suministrada y determina si existe un cambio de construcción o vial. En caso afirmativo se procede a la localización del cambio y su incorporación a un fichero georreferenciado de salida en formato GeoJSON.

A título informativo, el procesamiento de una isla como Lanzarote, con una extensión aproximada de 850 km<sup>2</sup>, es de 42 horas en una máquina dedicada.

## 4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos por la red, a través de la aplicación desarrollada, fueron valorados muy positivamente e impulsaron, en mayo de 2017, su incorporación al contexto de servicios prestados por GRAFCAN a la Administración.

La inclusión del control de cambios basado en técnicas de *Deep Learning* en el catálogo de servicios de GRAFCAN ha sido acompañada del establecimiento de un proceso de revisión final por parte de un operador con el objetivo de supervisar los resultados del sistema. Esta revisión permite detectar y descartar falsos positivos y así mejorar la calidad del resultado final. Además es una información que se recopila e incorpora a posteriores procesos de reentrenamiento de la red a fin de mejorar su respuesta en las circunstancias en las que no ha sido la adecuada.

La configuración actual de la red (octubre de 2017) obtiene sobre el conjunto de evaluación, compuesto por 587 patrones, una tasa de acierto del 97,6 %. Cuando la red se puso en funcionamiento en mayo, esa cifra estaba alrededor del 95,7 %. Por tanto, es evidente que la experiencia acumulada con su uso ha servido para mejorar su comportamiento y que la red se encuentra aún en un proceso de evolución.

La red ha abordado exitosamente la comparación de las ortofotos del año 2016 frente a las ortofotos del año 2015 y ya se han iniciado los trabajos para realizar la comparación entre las anualidades 2017 y 2016.

## 5. CONCLUSIONES

Desde el año 2012 los avances producidos en el campo de la Inteligencia Artificial han sido muy significativos y cada vez son más los ámbitos cotidianos en los que se incorpora su uso. La gran cantidad de grupos de trabajo y multitud de publicaciones existentes auguran un futuro más que prometedor a esta disciplina de la computación.



En cuanto al control de cambios sobre ortofotos basado en técnicas de *Deep Learning*, sus resultados han superado las expectativas iniciales y son una base fiable sobre la que articular nuevos procesos o servicios. El proyecto no reemplazará otros procesos de control de cambios que trabajan con mayores niveles de granularidad o fuentes de datos diferentes pero, sin duda, puede ser un excelente complemento. Otra aportación significativa de este proyecto ha sido su contribución a la revalorización de un producto como la ortofoto. Las ortofotos existen en la mayoría de las Infraestructuras de Datos Espaciales y son de uso muy recurrente. Sin embargo, la extracción de conocimiento automático a partir de ellas siempre había sido una labor compleja y los resultados obtenidos hasta la fecha, bastante discretos.

Los proyectos descritos en este artículo han puesto de manifiesto que el mundo de la información geográfica se puede beneficiar de los avances producidos por la investigación en el ámbito de la Inteligencia Artificial y que la combinación de ésta con la información espacial es un binomio de enorme potencial que, a buen seguro, generará importantes innovaciones durante los próximos años. Quizás en forma de Infraestructuras de Conocimiento Espacial [6] en las que además de información y datos se comparta de forma colectiva los análisis y conclusiones que expertos de diferentes materias pueden extraer.

Existen numerosas áreas de la producción, gestión y análisis de información geográfica que pueden verse mejoradas o potenciadas con el uso de técnicas de Inteligencia Artificial. Por tal motivo, son varias las líneas de trabajo que ya hemos iniciado con el objetivo de explorar esas nuevas posibilidades.

## REFERENCIAS

- A Krizhevsky, I Sutskever, GE Hinton: Imagenet classification with deep convolutional neural networks. <http://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>
- Karen Simonyan, Andrew Zisserman: Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. <https://arxiv.org/pdf/1409.1556.pdf>
- Richard J. Radke, Srinivas Andra, Omar Al-Kofahi, and Badri-nath Roysam.: Image Change Detection Algorithms: A Systematic Survey. <https://www.ecse.rpi.edu/~rjradke/papers/radketip04.pdf>
- G Ambrosio, J González, V Arévalo: Corrección radiométrica y geométrica de imágenes para la detección de cambios en una serie temporal. <http://mapir.isa.uma.es/varevalo/drafts/ambrosio2002crg.pdf>
- IDECanarias. <http://www.idecanarias.es>

Matt Duckham, Dr Lesley Arnold, Kylie Armstrong, Dr David McMeekin and Darren Mottolini: Spatial Knowledge Infrastructure White Paper. <http://www.crcsi.com.au/spatial-knowledge-infrastructure-white-paper?stage=Stage>

Tensorflow, <https://www.tensorflow.org>

## Sobre los autores

### Jose Julio Rodrigo Bello

*Responsable del departamento de Ingeniería de Cartografía de Canarias, S.A. (GRAFCAN). Ingeniero informático por la Universidad de La Laguna. Tiene una amplia experiencia en proyectos de desarrollo relacionados con Infraestructuras de Datos Espaciales, Sistemas de Información Geográfica y teledetección en labores como análisis, diseño, desarrollo y transformación de datos espaciales. Dentro de GRAFCAN ha liderado los desarrollos relacionados con IDECanarias, y ha trabajado también en numerosos proyectos para otras áreas de la administración y proyectos I+D.*

*En su trayectoria profesional también ha ejercido como profesor en la Universidad de La Laguna en materia de Robótica y cuenta con experiencia en el desarrollo de proyectos de robótica y sistemas automáticos, participando también en congresos y jornadas de esta materia.*

### Juan Jorge Rosales León

*Director Técnico de Cartografía de Canarias, S.A. (GRAFCAN). Ingeniero Informático por la Universidad de La Laguna es especialista en Sistemas de Información Geográfica e Infraestructuras de Datos Espaciales y atesora una larga experiencia en producción, gestión, análisis, transformación y control de calidad de conjuntos de datos espaciales.*

*Desde su incorporación a GRAFCAN ha trabajado en numerosos proyectos en el sector público (administraciones nacional, autonómica, insular y local) y privado. Estos proyectos se han desarrollado en ámbitos tan diversos como el Medio Ambiente, Ordenación Territorial, Agricultura, Economía, Valoración Inmobiliaria, Registro de la Propiedad, Catastro, Seguridad y Emergencias, I+D+i, Estadística, Industria, Transporte, Sanidad o Educación.*

*Su trayectoria profesional también incluye la participación en numerosos foros, jornadas y congresos nacionales e internacionales, diversas publicaciones relacionadas con los sistemas de información territorial y la tecnología geográfica, colaboraciones con las Universidades canarias y participación en grupos de trabajo especializados.*

# Implementation of an intermunicipal SDI. The Intermunicipal Community – Terras de Trás-os-Montes Case Study

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 48-54  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

## *Implementación de una IDE intermunicipal. El caso de estudio de Terras de Trás-os-Montes.*

Nelson Mileu<sup>(1)</sup>, Diogo Vieira<sup>(1)</sup>, Paulo Morgado<sup>(2)</sup>, André Vargas<sup>(2)</sup>,  
Manuel Miranda<sup>(3)</sup>, Hélia Pinéu<sup>(3)</sup>, Paula Costa<sup>(3)</sup>, Carlos Sousa<sup>(3)</sup>, Hugo Trigo<sup>(3)</sup>

### Resumen

The number of municipalities (9) that make part of Intermunicipal Community of Terras de Trás-os-Montes (IMC-TTM) hence the dispersed and although diachronic different geographical information systems (GIS) existing solutions, plus the responsibilities of intermunicipal communities (combined authorities) in different domains, set a compelling need for the implementation of an intermunicipal spatial data infrastructure (SDI) that allow the availability of updated and interoperable geographic information. In this context, IMC-TTM implemented a SDI in open source software, working as a single, uniformed central repository, transversal to the municipalities, allowing a greater effectiveness and efficiency of local governments in the management and development of the territory.

If IMC-TTM SDI should facilitate access to geographic information - assure efficiency and effectiveness of territorial decisions, adopt European and national policies, industry standards (OGC standards), joint work methodologies, define and use common data models, have a unique SDI access point to all users, eliminate data duplication and allow the optimization of data maintenance tasks -, then we have adopt a solution based on geOrchestra framework and have installed it. It's an open, modular, interoperable and secure software solution that allows the registration of the different stakeholders and access through different user profiles. The first part of this paper presents the four phases of the project implementation, coming up with some lessons for helping future efforts of IMC-TTM and other inter-municipal communities that are developing similar projects. In the second part of the paper the technical solution is described.

### Abstract

El número de municipios (9) que forman parte de la Comunidad Intermunicipal de Terras de Trás-os-Montes (IMC-TTM), por lo tanto, las soluciones existentes dispersas y aunque diacrónicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), más las responsabilidades de las comunidades intermunicipales (autoridades combinadas) en diferentes dominios, establecen una necesidad apremiante para la implementación de una infraestructura de datos espaciales intermunicipal (IDE) que permita la disponibilidad de información geográfica actualizada e interoperable.

En este contexto, IMC-TTM implementó una IDE en software de código abierto, trabajando como un repositorio central único y uniformado, transversal a los municipios, permitiendo una mayor efectividad y eficiencia de los gobiernos locales en la gestión y el desarrollo del territorio.

Si la IDE IMC-TTM debe facilitar el acceso a la información geográfica, asegurar la eficiencia y efectividad de las decisiones territoriales, adoptar políticas europeas y nacionales, estándares industriales (estándares OGC), metodologías de trabajo conjuntas, definir y usar modelos de datos comunes, tener un punto de acceso IDE único para todos los usuarios, eliminar la duplicación de datos y permitir la optimización de las tareas de mantenimiento de datos; se ha adoptado una solución basada en el framework geOrchestra y se ha instalado. Es una solución de *software* abierta, modular, interoperable y segura que permite el registro de las diferentes partes interesadas y el acceso a través de diferentes perfiles de usuario.

La primera parte de este documento presenta las cuatro fases de la implementación del proyecto, presentando algunas lecciones para ayudar a los esfuerzos futuros de IMC-TTM y otras comunidades intermunicipales que están desarrollando proyectos similares. En la segunda parte del documento se describe la solución técnica.

Palabras clave: Intermunicipal SDI, OGC, INSPIRE, FOSS, geOrchestra.

Keywords: IDE Intermunicipal, OGC, INSPIRE, FOSS, geOrchestra.

<sup>(1)</sup>Departamento de Inteligência Espacial, Município | IGOT-UL  
nmileu@municipia.pt, dvieira@municipia.pt

<sup>(2)</sup>Instituto de Geografia e Ordenamento do Território,  
Universidade de Lisboa  
paulo@campus.ul.pt, avargas@campus.ul.pt

<sup>(3)</sup>Comunidade Intermunicipal de Terras de Trás-os-Mon  
manuel.miranda@cim-ttm.pt, helia.piney@amtqt.pt,  
paula.costa@amtqt.pt, carlos.sousa@amtqt.pt, h.trigo@amtf-nt.pt

Recepción 19/12/2017  
Aprobación 10/01/2018

## 1. INTRODUCTION AND CONTEXT

A spatial data infrastructure (SDI) can be defined as a system of systems composed of a set of very heterogeneous resources (data, software, hardware, metadata, services, standards, staff, organization, legal framework, agreements, policies, users ...), managed by a community of stakeholders, to share geographic information (GI) on the web in the most effective way possible [1]. This definition is one of several definitions of SDI that can be found in the literature. For municipalities and intermunicipal communities (combined authorities), one of the most important issue in the SDI definition is the possibility of easily overcome the traditional problems of geographic information systems (GIS) implementations in municipalities. The overcoming of these problems implies a paradigm change in the use and management of geographic information.

Considering the responsibilities of intermunicipal communities in different domains, the implementation of intermunicipal SDIs that allow the availability of updated and interoperable geographic information is a necessity to decide properly on the territory.

In this context, the Intermunicipal Community of Terras de Trás-os-Montes (IMC-TTM) has developed a SDI, in open software, working as a single, uniformed central repository, transversal to the municipalities, allowing a greater effectiveness and efficiency of local governments in the management and development of the territory.

If IMC-TTM SDI should facilitate access to geographic information, assure efficiency and effectiveness of territorial decisions, adopt European [3] and national policies [2]; industry standards (OGC standards), joint work methodologies, define and use common data models, have unique SDI access to all users, eliminate data duplication and allow the optimization of data maintenance tasks, then become obvious that a solution based on geOrchestra framework [6] was a good solution and should be installed.

The geOrchestra technology solution was chosen for IMC-TTM's SDI implementation based on the following principles: use open source software, incorporate OGC standards [4] and INSPIRE Directive [3], universal access to information, and ensure project sustainability.

The first part of this paper presents the four phases of the project implementation, coming up with some lessons for helping future efforts of IMC-TTM and other intermunicipal communities that are developing similar projects. In the second part of the paper the technical solution is described. This description includes the SDI framework overview, the software architecture, main functionalities and the data publication workflow.

## 2. PROJECT IMPLEMENTATION

The implementation of the IMC-TTM SDI took place in four phases, which are presented in the following points.

### 2.1. PHASE I

The first phase corresponded to the diagnosis of the existing information, definition of the scope and the set of layers to include in IMC-TTM SDI and includes three main tasks. This phase began with the diagnosis of the information in use by IMC-TTM and the availability assessment of existing management and storage systems. The next task was the elaboration of a technical report with a SWOT analysis to define the intermunicipal SDI implementation strategy. The report starts with the AS IS approach where the following items were analyzed: assessment of the technological infrastructure, analysis of the GIS software and existing applications, diagnosis of the existing geographic information and the diagnosis of the needs and priorities of IMC-TTM departments. The second part of the report is the TO BE approach. This part of the report includes a proposal over the following items: the support infrastructure, the information editing/maintenance matrix, the functional architecture, the application architecture, the data model, the nomenclature layers rules and the organization of metadata.

Regarding the results of the SWOT analysis, the following strengths were identified: qualified human resources with experience in FOSS; several GIS projects prepared and published on the Internet; extension of the IMC-TTM competences with implications for the management of shared geographic information; existence of a collaborative context and availability of technological infrastructure (hardware and software) for the development of the SDI. The identified weaknesses were: different realities in the management of geographical information between the municipalities; the geographical information in the municipalities is not centralized; the geographical information in the municipalities is not shared; the procedures for updating and maintaining the geographical information in IMC-TTM database by the municipalities are not explicit; the organization and systematization of geographic information in the database is not explicit; existence of duplication of themes and temporary themes or results of processing; network bandwidth with limitations to serve geographic information on the Internet; absence of domain in the LAN and existence of outdated base cartographic information. The opportunities for the development of the project are: strong motivation; scale gains associated with the number of municipalities involved; common geographical information needs arising from legal obligations; existence of a common project

containing the strategic guidelines for intermunicipal SDI and financial support available on an intermunicipal scale. The threats to the project development are: budget constraints; resistance to change; effort duplication in geographic information maintenance; absence of human resources in some municipalities in GIS; absence of data dissemination and sharing policy; lack of responsibilities definition for maintaining geographic information and lack of a domain server. Considering the strengths, weaknesses, opportunities and threats identified, the following strategy (Table 1) was designed:

The last task of this phase consisted in the structuring and organization of metadata to meet the INSPIRE directive. For the structuring and organization of the IMC-TTM SDI metadata, the GeMA application (Azores Metadata Manager) was initially used, followed by its publication and availability through Geonetwork.

### 2.2. PHASE II

The second phase of the project was the physical implementation of spatial data infrastructure in open software and includes two tasks. The first task was the definition of SDI catalogue, storage and data sharing model. The second task was to install the software and configure the SDI components. The underlying principles were the following: the database management system should be Postgres / Postgis; the geoprocessing services should ensure data access and editing and support for WMS and WFS services with metadata developed and updated; each municipality should visualize the geographical information of the adjacent territory, but may only be allowed to edit for the information it owns; the IMC-TTM should be the system administrator holding all the permissions for configuration, database design, performance monitoring, security, troubleshooting, as well as backup and data recovery.

### 2.3. PHASE III

The third phase of the project was the insertion of information into the database. The information integrated in the database was mostly the information covered by the existing databases and their reuse, avoiding generating duplication and / or incoherence of information. The information initially inserted in the database was the following: vectorial cartography at 1/2,000, 1/5,000 and 1/10,000 scales; master plans geographic information; existing infrastructures such as water supply and wastewater drainage; public transport circuits and school transport circuits; information from the forest fire plans, hazard maps, road network, water points and other geographic information on existing public facilities.

The layers provided by municipalities, when possible, were harmonized, adopting national data models associated with legal standards (eg master plans, forest fire plans and emergency plans) or INSPIRE data models (eg toponymy, infrastructures, equipment's). This harmonization process was carried out using the HALE tool.

The layer organization for the development of an intermunicipal SDI is a critical point since it establishes the easiness of access and maintenance. For the development of the IMC-TTM SDI, the following model was used to organize the layers (Figure 1):

This model is characterized by the separation of municipal management layers into different schemas in a single geographic database (IMC-TTM SDI database). The municipal and intermunicipal layers are stored in the schemas through the tables nomenclature standardization.

### 2.4. PHASE IV

To proceed to the transfer of knowledge to IMC-TTM technicians and municipalities, two training actions (on the functional level and in the maintenance of the solu-

Table 1. IMC-TTM SDI implementation strategy.

STRATEGY (Strengths Opportunities)	STRATEGY (Weaknesses Opportunities)
Development of a multi-year training plan focused on the management / maintenance component of the SDI geographic information Establishment of implementation priorities and linking these priorities to harmonized data models (eg tourism, heritage, etc.)	Separation of the production environment from the development environment Functional Architecture should preferably be based on a maintenance approach through browser tools Migration of existing data to a harmonized
STRATEGY (Strengths Threats)	STRATEGY (Weaknesses Threats)
Accountability of users in maintaining data through the publication of sectoral projects on the Internet Development of workshops by municipality focused on the management / maintenance component of the SDI geographic information Development of a regional seminar to present results (involving municipalities) Quality certification of the IMC-TTM GIS department	Implementation of open source technical and application solutions Implementation of an open data policy Definition of operational procedures that ensure the updating of geographical information and the accountability of services Provision of technical support to municipalities in sectoral projects to be developed (involving the expansion of the SDI)

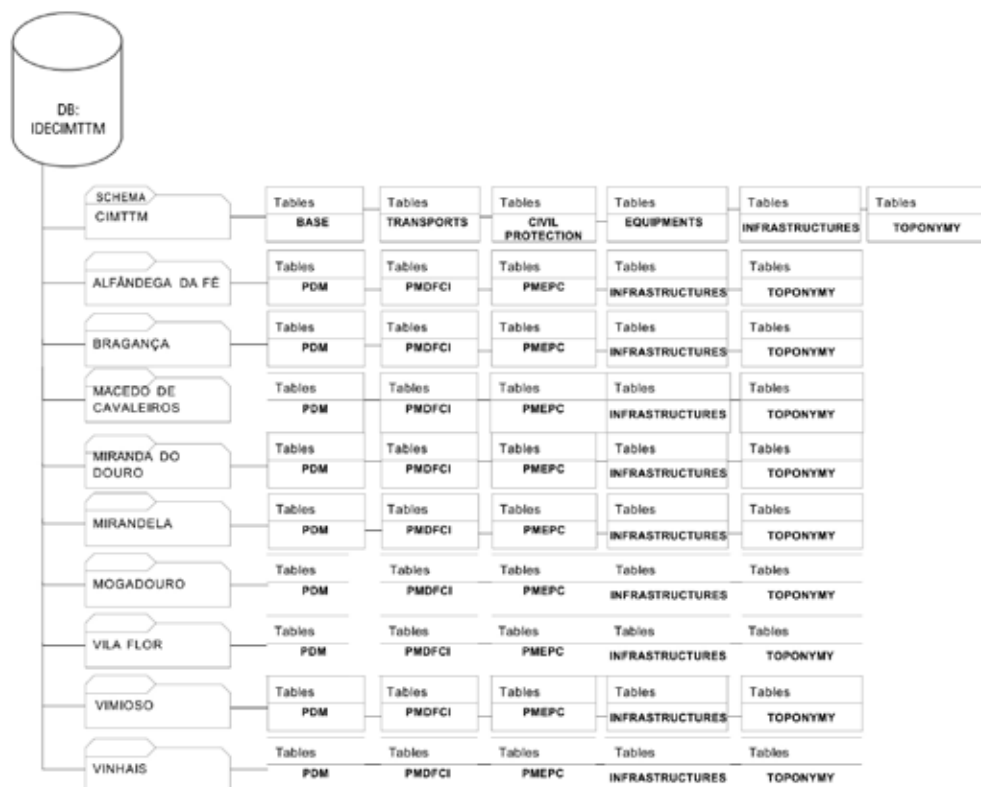


Figure 1. Layers organization

tion) were carried out. The training actions were directed to IMC-TTM users, municipalities users, IMC-TTM SDI administrators and municipalities administrators. The training actions themes were: management of profiles and users; publication of data in Geoserver; visualization, querying and editing geographic information in map viewer; and management of metadata in Geonetwork.

### 3. INTERMUNICIPAL SDI CHARACTERISTICS

#### 1.5. SDI FRAMEWORK OVERVIEW

Two open source technological options for implementing the framework of the IMC-TTM SDI have been evaluated. The following solutions were considered: GeoNode (<http://geonode.org/>) and geOrchestra (<http://www.georchestra.org/>). Although the software modules and the geographic database for the two solutions (GeoNetwork, GeoServer and PostgreSQL/PostGIS) are the same the option fell on geOrchestra mainly for the flexibility for implementing other modules. One of these new modules is the civil protection event management.

The SDI can be accessed through the following link: <https://ide.cim-ttm.pt/mapfishapp/> (Fig. 2).

One of the main reasons associated with the geOrchestra solution is the ability to manage permissions that can be assigned to users. Given the inter-municipal character of the SDI, there's the need to include users of several entities with different levels of access. For instance each municipality visualizes the geographical information of the adjacent territory but can only have edit permissions for the information it owns. These conditional access resulted in the following user profiles:

- Super Admin - IMC-TTM;
- Admin - IMC-TTM;
- Master User - IMC-TTM;

- Basic User - IMC-TTM;
- Admin – Municipality;
- User – Municipality;
- User – Citizen.

#### 3.2. SOFTWARE ARCHITECTURE

The software architecture (Fig. 3) is based on different open source solutions. The servers use GNU/Linux operating system (Ubuntu), Apache as a proxy and web server and Apache Tomcat as a Java applications server to deploy the geOrchestra modules.

Next to security proxy and a single-sign-on authentication system, IMC-TTM SDI geOrchestra use the following independent and interoperable modules:

- The geographic database is PostgreSQL PostGIS.
- A file server for storing geographic files like shapefiles, CAD files or rasters.
- A map server for sharing geospatial data (Geoserver).
- A cache server for to cache map tiles coming from Web Map Service (Geowebcache)
- A catalog application to manage spatially referenced resources (GeoNetwork).
- A map viewer to visualize, query and edit geographic objects (Mapfish).
- A central authentication system (CAS), a security proxy and a LDAP users directory, providing shared

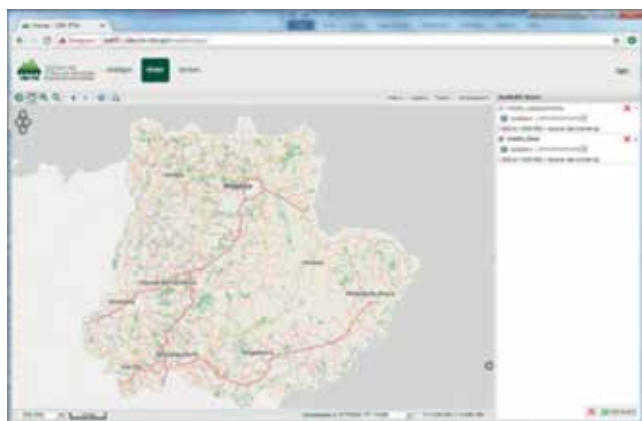


Figure 2. IMC-TTM SDI layout

rights management between all modules.

- An analytics module for monitoring the use of web services.

A remote desktop connection is available for all the municipalities allowing a direct connection to the central database with QGIS (desktop GIS client in IMC-TTM). Some municipalities use GIS Desktop commercial software. These municipalities use the OGC FUNCTIONALITIES

The main functionalities of the IMC-TTM SDI are the following:

- Map viewer
  - Navigation tools (zoom in, zoom out, full extend).
  - Query active layers.
  - Display coordinate system.
  - Add new layers from the catalog or a remote WMS.
  - Style editor;
  - Save or restore a list of layers using Web Map Context (WMC) files.
  - Print a map in PDF format.
- Map server
  - Allow several data connections.
  - Allow layer configuration (CRS and styles).
  - Publish layer OGC web services.
  - INSPIRE compliant OGC web services

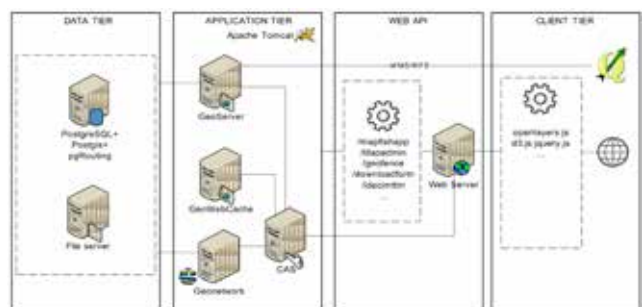


Figure 3. IMC-TTM SDI architecture

- Catalog
  - INSPIRE compliant metadata profile.
  - Allow to harvest metadata records on distant catalogs.
  - INSPIRE compliant metadata.

### 3.4. DATA PUBLICATION WORKFLOW

One of the operational objectives of Phase I consisted in gathering the existing geographical information in the municipalities with relevance to the intermunicipal SDI. The diagnosis of the geographical information in use by the IMC-TTM and the municipalities began with a survey. After the survey, the data was formally requested to all municipalities under the premise that the information management and data sharing policy is responsibility of each municipality SDI administrator. The vectorial data was harmonized and converted to PostgreSQL using QGIS. Two base layers (orthophotomaps and street network) were made available through GeoWebCache. All the final layers were stored in the server and published using Geoserver. Those layers are organized in workspaces, using the municipality name. The last step is creating an INSPIRE metadata record in GeoNetwork and link it to the OGC services metadata (WMS, WFS). To create new layers the municipalities, access the server through a remote desktop connection. With this connection they manage their own schema in the database.

## 4. CONCLUSIONS

In this paper we have expressed the challenges and difficulties of a combined authority in terms of SDI implementation. Such an SDI is now serving the following purposes: centralize information in a single, uniform repository; improve the quality of information and work tools; improve the operational and business level (administrative modernization) and enable greater effectiveness and efficiency of municipalities in the management and development of the territory.

It is not yet possible to draw conclusions, since the actions designed have not yet been full implemented. However, feedback from the first year of life of the SDI by users has been positive. In IMC-TTM SDI implementation the main experience has been to understand that building a SDI is basically an organizational challenge, in which the technological implementation covers less importance than the correct comprehension of the social reality of the stakeholders [5] as verified in similar projects.

From the technical lens, geOrchestra has proved to be a flexible and robust solution for a combined

authority. One of the crucial tasks in the project has been the technical training. That project task made possible the involvement of stakeholders and the participation of a great number of municipalities. On the other hand, some municipalities never adopted the SDI framework, leaving the database empty. The main challenge to solve in these stakeholders is the lack of human resources. In this on-going project, we have verified an increased efficiency in communication between the intermunicipal and municipal levels.

## REFERENCES

Bernabé-Poveda, M. & López-Vásquez, C. (eds.): Fundamentos de Las Infraestructuras de Datos Espaciales.

- UPM Press, Madrid (2012)
- Decret Law n.º 84/2015, 21 of may published in Republic Journal n.º 98, 1.ª series.
- INSPIRE Directive. Accessed in 4.October.2017, url: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>
- Open Geospatial Consortium. Accessed in 4.October.2017, url: <http://www.opengeospatial.org/>
- Rodriguez, R., Lesage, S.: ZIB Spatial Data Infrastructure of the Plurinational State of Bolivia - A free and democratic SDI. OSGEO Journal, vol. 13, pp. 13--18 (2014)
- Van Der Biest, F., Jacon, F.: geOrchestra: A Free, Modular and Interoperable Spatial Data Infrastructure for INSPIRE. Geospatial World Forum, Lisbon (2015)

### Sobre los autores

#### Nelson Mileu

*PhD in Geography - Specialization in Geographic Information Sciences at the University of Lisbon, master in Geographic Information Systems at the Instituto Superior Técnico, has a degree in Geography from the University of Lisbon. He is project manager in the company Município. He teaches the disciplines of geographic information systems and web-gis at the Institute of Geography and Spatial Planning of the University of Lisbon where he is also a researcher at the Center for Geographical Studies. He has developed several works in the area of geographical information systems and risk mapping, coordinating about two dozen municipal emergency plans, the regional emergency plan for civil protection and the flood risk management plan of Madeira Autonomous Region and the report on the assessment and mapping of Cape Verde's hazards for the United Nations. He has participated in several European and national projects namely: Geosmartcity - Open geo-data for innovative services and user applications towards Smart Cities; GenMob - Gender and Mobility Space-Time Inequality; Decentralization and Optimization of IoT aware business processes (DoIT); and more recently in the mapping study of Erasmus + higher education networks.*

#### Diogo Vieira

*He has a degree in Electronic Engineering and Telecommunications from the University of Aveiro in 2005. Actually is a software developer in Município, SA, having participated in several projects such as, CECANG - Census of wholesale commercial establishments in Angola, SiNERGIC – Portuguese National System for Exploration and Management of*

*Cadastral Information, SNC - Timor-Leste National System of Cadastral Information, GeoSmartCity - Open geo-data for innovative services and user applications towards Smart Cities. His areas of interest are related to the development of web and mobile gis solutions, based on GIS Open Source technologies, which meets the specifications of the Open Geospatial Consortium (OGC) standards.*

#### Paulo Morgado

*Paulo Morgado has a BA in Geography and Regional Planning, a Master in Geographic Information Systems and a PhD in Geography-Regional and Urban Planning. He is currently an Assistant Professor at the Institute of Geography and Spatial Planning (IGOT) at the University of Lisbon where he teaches and coordinates the subjects of: Geographical Modeling, Thematic Cartography, Planning and Territory Management, and the subjects of GIS Project and Geographic Modeling and Complex Urban Systems, in the Master of Geographic Information Systems and Territorial Modeling Applied to Planning. He is also a researcher and member of the Scientific Council of IGOT's Center for Geographical Studies (CEG) and member of the research group "Modeling, Planning and Territorial Planning" (MOPT). At present, Paulo is also a coordinate of the GeoModLAB (Laboratory of Remote Sensing, analysis and geographic modeling). His research areas are limited to Applied Geography, Theoretical and Quantitative Geography, with special emphasis on: Geographical Information Science, Geocomputation, Complex networks and Graph Theory, Artificial Neural Networks, Cellular Automata and Multi-Agent Systems. More recently, it has focused on Smart Cities and Big Data issues (in particular with regard to methods of acquisition, storage, analysis and availability of information). About the work pu-*

blished in these areas can consult the following addresses:  
<http://www.ceg.ul.pt/investigadores.asp?id=46>

#### **André Vargas**

*André Vargas has a BA in Geography, and is finishing the Master's Degree in Geographical Information Systems and Modelling applied to Spatial Planning in the Institute of Geography and Spatial Planning (IGOT) at the University of Lisbon.*

#### **Manuel Miranda**

*Manuel Miranda has a degree in Civil Engineering. Was a substitute teacher at Mirandela Secondary School from 1984 to 1987. Integrates the Technical Support Office as a Civil Engineer in 1987. Actually and since year 2000, he is the secretary-general of Association of Municipalities of Terra Quente Transmontana and makes part of the intermunicipal executive secretary of Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes.*

#### **Hélia Pineu**

*Has a degree in Environmental Engineering. At present working at Association of Municipalities of Terra Quente Transmontana GIS Department is leading the Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes SDI project. From 2000 to the present date work with geographic information systems. Responsible for the creation and implementation of a intermunicipal multidisciplinary GIS team and framework, using open source technologies at AMTQT. Responsible for the development of a GIS database for the Vale do Tua Regional Natural Park (PNRVT). Was integrated in the multidisciplinary team for the development, creation and implementation of a Spatial Data Infrastructure (SDI) and a platform for providing information to the municipal civil protection for the Trás-os-Montes Intermunicipal Community (ICTTM). Coordination of an intermunicipal forest protection team to support the preparation of the municipal forest fire plans and creation of the forest fire risk maps for the municipalities of Alfândega da Fé, Carrazeda de Ansiães, Macedo de Cavaleiros, Mirandela and Vila Flor. Responsible for a multidisciplinary team for the development and creation of a GIS system for the Public Transportation System for the ICTTM.*

#### **Paula Costa**

*Has a degree in Survey Engineering. At present is working at Association of Municipalities of Terra Quente Transmontana GIS Department and is an active member of the Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes SDI project. From 2000 to the present date work with geographic information systems. Participated in the creation for the creation*

*and implementation of a intermunicipal multidisciplinary GIS team and framework, using open source technologies in 2014 at AMTQT. Participation in the development of a GIS database for the Vale do Tua Regional Natural Park (PNRVT). Integration in the multidisciplinary team for the development, creation and implementation of a Spatial Data Infrastructure (SDI) and a platform for providing information to the municipal civil protection for the Trás-os-Montes Intermunicipal Community (ICTTM). Participation of an intermunicipal forest protection team to support the preparation of the municipal forest fire plans and creation of the forest fire risk maps for the municipalities of Alfândega da Fé, Carrazeda de Ansiães, Macedo de Cavaleiros, Mirandela and Vila Flor. Participation in a multidisciplinary team for the development and creation of a GIS system for the Public Transportation System for the ICTTM*

#### **Carlos Sousa**

*Started functions as a Informations Technology Technician at the municipality of Mirandela from 2001 until 2013. From 2014 to the present date as a Informations Technology Technician at the Association of Municipalities of Terraquente Transmontana (AMTQT) as part of a team that supports the metropolitan area network of Terraquente Transmontana. Intergrated a workgroup for the conversion of geografical information systems (GIS) proprietary systems to their opensource equivalents in 2009 at Mirandela municipality. Integrated a workgroup that was responsible for the assignment of the municipality towards a certificated municipality regarding the ISO9001/2008 in 2012 at Mirandela Municipality. Responsible for the creation and implementation of a intermunicipal multidisciplinary GIS team and framework, using opensource technologies at in 2014 at AMTQT. Responsible for the creation of a GIS framework to the Vale do Tua Regional Natural Park (PNRVT). Integration in a multidisciplinary team for the development, creation and implementation of a Spatial Data Infrastructure (SDI) for the Intermunicipal Community of Terras de Trás-os-Montes (ICTTM). Responsible for the creation of the publication of the municipal plans for the Forest Defense in 2015 at AMTQT. Integration in a multidisciplinary team for the development and creation of a GIS system for the Public Student Transportation System in 2016 for the ICTTM.*

#### **Hugo Trigo**

*Hugo Trigo has a degree in Civil Engineering. Actually he is working in Associação de Municípios da Terra Fria do Nordeste Transmontano and is an active member of the Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes SDI project.*



# VISITA NUESTRO NUEVO PORTAL



## [www.obrasurbanas.es](http://www.obrasurbanas.es)

**SUSCRIBETE** a nuestro Newsletter mensual

**Toda la información actualizada en el portal  
más completo del sector**

# Infraestructuras de Datos Espaciales tridimensionales. Hacia un modelo real de la información geográfica

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 186, 56-65  
noviembre-diciembre 2017  
ISSN: 1131-9100

*3D Spatial Data Infrastructure. Towards a real model of geographical information.*

Javier Valencia, Ángel Luis Muñoz

## Resumen

Este artículo es un resumen de la tesis doctoral desarrollada sobre la situación de las IDE con respecto a la tercera dimensión, abordando líneas de investigación a futuro y analizando necesidades y debilidades que presentan.

El análisis de encuestas y entrevistas realizadas con especialistas prestigiosos en este campo ponen de manifiesto la necesidad de promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el ámbito de las IDE 3D y de los servicios que deben acompañar a las mismas. Finalmente, se definen los elementos necesarios para poder implementar una IDE tridimensional, teniendo en cuenta todos los parámetros de desarrollo, tanto técnicos como legales, necesarios para cumplir con los actuales marcos tecnológicos, normativos, jerárquicos y legales.

A través del trabajo desarrollado, se pone de manifiesto la existencia de una gran cantidad de iniciativas, que con carácter experimental han surgido para solucionar las carencias en lo relativo a la gestión y publicación de IG tridimensional. Se ha constatado que, por lo general, la adaptación de la tercera dimensión por parte de las IDE está en fase germinal, con muchas posibilidades de avance y aporte de contribuciones científicas y tecnológicas. Este documento intenta ser una de esas contribuciones.

## Abstract

This article is a summary of the doctoral thesis developed on the situation of SDI with respect to the third dimension, addressing future research lines and analyzing their needs and weaknesses. The analysis of surveys and interviews with prestigious specialists in this field show the need to promote research and technological development in the field of 3D SDI and the services that should accompany them. Finally, the necessary elements are defined to be able to implement a three-dimensional SDI, taking into account all the development parameters, both technical and legal, necessary to comply with the current technological, regulatory, hierarchical and legal frameworks.

Through the work developed, the existence of a large number of initiatives is shown, which on an experimental basis have emerged to solve the shortcomings in the management and publication of three-dimensional IG. It has been found that, in general, the adaptation of the third dimension by the IDE is in the germinal phase, with many possibilities of advancement and scientific and technological contributions.

This article tries to be one of those contributions.

Palabras clave: IDE, 3D, CityGML, BIM, WebGL.

Keywords: SDI, 3D, CityGML, BIM, WebGL

Dr. en Investigación y Desarrollo en Geotecnologías,  
LYRA ingeniería & consultoría  
[javi.valencia.m@gmail.com](mailto:javi.valencia.m@gmail.com)  
Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno, Universidad de Salamanca  
[almuni@usal.es](mailto:almuni@usal.es)

Recepción 28/12/2017  
Aprobación 15/01/2018

## 1. INTRODUCCIÓN

La tercera dimensión espacial se ha convertido en una auténtica necesidad para muchas aplicaciones técnico-científicas. Ya a principios de este siglo XXI, se vislumbraba la necesidad de trabajar con la tercera dimensión en aplicaciones relacionadas con la bioingeniería y la medicina (Montilla, G., Bosnjak, A., & Villegas, H. 2002). También se apreciaba esta necesidad en grandes industrias como la cinematográfica y la pujante industria de los juegos (Ahearn, Luke 2005), en la que no se concibe la fase de diseño sin la recreación de modelos tridimensionales complejos.

Del mismo modo, en Arquitectura e Ingeniería Civil, la tercera dimensión se consolida como información vital para el desarrollo y avance de estas disciplinas tanto en tareas de diseño y proyecto (Monedero, J. 2001), como en labores de ingeniería inversa (Lafont Morgado, P. 1999). De este modo, se constata cómo alrededor de estas disciplinas surgen nuevos conceptos y nuevos campos de uso de este tipo de información: Building Information Models (BIM), recreación tridimensional forense, modelización de sistemas urbanos complejos...

En el mundo de las Geotecnologías y, más concretamente en el ámbito de los Sistemas de Información Geográficos (SIG o GIS), se ha pasado de utilizar la tercera dimensión como un atributo o dato adicional que acompaña a un elemento geográfico (figura 1.1), a ser un dato esencial para la realización de análisis espaciales (Scianna y Ammoscato, 2010).

Al tiempo que la tercera dimensión ha ido creciendo en importancia impulsada por el desarrollo de aplicaciones que se sirven de ella, de manera paralela, la obtención de información tridimensional ha dejado de ser un cuello de botella inducido por el esfuerzo tecnológico y económico que conllevaba hace escasos años su captura y procesamiento. Los medios de

adquisición y tratamiento que se utilizan en la actualidad han reducido sus costes y tamaño, pasando de prototipos experimentales no comerciales de la última década del siglo XX a asequibles productos comerciales en la primera década del siglo XXI.

En nuestro «mundo real» se han establecido cuatro dimensiones que para nuestro raciocinio son claras: tres dimensiones espaciales y una dimensión temporal.

Sin embargo, en nuestro universo los científicos estiman que existen otras 7 dimensiones más. Dichas dimensiones se enmarcan dentro del mundo de la física cuántica y definen el llamado espacio de Calabi-Yau. Sus orígenes radican en complejas teorías matemáticas y físicas, incapaces de ser vislumbradas por nuestra mente, pero que sirven de base para muchas e importantes teorías como la de las supercuerdas y la supersimetría. Los conceptos derivados de estas dos teorías son fundamentales a la hora de unificar la teoría cuántica de campos, que describe tres de las fuerzas fundamentales de la naturaleza (la fuerza electromagnética, la fuerza «débil» o «fuerza atómica» y la fuerza «fuerte» conocida también como «fuerza cuántica»), con la relatividad general, y con la teoría de la cuarta fuerza fundamental: la gravedad.

Si entendemos la cartografía como una modelización de la realidad y, teniendo en cuenta lo anterior, desde el punto de vista teórico, prescindir de una dimensión espacial disminuye objetivamente la calidad del modelo (Varela García et al., 2007). Debemos tener en cuenta, además, la importancia de la tercera dimensión espacial desde el punto de vista práctico. A día de hoy son muchas las aplicaciones, que por necesidad utilizan esta dimensión espacial (de la Calle Alonso et al., 2010). A lo largo de este documento se analizarán numerosos ejemplos de aplicaciones prácticas que requieren de información 3D.

En la actualidad cualquier computadora de gama media es capaz de trabajar sin ningún problema con



Figura 1. Simbolización de la tercera dimensión en un sistema 2D (izquierda) vs análisis espacial tridimensional con tecnología WebGL (derecha). Elaboración propia mediante Global Mapper y Cesium

datos tridimensionales, renderizándolos y manipulándolos con soltura. Del mismo modo disponemos de distintos lenguajes estandarizados para el tratamiento de información 3D como VRML, Java3D y X3D (Jiménez Macías et al., 2005).

La aparición de las IDE ha supuesto una auténtica revolución en la gestión, uso y difusión de la IG. Sin embargo, ante la ausencia de la tercera dimensión espacial en los desarrollos y servicios IDE más comunes, están surgiendo dos problemáticas bien diferenciadas que afectan a los usuarios potenciales de las mismas. Estas dos problemáticas, que se detallarán más adelante, están dejando patente la necesidad de desarrollar todos los elementos necesarios para constituir IDE 3D y, además, se están convirtiendo en auténticos motores de desarrollo de este tipo de tecnologías, como se comprobará a continuación.

El primero de los problemas a los que se hacía referencia surge cuando algún grupo potencial de usuarios de IDE desecha esta tecnología al no resolver sus necesidades en lo que a la tercera dimensión se refiere. Un ejemplo de esto lo tenemos en la Arquitectura, que desde hace ya tiempo viene teorizando y desarrollando los llamados modelos de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), que generan y gestionan la geometría de uno o varios edificios, las relaciones espaciales entre sus elementos, la IG, así como las cantidades y las propiedades de los componentes del edificio.

El segundo problema al que se hacía mención surge por parte de aquellos usuarios de IDE, que por sus actuales necesidades, demandan de éstas avances en la resolución de problemas asociados a la gestión de la tercera dimensión y que las IDE, hoy por hoy, no están consiguiendo satisfacer. Dentro de los ejemplos de la segunda tipología de problemas, podríamos citar el Catastro. Prácticamente desde que se inició el desarrollo de los servicios WMS y WFS, el Catastro de nuestro país y el de otras muchas naciones utilizaron dichos servicios para difundir su información. De esta manera, cualquier usuario mediante un cliente pesado, o incluso ligero, podía tener información de cualquier parcela, en cualquier momento. Sin embargo, a la hora de mostrar esta información el resultado era mediante un modelo bidimensional en el que cualquier alusión a la tercera dimensión era un mero número, que en el caso de nuestro país era un número romano (Virgós Soriano y Olivares García, 2008). Esta representación dista mucho de ser efectiva para muchas aplicaciones, por lo que a día de hoy se está procediendo a la revisión de la forma de gestionar, modelizar y publicar la información del Catastro incorporando la tercera dimensión.

Los anteriores son sólo dos problemáticas-ejemplo de por qué las IDE, o no han podido dar solución a una determinada necesidad, o están generando tensiones para intentar resolver ciertas situaciones que se plantean en cuanto a la incorporación y gestión de la tercera dimensión.

Pueden ser muchos más los ejemplos citados, como las necesidades de representación del territorio lo más realista posible que ya prometen tecnologías como las BIG Data. Y como ejemplo específico de estas últimas, podríamos citar las "Smart Cities" o ciudades inteligentes, con las que se dota de inteligencia a las infraestructuras, la información y los servicios públicos, al tiempo que se potencia la colaboración entre los diferentes agentes implicados en el entorno municipal.

Debido a la gran cantidad de datos generados desde múltiples fuentes y con diferentes estructuras, así como a las complejas necesidades de gestión e interacción, es en las IDE donde deberían encontrar respuesta las Smart Cities a la gestión de la IG y de las infraestructuras municipales.

## 2. IDE 3D

### 2.1. Orígenes y estado del arte

Los orígenes del término IDE 3D se podrían establecer en el año 2008 en una publicación de Jens Basanow, Pascal Neis, Steffen Neubauer, Arne Schilling, y Alexander Zipf, titulado "Towards 3D Spatial Data Infrastructures (3D-SDI) based on open standards – experiences, results and future issues" (Basanow et al., 2008).

La idea fundamental del trabajo era mostrar nuevas tecnologías propuestas para la extensión en la dimensión, sobre la base de la IDE de Heidelberg.

Ya se hablaba de Web3D, de OGC (W3DS), servicio que distribuía los datos en 3D, de CityGML. Se podría decir que es el primer documento que, desde un punto de vista integrador, trata de plasmar los elementos de una IDE 3D conforme a los desarrollos de la época.

Tras esta publicación, que se integró ese mismo año en el libro «*Advances in 3D geoinformation systems*» (van Oosterom et al., 2008), fueron surgiendo varias e interesantes publicaciones, pero no con un punto de vista tan integrador como el de Basanow.

Sin embargo, mucho antes de esta publicación ya había organizaciones que estaban haciendo grandes desarrollos en el ámbito de la información tridimensional. Una de estas organizaciones es el Web3D Consortium, fundado en 1997. Se trata de una organización internacional, sin ánimo de lucro, financiada por los miembros (empresas privadas, universidades,

gobiernos, etc.). Se encargan fundamentalmente del desarrollo de estándares para la publicación de gráficos 3D en Internet. Desarrollaron un estándar, X3D (Extensible 3D), que surgió tras VRML. X3D es un estándar abierto, extensible e interoperable (multiplataforma). X3D, como veremos en posteriores capítulos, cobra gran importancia a la hora de publicar IG en Internet, ya que se constituye como una de las plataformas más utilizadas para este objetivo.

Otro punto importante de cara al desarrollo de las IDE 3D, sobre todo en lo referente a normas, lenguajes y estándares es la creación del Grupo de Trabajo sobre Gestión de la Información 3D del OGC (*The OGC's 3D Information Management Working Group*), en el año 2005.

Dicho grupo de trabajo está facilitando la definición y desarrollo de estándares que permitan soluciones de manejo y visualización de la IG tridimensional. El foco sobre el que centran sus investigaciones es el establecimiento de un marco de interoperabilidad de IG tridimensional debido a la gran variedad de productos, información y servicios existentes en la actualidad. Este trabajo es de interés para la comunidad geoespacial en el sentido de que existe una creciente necesidad de tecnologías e información para inter-operar entre distintas ramas técnico-científicas que, en la actualidad, manejan una gran cantidad de servicios y formatos de una manera dispersa. Para esto se creó el grupo, para identificar y actuar sobre las oportunidades de mejorar la interoperabilidad de datos geoespaciales tridimensionales y servicios relacionados con los anteriores.

Este grupo se está convirtiendo en un foco importante para el desarrollo de los estándares necesarios para una IDE 3D. En él participan desde los más importantes proveedores de *software* CAD y SIG, pasando por agencias administrativas (como la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial y el Departamento de Seguridad Nacional) hasta gobiernos europeos.

Uno de los principales hitos desarrollados ha sido la adopción de CityGML como estándar OGC (originalmente, la organización alemana de Renania del Norte-Westfalia sig3D desarrolló CityGML) y su impulso ya que proporciona un modelo estándar para describir objetos 3D con respecto a su geometría, topología, semántica y apariencia.

CityGML también proporciona una forma estándar

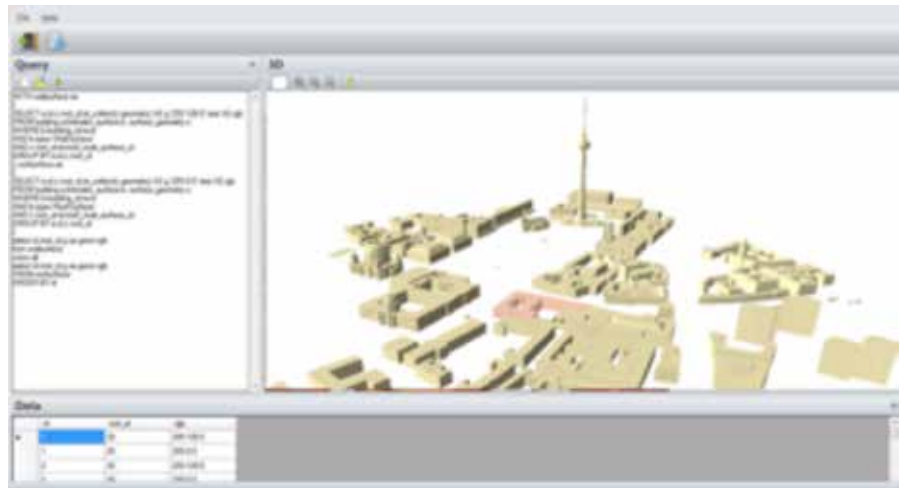


Figura 2. Visor 3D de PostGIS. Elaboración propia

de integrar la ubicación interior / exterior, es decir, una forma estándar de integrar la ubicación del edificio en las coordenadas globales con los detalles del edificio en coordenadas relativas de los sistemas CAD. Es, por tanto, una puerta abierta a la integración de las IDE 3D con los sistemas BIM.

Por todo lo anterior, CityGML está siendo ampliamente implementado en productos de *software* y servicios online. Es el estándar para la IG 3D en Holanda (potencia mundial en este tipo de modelos).

También tuvo gran repercusión la adopción de KML como estándar en el año 2008. Suponía adoptar como estándar un lenguaje que ya tenía una gran cantidad de usuarios y desarrollos relacionados con él, gracias sobre todo por el archi-conocido Google Earth, plataforma original sobre la que se visualizaban este tipo de ficheros. Suponía la «democratización» de estructuras 3D más complejas en el mundo de la IG.

Ese mismo año se produce otro hito importante que tendrá fuertes repercusiones a la hora de poder hablar de IDE 3D (Basanow et al., 2008), Oracle introduce su 3D Spatial Engine en la versión 11g de su gestor de BB. DD. Desde ese momento se ha ido mejorando y desarrollando este motor para almacenar y gestionar información geométrica tridimensional, con su potencial uso, como no podía ser de otra forma, por parte de la comunidad geoespacial. Sobre este aspecto destacan las contribuciones de Peter van Oosterom, del que ya se ha hablado con anterioridad y que participó directamente en este trabajo.

De una manera algo más modesta, pero no menos importante y también relacionada con la anterior, cabe destacar la contribución que la Fundación OSGeo ha ido desarrollando, sobre todo con su proyecto PostGIS. PostGIS es una extensión del gestor de BB.DD. objeto-relacional PostgreSQL que permite almacenar IG

en la propia base de datos. PostGIS incluye soporte para los índices espaciales R-Tree basados en SIGT y funciones para el análisis y procesamiento de objetos SIG y, a partir de su versión 2.0 (2008), comienza a dar soporte a almacenamiento de elementos 3D y funcionalidades relacionadas con estos elementos (figura 2).

La fundación OSGeo es una organización no gubernamental que trata fundamentalmente de promover tecnologías para el tratamiento de información geoespacial y datos abiertos. Fue constituida en febrero de 2006 para proporcionar apoyo financiero, legal y organizativo a toda la enorme comunidad geoespacial de *software* libre y *software* de código abierto.

Finalmente, relacionado con las BB. DD. y la IG tridimensional, merece mención el trabajo desarrollado por el Departamento de Geoinformática de la Universidad Técnica de Munich, con su desarrollo de 3D City DB. Se trata de una plataforma de base de datos geográfica, abierta, que almacena, representa y administra modelos de ciudades 3D virtuales sobre una base de datos relacional espacial estándar. En este caso, el estándar utilizado es CityGML, con posibilidad de trabajar objetos urbanos semánticos y multidetalle. Dispone, además, de herramientas para facilitar el intercambio de datos como los exportadores a formato KML, COLLADA y glTF para la visualización en plataformas como Google Earth, ArcGIS y Cesium, basado en WebGL, y del que se hablará en profundidad en posteriores capítulos por la importancia que está adquiriendo.

Estos tres últimos hitos suponen un avance importante hacia el desarrollo futuro de IDE 3D, ya que permiten abordar el almacenamiento, gestión y análisis de elementos geométricos tridimensionales dentro de una misma BB.DD. Facilitando así la labor de gestión centralizada de la IG en una única plataforma.

En la segunda década del siglo XXI quizá las aportaciones más interesantes han venido del citado OGC. Desde 1994, el OGC ha estado reuniendo diversas compañías, grupos de investigación y organizaciones gubernamentales para desarrollar estándares de interfaz y codificación que solucionen problemas de la industria relacionados con el intercambio de IG 3D. Y como el propio grupo de trabajo describe, su alcance

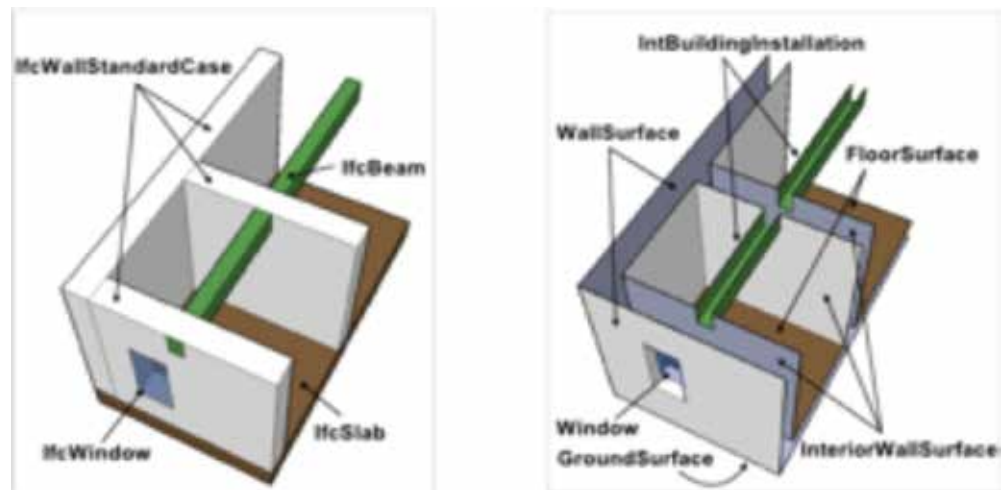


Figura 3. Modelo BIM, IFC (izquierda). Modelo IDE, CityGML (derecha) (Thomas H. Kolbe)

se está expandiendo debido, fundamentalmente a nuevas iniciativas que se ocupan de la ubicación de los nuevos desarrollos tecnológicos, tales como Internet de las cosas (IoT), la comunicación de máquina a máquina (M2M), imágenes ópticas, Realidad Aumentada (AR), navegación en interiores, dispositivos móviles incorporados, las redes sociales.

Según el propio OGC, estos nuevos desarrollos tecnológicos impactarán directamente sobre distintas áreas técnico-científicas de la arquitectura, ingeniería, construcción, etc. Nuevas industrias, como el marketing basado en la localización están creando demanda de datos y nuevas fuentes de datos sobre edificios, áreas comerciales e infraestructuras. Por este motivo, el OGC adoptó en 2016 IndoorGML, lenguaje del que se hablará en posteriores capítulos, como estándar para la localización y navegación en interiores.

La interoperabilidad de la ubicación 3D real, en las citadas áreas técnico-científicas, está requiriendo la integración de la información de la ubicación, no solo tridimensional, también interior y exterior (con las implicaciones que esto implica de información tridimensional). Si a esto añadimos los grandes esfuerzos que desde las compañías de CAD, SIG y BIM se están desarrollando en ofrecer plataformas que gestionen la IG tridimensional (Valencia, J. et al., 2015), con sus correspondientes funcionalidades de importación/exportación a lenguajes estandarizados, como CityGML, nos encontramos en una situación propicia para afrontar el desarrollo de IDE 3D.

## 2.2. Puntos fuertes y puntos débiles

En el momento actual las IDE poseen el potencial y los medios suficientes para poder gestionar y publicar información tridimensional, si bien existen algunas lagunas en determinados servicios o componentes de las mismas.

En lo referente a la parte correspondiente a la gestión interna de una IDE, existen las suficientes herramientas, modelos, formatos, etc. para poder ser desarrolladas. Se anota la situación de continuo avance tanto en el desarrollo de herramientas de gestión, con potentes programas y BB.DD., así como las variadas líneas de investigación en lo referente a algorítmica para la creación de información semántica a partir de grandes nubes de puntos. Se están haciendo continuos avances para obtener información semántica a partir de grandes nubes de puntos y los sistemas de gestión de este tipo de información se manejan sin problemas desde sistemas comerciales desarrollados para visualizaciones realistas hasta sistemas de gestión de BB.DD. para manejos y accesos rápidos a las mismas.

En este punto también es necesario citar aquellas ramas tecnológicas que son capaces de aportar directamente modelos 3D, perfectamente elaborados desde el punto de vista semántico, como el CAD 3D y, sobre todo los BIM. En este sentido, ambas tecnologías son capaces de generar modelos 3D semánticos con la suficiente precisión como para ser visualizados a un LoD 4 (El-Mekawy, M., 2010).

En esta interesante sinergia entre los BIM y las IDE podemos diferenciar dos tipos distintos de modelos tridimensionales de ciudad, los modelos de diseño y los modelos del mundo real. Los primeros se utilizan generalmente para los propósitos de la industria de la construcción y para cumplir con los requisitos de un nivel máximo de detalle en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Los modelos del mundo real, sin embargo, son sistemas de información geoespacial que representan objetos espaciales ampliamente representados en aplicaciones SIG. Los esfuerzos de investigación en la industria de la construcción dieron como resultado los BIM, modelos que soportan la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de los edificios.

Los resultados de diferentes esfuerzos de integración de BIM e IDE muestran que sólo la información geométrica en 3D no cumple el propósito de integración y puede conducir a la inconsistencia geométrica. Se requiere más información semántica compleja (figura 3).

En lo referente a las normas de metadatos aplicables a las IDE, se observan lagunas en lo que a la IG tridimensional

se refiere. Dichas lagunas se comunican, como no podía ser de otra forma, a los servicios de catálogo, encargados de permitir las búsquedas y filtrados de IG tridimensional. Pero también se vislumbran soluciones a estas carencias en futuras revisiones de las distintas normas.

La normativa que mejor acogida tiene con la información tridimensional es la ISO 19115, contando con una serie de atributos básicos. Sin embargo, hay una serie de problemáticas asociadas a la misma respecto a las necesidades de desarrollo de una IDE 3D (Dietze, L. et al., 2007). En el caso de todos aquellos modelos basados en LoD, debería existir la posibilidad de ampliar aún más la ISO 19115 en este sentido. Tengamos en cuenta que el LoD, por ejemplo en los modelos CityGML va implícito en el archivo, sin embargo con la intención de facilitar los servicios de búsqueda y de catálogo, esta información debería estar disponible en los metadatos. Una posibilidad para solucionar este problema sería la subclase MD\_DataIdentification de la clase MD\_Identification, con un nuevo atributo levelOfDetail, con valor entero entre 0 y 4 para definir el LoD. Por supuesto, esta problemática se repite en la norma Dublin Core.

Otro problema adicional es que en las normas de metadatos analizadas no se permite conocer con mayor precisión qué información de partida se utilizó para la creación de los modelos 3D. Aunque la ISO

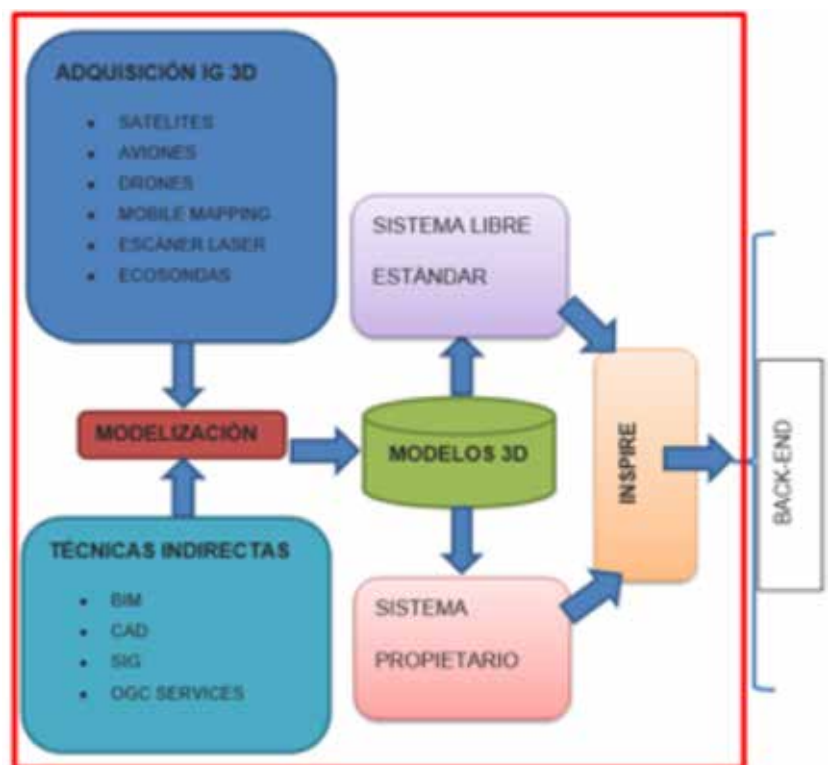


Figura 4. Elementos de adquisición de IG 3D para entrada en la IDE. Elaboración propia

19115 permite definir la calidad de los MDE, no es capaz de profundizar en este dato.

Finalmente, otro problema detectado es la escasa capacidad que tienen las normas para informar sobre los elementos semánticos de un modelo 3D. Si bien muchos modelos tridimensionales incorporan una extensa información semántica sobre los elementos que incorpora, sobre todo los modelos de ciudad con un LoD 3 o 4, las normas de metadatos analizadas hasta el momento no son capaces de recoger e informar sobre esta riqueza de información semántica.

De todo lo analizado hasta el momento con respecto a los metadatos y las IDE 3D, se puede concluir que aunque existe una mínima estructura capaz de soportar este tipo de información, no han sido todavía desarrolladas para ofrecer todo el potencial de un esquema de metadatos a nivel de IG tridimensional. Sin embargo, existen posibilidades de ampliación gracias a las figuras de propuestas de desarrollo de las distintas normativas, por lo que se puede concluir que,

aunque no están totalmente desarrolladas estas normativas, conforme se vayan presentando y aprobando dichas propuestas, el grado de desarrollo provocará que a corto plazo, dichas normativas sean capaces de afrontar el desarrollo de IDE 3D.

Por lo que respecta a los protocolos de intercambio y comunicación, se constata la existencia de suficientes servicios diseñados y desarrollados para servir modelos 3D. Dichos modelos pueden ser tanto continuos como discretos, WCS y WFS, llegando a cubrir con ellos todos los LoD definidos por el OGC. Sin embargo, se han detectado algunas lagunas importantes, sobre todo en lo referente al lenguaje de intercambio en los servicios WFS, mostrando las debilidades y los puntos fuertes de los lenguajes de intercambio, como CityGML y resaltando la existencia de formatos más eficientes en materia de intercambio de modelos 3D, como JSON. A pesar de ello, las nuevas mejoras que se implementen en futuras versiones de CityGML, junto con la adopción de nuevos estándares por parte del

OGC y las conexiones existentes entre este lenguaje y otros con gran potencial práctico, como IndoorGML hacen pensar que CityGML será uno de los principales medios de comunicación de modelos 3D.

Finalmente, en lo que respecta a la parte del cliente final de una IDE, existen distintas soluciones para poder llevar a cabo los procesos de visualización, consulta, navegación, etc. De las dos grandes posibilidades de publicación de IG tridimensional, mediante clientes pesados o mediante clientes ligeros, existen soluciones para poder llevar a cabo este proceso, bien directamente a través de la carga de ficheros mediante archivos, bien mediante conexiones del tipo WFS.

Además se ha podido comprobar la gran cantidad de investigaciones que se están desarrollando en los últimos años sobre la publicación de IG 3D, poniendo el foco de atención en la publicación por Internet. A pesar de esto, es necesario poner de manifiesto la necesidad de herramientas capaces de aglutinar tanto las posibilidades

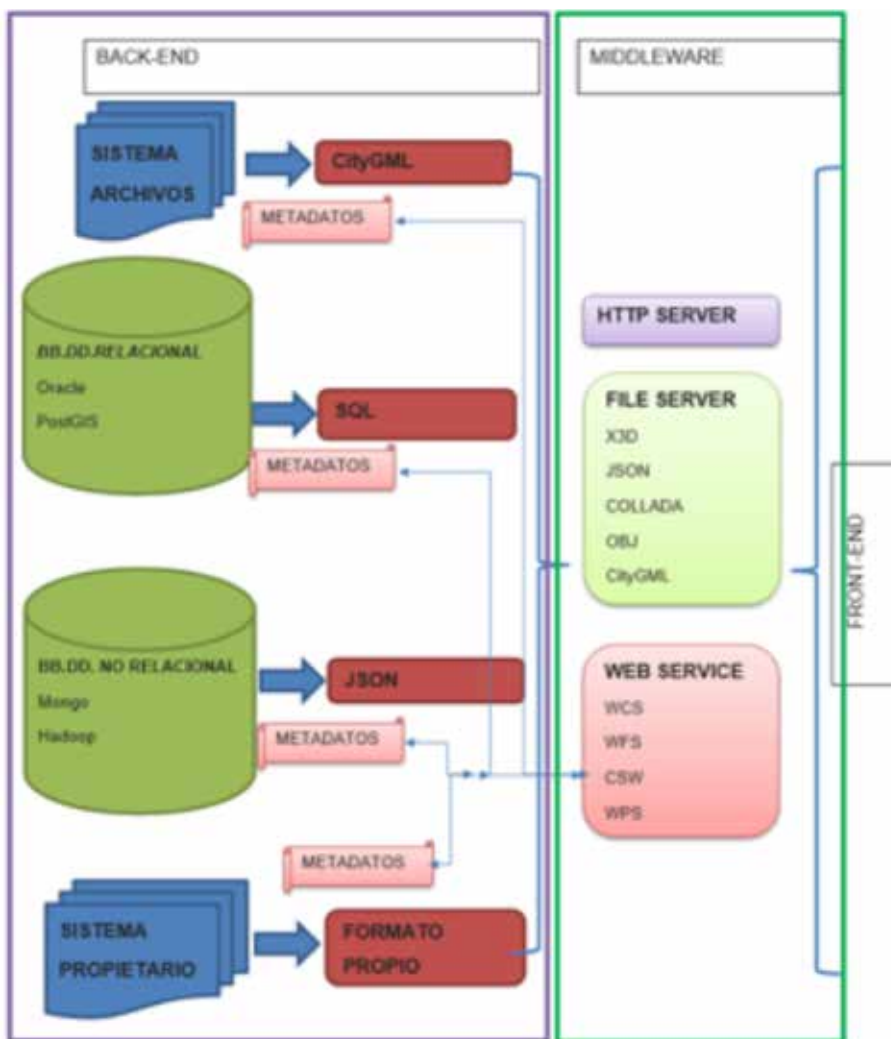


Figura 5. Esquema de Back-End y Middleware de una hipotética IDE 3D. Elaboración propia



de conexión a modelos 3D vía fichero (CityGML, kml, etc.) o vía conexión WFS, manteniendo las capacidades de análisis y procesado avanzados de modelos 3D, en un entorno de navegación ligero, intuitivo y fácilmente interaccionable. Es decir, se trataría de herramientas con la comodidad de uso en lo relativo a interface, que se puede ver en los clientes ligeros, añadiendo la potencia de análisis y gestión de los clientes ligeros, tanto a nivel de procesado como a nivel de creación de elementos 3D.

### 2.3. Modelo funcional propuesto

Para finalizar, con la intención de completar el ciclo investigador, se propone el siguiente esquema funcional, señalando las deficiencias o carencias encontradas y proponiendo cambios o medidas a tomar para hacer posible el desarrollo de las IDE 3D. Dicho diseño se muestra en las tres siguientes figuras (figura 4), (figura 5) y (figura 6).

Se constata la situación de continuo avance tanto en el desarrollo de herramientas de gestión, con potentes programas y BB.DD., como en las variadas líneas de investigación que abordan lo referente a algorítmica para la creación de información semántica a partir de grandes nubes de puntos. Una vez creados los modelos, además tenemos la posibilidad de afrontar el desarrollo tanto desde un punto de vista de sistema libre, como utilizando sistemas propietarios, si bien la

filosofía intrínseca de una IDE es la del desarrollo lo más abierto posible.

Tras esta distinción, el siguiente paso sería el desarrollo del *back-end*, habiendo cumplido previamente las distintas normativas (INSPIRE) en la parte referente al modelo de datos. En lo relativo tanto a la parte del *back-end* como del *middleware* (conjunto de componentes desarrollados que sirven para integrar aplicaciones) (figura 5), en este apartado sería necesario contemplar la normativa en materia de metadatos aplicables a las IDE.

Respecto al sistema de almacenaje de los modelos 3D, tenemos distintas posibilidades, pasando desde un sencillo sistema de archivos, una BB.DD. relacional o, incluso incorporando las últimas tendencias en materia de BB.DD. no relacionales que están aportando importantes avances en la comunicación de grandes cantidades de datos (*Big Data*) de todo tipo, incluidos los geográficos. El paso del *back-end* al *middleware* se podría hacer en función de la alternativa de almacenaje, mediante archivos (CityGML, JSON, etc.) o sentencias SQL, para las BB. DD. relacionales.

Por lo que respecta a los protocolos de intercambio y comunicación, la parte del *middleware*, a lo largo de la presente investigación se ha constatado la existencia de suficientes servicios diseñados y desarrollados para servir modelos 3D. Todo esto, junto con las distintas tipologías de lenguajes y formatos de intercambio de modelos 3D, nos daría paso a la parte de front-end, bien mediante servicios HTTP, FTP o web services.

Finalmente, en lo que respecta a la parte del cliente final, la parte correspondiente al front-end, se propone una variante, dependiendo de si el uso lo va a hacer el usuario desde un navegador de internet (cliente ligero) o desde un *software* de escritorio (cliente pesado). Si la idea es el uso desde la primera opción se propone el desarrollo de aplicaciones web o la adaptación de globos con conexiones a los servidores que alojan la información tridimensional. Si, por el contrario, el usuario necesita más capacidad de análisis y geoprocso, se recomienda el uso de herramientas de escritorio que permitan la carga de modelos 3D y conexiones a servicios WFS.

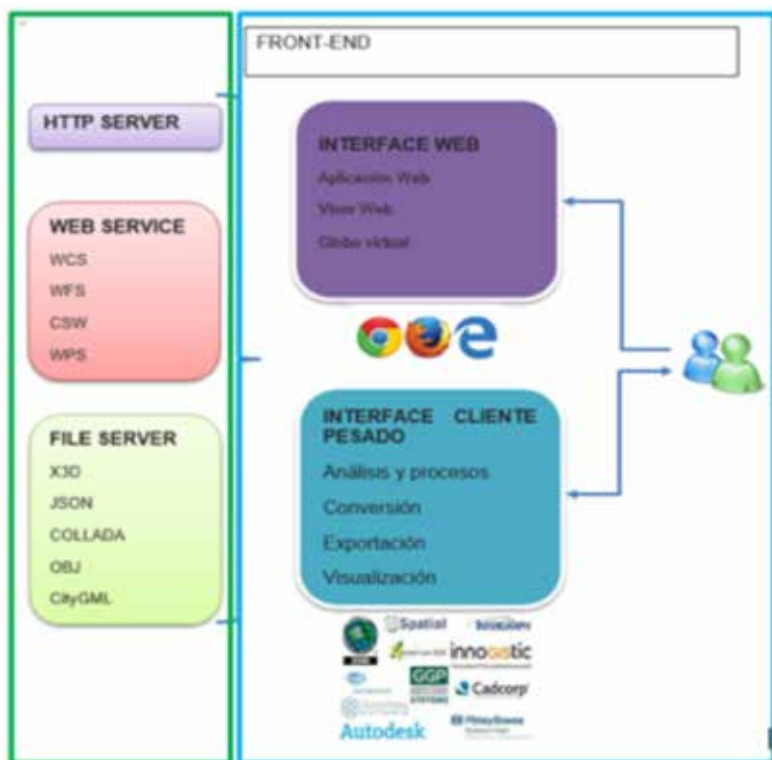


Figura 6. Esquema de Front-End de una hipotética IDE 3D. Elaboración propia

### 2.4. Líneas futuras de investigación

Son numerosas las líneas de investigación que se están desarrollando en relación con la IG tridimensional, sin embargo, de cara al desarrollo de una IDE, las líneas más interesantes a futuro serían:

### **Desarrollo de BB. DD. con capacidad de almacenaje de modelos 3D**

La principal línea de investigación en lo que a la gestión de la información interna se refiere, es, sin duda, el desarrollo de BB.DD. con capacidad de almacenaje de modelos 3D. En este sentido tanto Oracle, como PostGIS y otras iniciativas menores están desarrollando importantes esfuerzos en mejorar y ampliar las posibilidades de gestión de modelos 3D.

### **Algoritmos para obtención de modelos 3D semánticos**

Otra línea muy prometedora es la del desarrollo de algoritmos para pasar de forma más o menos automatizada, de modelos 3D brutos a modelos 3D semánticos, tanto en lo que se refiere a nubes de puntos como a píxeles.

### **Ampliación de normativa de metadatos en materia de IG 3D**

En lo que a los metadatos se refiere, las investigaciones a futuro se centrarán, sin duda, en la presentación de nuevas alternativas de ampliación de las actuales normas en materia de modelos 3D. A lo largo de esta investigación se ha mostrado la debilidad de éstas con respecto a la IG 3D, por lo que se hace del todo necesario desarrollar nuevas líneas de investigación de cara a resolver estos problemas.

### **Mejora de los lenguajes de intercambio**

Probablemente la línea de investigación más importante en esta materia esté relacionada con la mejora del lenguaje de intercambio, bien definiendo nuevos protocolos, bien mejorando los protocolos actuales (kml, GML). La posibilidad de dotar a los formatos de la propiedad del multidetalle o la mejora del modelo de CityGML para su mejora en versatilidad, son algunos ejemplos de posibles líneas de investigación.

### **Publicación de IG 3D**

En lo que a las líneas de investigación a futuro relacionadas con las IDE 3D en materia de publicación, probablemente sea aquí dónde haya más recorrido. Existen numerosas iniciativas de cara a la publicación de modelos 3D en Internet, tanto en la parte de cliente, como en la parte de servidor. Además hay que destacar también las investigaciones que están realizando las compañías de desarrollo de *software* para crear plataformas de trabajo ágiles y potentes, tanto en lo respectivo a la navegación como en la parte de geoprocesos.

## **3. CONCLUSIONES**

Del análisis de los anteriores apartados se puede finalizar con las siguientes conclusiones:

**1. La tercera dimensión es realmente uno de los problemas a afrontar dentro de las IDE.** Conforme a las investigaciones desarrolladas ha quedado constatada y verificada esta hipótesis, tal y como se desprende de entrevistas realizadas a importantes personas de renombre nacional e internacional en el área de las IDE. Por otro lado, también se puede inferir directamente la verificación de esta hipótesis del análisis del sistema de seguimiento y actualización de la investigación que se ha desarrollado para esta investigación, en el que se consigue rastrear más de 1400 enlaces bibliográficos en cinco años, relacionados directamente con palabras clave en materia de IDE 3D. La comunidad científica está desarrollando numerosas investigaciones en esta materia.

**2. Las IDE 3D son realmente necesarias para dar solución a una serie de problemas que se plantean a corto/medio plazo en relación con distintas áreas técnico-científicas.** La verificación de esta hipótesis llega del análisis de la bibliografía utilizada para esta investigación, en la que como ya se ha puesto de relieve, el medio más homogéneo, interoperable y estandarizado para la gestión y publicación de IG, incluyendo la tridimensional, son las IDE. Además se ha constatado que si a la potencialidad de una IDE le añadimos las posibilidades que los modelos tridimensionales ofrecen en materia de análisis en multitud de áreas técnico-científicas, el resultado final es una herramienta con mayor capacidad de obtención de respuestas y alternativas a la hora de la toma de decisiones relacionadas con el entorno y aplicable a una gran cantidad de áreas de estudio. Esta necesidad es también fácilmente extraíble del análisis de varias líneas de investigación que se han aportado en esta tesis, en las que se plasma el interés de comunicar plataformas técnico científicas, como los BIM, la realidad virtual, la realidad aumentada, por ejemplo, con las IDE tridimensionales.

**3. Aunque la evolución de una manera estandarizada y rápida no es sencilla, las IDE 3D son proyectos abordables** gracias a los distintos desarrollos e investigaciones que se han abordado en los últimos años respecto a la tercera dimensión y la IG. Del mismo modo se han mostrado lagunas o deficiencias y se han puesto en valor líneas de investigación dirigidas a

hacer de las IDE 3D plataformas estandarizadas efectivas y eficientes de cara a la gestión y publicación de IG tridimensional. Por todo lo anterior, se puede decir que hay mucho trabajo desarrollado y que la hipótesis quedaría verificada, si bien tal y como en la misma se argumenta, quedan numerosas líneas por desarrollar y hacer llegar a los distintos protagonistas de una IDE, desde los desarrolladores hasta el usuario final.

**4. Uno de los aspectos más importantes a afrontar por las IDE, relacionado con la tridimensionalidad, es la comunicación de la IG tridimensional a través de Internet.** Conforme a la tendencia natural de las plataformas de uso de IG, en general, la progresión es ir avanzando en la publicación en Internet. Esto es totalmente aplicable a las IDE 3D, lo que se traduce en muchas de las líneas de investigación y aportes que se han presentado a lo largo de este trabajo. Conforme se van haciendo progresos en materia de publicación de modelos 3D en Internet, sobre todo enfocados a juegos y plataformas de ocio, las IDE se nutren de estos aportes para realizar progresos en paralelo, como no podía ser de otra forma.

## REFERENCIAS

- Montilla, G., Bosnjak, A., & Villegas, H. Visualización de mundos virtuales en la medicina. *Bioingeniería En Iberoamérica: Avances y Desarrollos*. Cap. XX. Editores: Carmen Muller-Karger, Miguel Cerrolaza (2002)
- Ahearn, L. El arte de los juegos 3d/the art of 3d games (diseño y creatividad) Anaya Publishers (2005)
- Lafont Morgado, P. Prototipado rápido e ingeniería inversa. *Revista De Plásticos Modernos*, 77(514), 384-390 (1999)
- Scianna, A., & Ammoscato, A. 3D GIS data model using open source software. *Core Spatial Databases-Updating, Maintenance and Services-from Theory to Practice*. Haifa, Israel, 15-17 March 2010. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38(Part 4), 8-2 (2010)
- Varela García, F. A., Hernández Ibáñez, L. A., Taibo Pena, J., & Seoane, A. Ampliación de las capacidades de visualización de un SIG libre mediante la comunicación con un navegador 3D (2007)
- JIMÉNEZ MACÍAS, E., PÉREZ DE LA PARTE, Mercedes, MARTÍNEZ CÁMARA, E., SANZ ADÁN, F., SANTAMARÍA PEÑA, J., & BLANCO FERNÁNDEZ, J. Escenarios virtuales WEB3D: Simulación con VRML, JAVA3D y X3D.
- Basanow, J., Neis, P., Neubauer, S., Schilling, A., & Zipf, A. Towards 3D spatial data infrastructures (3D-SDI) based on open standards—experiences, results and future issues. *Advances in 3D geoinformation systems* (pp. 65-86) Springer (2008)
- van Oosterom, Petrus Johannes Maria, Zlatanova, S., & Penninga, F. *Advances in 3D geoinformation systems* Springer (2008)
- Valencia, J., Muñoz-Nieto, A., & Rodríguez-González, P. Virtual modeling for cities of the future. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W4, 179-185 (2015)
- El-Mekawy, M. Integrating BIM and GIS for 3D City Modelling: The Case of IFC and CityGML (2010)
- Dietze, L., Nonn, U., & Zipf, A. Metadata for 3D city models analysis of the applicability of the ISO 19115 standard and possibilities for further amendments. *Proceedings of the 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, 1-9 (2007)

## Sobre los autores

### Javier Valencia Mtz. de Antoñana

*Es Dr. en Investigación y Desarrollo en Geotecnologías por la Universidad de Salamanca. Trabaja como profesional freelance con más de 17 años de experiencia y colabora con distintas administraciones, ingenierías y centros tecnológicos, nacionales e internacionales, como el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC, el Instituto Geológico y Minero, la Infraestructura de Datos Espaciales Marina de Europa, sobre temas relacionados con las geotecnologías, IDE, 3D, dispositivos móviles, etc. Ha escrito varios artículos y manuales sobre las IDE.*

### Ángel Luis Muñoz Nieto

*Es profesor en el departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno de la Escuela Politécnica Superior de Ávila de la Universidad de Salamanca. Viene desempeñando su docencia en el área de Ingeniería Cartográfica Geodésica y Fotogrametría. Ha participado en varios proyectos de investigación a través de los cuales ha desarrollado sus principales líneas de investigación que se centran en la Calidad en Cartografía y la Fotogrametría de Rango Cercano.*

## La rosa de los vientos en nuestros mapas



La rosa de los vientos, ese elemento gráfico que proporcionaba información en los mapas antiguos, los saturaba en tamaño y número de elementos y que, a fecha de hoy, ha quedado relegado a un simple símbolo para indicar el Norte de nuestros mapas. Aunque no lo parezca, en la heráldica de una rosa de los vientos hay historia y curiosidades.

Aunque actualmente empleemos este elemento como referencia espacial del territorio, tiene orígenes astronómicos habiéndose utilizado para determinar la posición de los objetos empleando las estrellas como referencia. El planteamiento se extendió con la llegada de las expediciones náuticas, usando como elemento de referencia los vientos dominantes. Los orígenes de la rosa de los vientos se vinculan a personajes como Plinio el viejo o Ramón Llull, un precursor en el uso de este particular elemento dentro de los mapas.

Sin embargo, si tenemos que atribuir un origen a la rosa de los vientos, la cultura china salta a la palestra con el empleo de herramientas análogas datadas con más de 2000 años antes de Cristo. Los antiguos adivinos chinos se servían de «brújulas» como el Ba-gua para atraer la buena suerte y predecir el futuro. Nuestro futuro podía ser predecido con nuestra posición. ¿Nunca te has parado a pensar que cuando haces un mapa Feng Shui de

energía en la distribución de las habitaciones de tu casa no haces otra cosa que utilizar referencias espaciales de puntos cardinales? Podemos ver sucedáneos de rosas de los vientos en mapas como el del controvertido mapa de Zheng He, al que se le atribuye la posibilidad de haber descubierto América antes de tiempo. Una rosa de los vientos no perceptible a los ojos debido a la influencia de nuestra cultura.



### La flor de lis: la que realmente marca el Norte

En la forma más básica de orientación territorial, se ha utilizado un elemento muy peculiar de representación del Norte: la flor de lis. Esta particular representación, fomentada por el navegante Flavio Gioja, ilustraba el punto cardinal de una manera tajante y sin necesidad de recurrir a la rosa de los vientos (aunque siempre van de la mano). Una referencia para datar la época de los mapas posterior



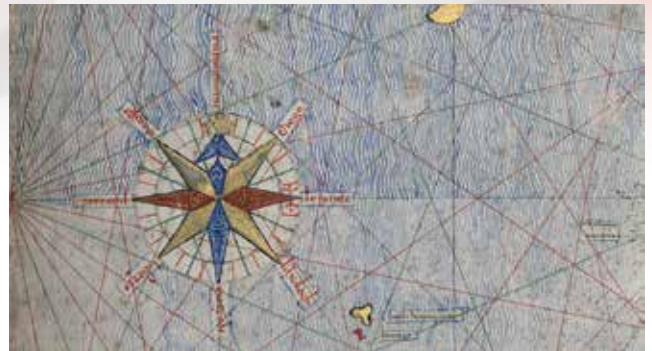
al año 1300. Aunque no nos diéramos cuenta, encontramos la mítica flor de lis apuntando al norte en infinidad de mapas acompañado de las direcciones de la rosa de los vientos. En unas ocasiones de una manera descarada y poco común como el mapa de las provincias de Piru Chile, de Lucas de Quirós.

Otros, como Alonso Peres, también abusaron de la flor de lis dándole pesos pesados frente a la rosa de los vientos en los mapas de su carta náutica atlántica de 1648.



## Los vientos

Lejos de la habitual interpretación de la flor de lis y la rosa de los vientos para indicar el Norte, este elemento es capaz de identificar hasta 32 rumbos mediante divisiones y subdivisiones que representan la dirección de los vientos siguiendo un fraccionamiento periódico en sentido de las agujas del reloj (el azimut de nuestro SIG). Una subdivisión que fue ampliada cuando navegantes pasaban de las habituales navegaciones locales a las expediciones atlánticas de amplio territorio espacial. Una necesidad para tener controlada hasta la mínima brizna de corrientes de aire y que en ocasiones eran representadas me-



dante ilustraciones. ¿Hacia dónde soplan las velas de los barcos del Atlas portulano? Hacia el Noreste.

La primera división de la rosa de los vientos nos muestra las diferentes direcciones que puede tomar el viento vinculándolas a los tradicionales puntos cardinales separados por 90 grados: Norte, Sur, Este y Oeste. Sus vientos asociados son conocidos como Tramontana, Mediodía, Levante y Poniente. Cuatro componentes sencillas aunque raramente representadas de esta manera en mapas antiguos.

Una segunda división nos permite acceder a los rumbos laterales separados 45° entre sí:

- Noreste (Gregario)
- Sudeste (Siroco)
- Suroeste (Lebeccio)
- Noroeste (Mistral)

Una referencia para la designación de los vientos mediante las ocho divisiones resultantes la encontramos en el grandioso Atlas Catalán de Abraham Cresques y Jafuda Cresques en 1375. Un atlas destinado a la descripción del mundo europeo al que se le atribuye la presencia de las primeras rosas de los vientos tal y como las conocemos actualmente. Una variante del pico del viento Tramontana nos identifica el Norte junto al resto de vientos dominantes.

Una tercera división mostrará los rumbos colaterales mediante divisiones de 22,5° entre sí:

- Nornoreste
- Estenoreste
- Estesureste
- Sursureste
- Sursuroeste
- Oestesuroeste
- Oestenoroeste
- Nornoroeste

La cuarta división permite dividir estos rumbos en otros tantos denominados rumbos co-colaterales hasta completar un total de 32 divisiones. Joan Martines empleó esta completa rosa de los vientos a lo largo de los mapas en el Atlas de Joan Martines en 1587 para representar la expe-



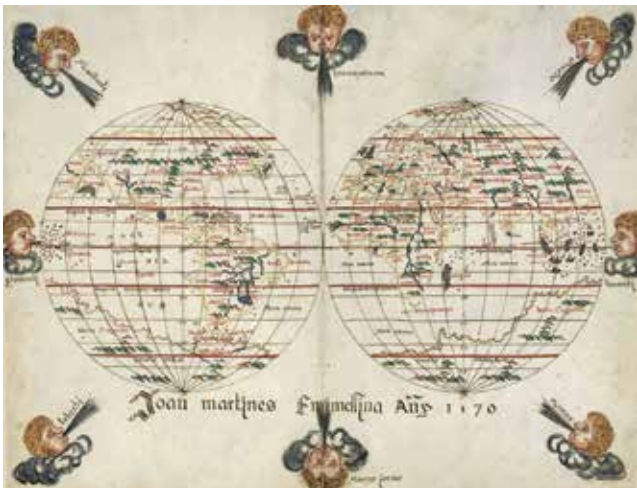
dición de Fernando de Magallanes de 1520. La referencia al Norte queda integrado en el segundo disco a través de una picada principal junto al resto de vientos.

### Lo que el ojo no ve

Nuestra rosa de los vientos asume el papel primordial en la dirección de los vientos dominantes. Unas veces de manera aislada y otras veces trazando guías de las trayectorias de los vientos extendiéndose por la totalidad de los mapas, como el famoso mapa misterioso de Piri Reis.



En ocasiones, la rosa de los vientos ha sido mostrada descaradamente en los mapas hasta el punto de no darnos cuenta de ello por quedar escondida en ilustraciones



y diseños. En este mapa de Joan Martines no verás una flor de lis ni verás una rosa de los vientos, pero verás a míticos querubines soplando desde diferentes ángulos que te ayudarán a saber la dirección de los vientos principales sin necesidad de recurrir a ningún elemento de referencia. Una técnica de abuso continuo en las cartas portulanas.

Una curiosa representación a través de figuras humanas que esconden la interpretación de los vientos dominantes y que no nos cansaremos de verlos una y otra vez en otros mapas como el mapa de la interpretación de la tierra desconocida de Ptolomeo.



### De la discreción al descaro y la recreación

Quizá hemos pensado que la rosa de los vientos ha estado en nuestros mapas desde siempre, pero no todos los mapas han mostrado este elemento. Y aunque no referenciar nuestros mapas con un sencillo norte se considera un sacrilegio... pocos serían capaces de recriminar esta carencia al gran Gerardo Mercator. ¿Alguna vez te fijaste que la mayoría de los mapas de Mercator carecen de este elemento intentando realzar la posición frente la orientación? Pocos de sus mapas incluyen esta referencia salvo algunos de sus mapas mundi. Otro de los fanáticos que combinaba la rosa de los vientos con la flor de lis y cada uno de los vientos dominantes junto a cartelas, meridianos, formas geométricas, accidentes geográficos,



ilustraciones y figuras mitológicas de todo tipo.

No es de extrañar que la proyección de Mercator pese sobre nuestras cabezas. En sus mapas, la orientación mediante rosas de los vientos es secundaria cobrando importancia su obsesión por la geometría matemática y referenciando todo con unidades de medidas y referencias a meridianos. Bye, bye a la rosa de los vientos, ya no es necesario navegar con posición sino representar con precisión.



Si actualmente estamos acostumbrados a visualizar nuestros mapas a través de una sola rosa de los vientos, encontramos infinidad de mapas donde este elemento se encuentra replicado a lo largo de todo el territorio. Es el caso del Planisferio de Cantino, un particular mapa donde encontraremos la rosa de los vientos en el centro del mapa y múltiples rosas secundarias dispersas geométricamente cuya unión muestra dos círculos tangentes entre sí para formar el planisferio.



Algunas cartas náuticas, como la del Mar Mediterráneo atribuida a Plácido Caloiro y Oliva llegan a mostrar 10 rosas de los vientos junto a dos medias rosas ilustradas con 32 rumbos y flor de lis. Una saturación de referencias que



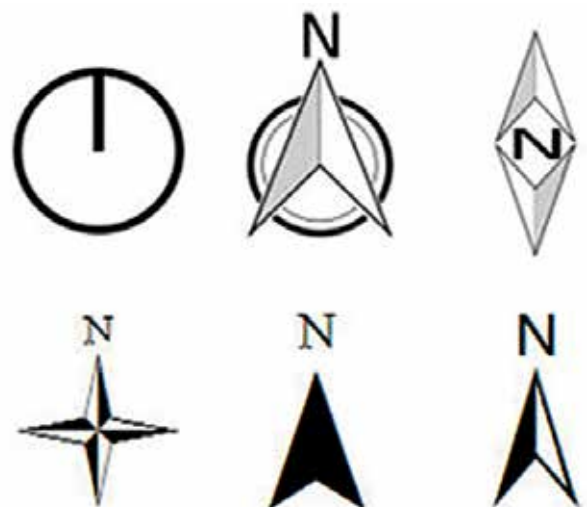
dista de los estilos actuales que empleamos para reflejar la orientación de nuestros mapas.

El mapa de Plácido Caloiro y Oliva no es el que más destaca dentro de la representación de la rosa de los vientos. El mapa de Teixeira ilustra, con 26 rosas de los vientos diferentes, incluyendo la flor de lis en algunas de ellas, el mapa mundi al completo.



## La actual rosa de los vientos

Cuando comparamos las minucias milimétricas de las infinitas rosas de los vientos que plagan mapas históricos y lo comparamos con los escuetos mapas de hoy en día sólo podemos decir una cosa respecto a ellos: ¿qué ha pasado? Pasamos de recrearnos en la posición a dejar en manos de discretas rejillas de coordenadas la posición empleando conjuntamente una pequeña flecha apuntando «parriba» en el mejor de los casos. E aquí la evolución de las rosas de los vientos de hoy en día localizadas, cuando las hay, en una escondida esquina. Referencias frías, planas, sin color, discretas y sin dejar mucho a la imaginación. Plácido Caloiro debe estar retorciéndose en la tumba por nuestros cambios de costumbres maperas.



Fuente: Blog SIG&BEERS

## Presentación de la Estación Total Manual Serie GM-100



Topcon Positioning Group anuncia la presentación de la nueva estación total GM-100 diseñada con un potente EDM junto a una tecnología de comunicaciones avanzada integrados en un paquete manual.

«Integra las ventajas tecnológicas más recientes en un diseño pequeño y elegante», comentó Ray Kerwin, director de productos de topografía globales. «Ya sea para que los operadores realicen tareas como el diseño de la obra o para el estudio conforme a ejecución, el instrumento proporciona un rendimiento excelente con la mejor precisión de su clase, hasta 6000 m y 1,5 mm + 2 ppm con prisma, y hasta 1000 m y 2 mm + 2 ppm sin reflector».

La estación GM-100 presenta un compensador de eje doble diseñado para garantizar mediciones estables incluso en terrenos complicados gracias a la corrección automática de ángulos tanto horizontales como verticales.

El instrumento ofrece tecno-

logía Bluetooth® integrada sin antena externa necesaria para la conectividad con la controladora.

Como características adicionales se incluyen 50 000 puntos de memoria interna y almacenamiento USB de hasta 32GB, así como 28 horas de autonomía de batería y certificación IP66.



**Serie GM-100 es ideal para:**

- Levantamiento del terreno →
- Topografía y documentos conforme a la obra →
- Diseño/ levantamiento de construcción →
- Replanteo y levantamiento →
- Cimentos y exteriores →

Para más información, visite [topconpositioning.com](http://topconpositioning.com).



# MAPS & CRAFTS



[www.mapsandcrafts.com](http://www.mapsandcrafts.com)

[info@mapsandcrafts.com](mailto:info@mapsandcrafts.com)



*Nuestra pasión es la Cartografía  
y la artesanía hecha con ella*

## Un libro reúne 72 mapas que resumen 500 años de historia de Donostia

Un historiador donostiarra ha recopilado los planos, muchos de ellos inéditos, en un novedoso trabajo.



Mapa que puede ser de los años 30 o 40 del siglo XIX, con la muralla presente aún, pero con la nueva parcelación intramuros. La muralla se acabó de derribar en 1864

El donostiarra Javier Marichalar ha publicado -mediante Kutxa Fundazioa- 'Donostia/San Sebastián. Historia de una cartografía', un libro en el que pasa revista a los mapas de San Sebastián que se han realizado a lo largo de la historia. La publicación arranca con un croquis de la ciudad, de alrededor de 1529, que es la primera representación que se conoce. Se halla en el Archivo General de Navarra. Y el libro acaba con mapas de 1936. Marichalar ha escogido esta fecha para poder integrar en el libro mapas elaborados en base a fotografías aéreas.

«El libro ofrece una selección de los mapas de San Sebastián. Son 72 en total. Creo que aparecen el 90% de los mapas que se pueden calificar de antiguos. Son mapas que están guardados en bibliotecas universitarias y nacionales, en archivos militares de Europa y América y en algunas colecciones privadas», ha manifestado Marichalar, un apasionado de la cartografía que hoy en día está

preparando su tesis doctoral sobre los mapas de Gipuzkoa. Estudió Geografía e Historia en la Universidad de Extremadura -lugar de donde procede su madre- y reside en el barrio de Intxaurreondo. Tiene publicada una cartografía histórica de Extremadura, por encargo de la Junta.

Esta publicación sobre cartografía de Donostia es algo completamente novedoso. En la década de los 90, la Diputación publicó un trabajo de Sáez García y Piñeiro que versaba sobre cartografía guipuzcoana, pero que se limitaba a los materiales de los dos archivos militares españoles y el archivo de Simancas.

Marichalar ha dividido los mapas en varios bloques cronológicos. El primero es el comprendido entre el año 1180, el de la concesión del villazgo, por parte del rey de Navarra, y 1638. Los siguientes apartados son 1638-1719 («Consolidación urbana»); 1719 («El sitio de San Sebastián»); 1719-1813 («Nuevos horizontes»); 1813 («Los horrores de la guerra»); 1813-1864 («Transición e incertidumbre»); y 1864-1936 («Renacimiento y modernidad»).

La primera ilustración que recoge el libro data de 1529 aproximadamente. Es un croquis realizado por un ingeniero, con textos escritos en clave militar. En el margen opuesto del río aparece una simbólica representación de las elevaciones de Ulia, y una descripción de las consecuencias de un duelo artillero entre las posiciones de la plaza y las de Ulia: «Sierra, (...) de mil quinientos pasos se puede tirar l'artillería a la Villa (...) los reparos (?) no pueden hacer daño al'artillería de la montaña». Marichalar ha incluido este dibujo por indicación de la historiadora María Rosa Ayerbe.

Un poco más adelante se ofrece un mapa de 1585, que se halla en

la British Library, y que muestra varios buques ingleses requisados y anclados en el muelle de la ciudad. El autor del plano es Richard Polter, marinero e integrante de la flotilla inglesa.

La siguiente pieza, que data de 1628 aproximadamente, tiene la particularidad de que pertenece a David Rumsey, un reconocido coleccionista norteamericano que tiene un fondo cartográfico de 30.000 ejemplares. No es un mapa muy realista, no hace mención del río Urumea e incluye animales marinos fantásticos, algo habitual en la cartografía del siglo XVII. Este mapa ya fue publicado por José María Unsain, el anterior responsable del Museo Marítimo donostiarra.

Todos los mapas van acompañados de una disertación de Marichalar, quien siempre incluye datos históricos que contextualizan la imagen. Y en todos los casos se incluye la fuente, el lugar en el que se guarda el mapa.

### Mapas con trincheras

Los mapas que describen el sitio de San Sebastián de 1719, que se enmarcaba dentro del conflicto bélico que enfrentó a la corona de España con las potencias europeas de Francia, Gran Bretaña, las Provincias Unidas (Holanda) y el Sacro Imperio Germánico, la denominada Cuádruple Alianza, por lo general no incluían detalle de lo que era el interior de la ciudad. Se centran en el castillo de la Mota, en Urgull, y las demás fortificaciones, e incluyen las líneas de trincheras.

El libro ofrece también un mapa de la llamada Colección Hauslab-Liechstenstein, que apareció por sorpresa en una base de la aviación militar americana en Massachusetts y fue adquirida por la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos en 1975. Este manuscrito dibujado a plumilla

fue elaborado en 1813, durante la guerra de la coalición angloespañola contra los franceses. Se ven señalizados los puntos dañados en el frente de Tierra. «Como es lógico, son muchos los mapas de 1813», remata Marichalar.

Fuente: [www.diariovasco.com](http://www.diariovasco.com)

## Real Decreto 1036/2017, la nueva regulación de drones

**La nueva regulación en materia de drones ya es pública mediante el Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifican el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio. La nueva legislación de drones ya está aquí.**



Aprobado por Consejo de Ministros el pasado 15 de diciembre, la nueva regulación de uso de drones en España sale a la luz con el nuevo Real Decreto 1036/2017 disponible en BOE desde el 29 de Diciembre de 2017. Una regulación para actualizar y modificar al actual marco normativo en materia de drones. ¿Qué novedades incorpora el nuevo reglamento para los drones habituales? A continuación se expone un breve resumen de algunas de las particularidades de la nueva legislación.

Aunque el ámbito de aplicación afecta a todas las aeronaves en función de su masa máxima al despegue, las pequeñas aeronaves y los vuelos recreativos son una de las clave en los nuevos procedimientos de vuelos aéreos profesionales y de ocio.

Siguen vigentes, y ahora patentes, los tradicionales conceptos ignorados por muchas personas de las aeronaves. Tal y como expresa el nuevo Real Decreto 1036/2017 «el piloto remoto será, en todo momento, el responsable de detectar y evitar posibles colisiones y otros peligros». Lo mismo ocurre para las organizaciones de producción de aeronaves.

Las condiciones de vuelo bajo los 500 metros de distancia y 400 pies de altitud se mantienen, incorporando un concepto adicional. Los 400 pies de altitud se toman como referencia desde el objeto más elevado respecto a un radio de 150 metros de la aeronave.

Partiendo del artículo 21.3 podremos realizar vuelos en zonas y contextos hasta ahora prohibidas. Por ejemplo en zonas aéreas controladas, sobre aglomeraciones de personas al aire libre y sobre zonas urbanas. Para ello es importante tener presente que sólo podrán realizarse estos vuelos mediante aeronaves de peso no superior a 10 kg, dentro de nuestro alcance visual, a una distancia no superior a 100 metros y a una altura máxima de 120 metros. Además deberemos acotar distancias de seguridad de 50 metros respecto edificios, objetos o personas.

Las condiciones de vuelo nocturno son incorporadas en el nuevo Real Decreto, bajo esta situación podremos realizar vuelos nocturnos siempre y cuando se requiera la autorización expresa de la AESA mediante una solicitud por parte del operador junto a un estudio de seguridad específico. Las condiciones de vuelo serán las mismas y, además, nuestro dron deberá estar adaptado a las condiciones de nocturnidad debiendo incorporar luces, pintura u otros dispositivos que ayude a visualizarlo correctamente.

Para los casos de vuelos profesionales en los que se desarrolle un vuelo sobre zonas aéreas contro-

ladas, será necesario que el piloto tenga conocimientos de radiofonista debiendo estar acreditado para ello en la licencia de piloto según lo dispuesto en el artículo 33.e. Como hasta ahora, las distancias mínimas a respetar respecto aeródromos y aeropuertos serán de 8 kilómetros si está operando en condiciones de vuelo visual y 15 kilómetros si en él se está operando en condiciones de vuelo instrumental. Recurrir a cartas aeronáuticas y zonas de vuelo seguirá siendo necesario para identificar las zonas prohibidas en los vuelos.

Para aquellos vehículos que no dispongan del correspondiente certificado de aeronavegabilidad podrán realizarse vuelos aéreos fuera de aglomeraciones urbanas y de personas en espacio aéreo no controlado, fuera de Zona de Información de Vuelo y bajo condiciones VLOS y EVLOS siempre que se respeten los 500 metros de distancia y los 400 pies de altitud, o sobre el obstáculo más alto situado en un radio de 150 m desde la aeronave.

En los casos de vuelos con fines recreativos, deportivos o de competición, deberán operar, según la disposición adicional segunda, bajo las siguientes condiciones:

- A una altura máxima sobre el terreno no mayor de 400 pies (120m), o sobre el obstáculo más alto situado dentro de un radio de 150 m desde la aeronave.
- A una distancia mínima de 8 km respecto a cualquier aeropuerto o aeródromo.
- Fuera del espacio aéreo controlado, de las zonas de información de vuelo (FIZ) o de cualquier zona de tránsito de aeródromo (ATZ).
- En vuelo diurno y bajo condiciones





meteorológicas de vuelo visual.

- Dentro del alcance visual del piloto y dando prioridad a todas las demás categorías de aeronaves.
- De igual forma, desde un punto de vista recreativo podremos:
- Volar sobre edificios y aglomeraciones al aire libre si nuestro dron pesa menos de 250 gramos y nunca a más de 20 metros de altura.
- Volar sin sobrepasar edificios o aglomeraciones al aire libre siempre que nuestro dron pese menos de 2 kg y sin superar los 50 metros de altura, incluso en vuelos nocturnos.
- Realizar vuelos nocturnos.

Todo RPA deberán llevar fijada a su estructura la correspondiente placa de identificación ignífuga, en la que deberá constar la identificación de la aeronave incluyendo el nombre del fabricante, el tipo, modelo y número de serie, y los correspondientes datos del operador. Como hasta ahora, las aeronaves con un peso inferior a 25 kg quedan exentas del registro de matriculación.

*Fuente: Blog GIS&BEERS*

## Encuesta sobre datos abiertos en los Geoinstitutos europeos



En una encuesta realizada recientemente en el proyecto Open European Location Service (OpenELS) a las agencias europeas cartográficas y catastrales revela que la inmensa mayoría dice estar publicando datos abiertos.

De un total de 46 organizaciones encuestadas, un 98 % declara estar publicando algún conjunto de datos como datos abiertos y un 37 % lo hace con todos los datos que produce.

Además, más de un 85 % proporciona servicios de búsqueda y visualización, un 72 % permite la descarga de datos y un 67 % admite a reutilización de sus productos.

Por último, un 56 % ha informado de que en su país hay una política general de datos abiertos (así que son mayoría), un 63 % tiene adoptada una política así en su organización y un 18% la está preparando. Es decir que nada menos que un 81 % ha iniciado ya el camino de abrir los datos. Es un dato muy significativo, dentro de poco Europa puede ser no solo el continente mejor cartografiado, sino además el paraíso de los datos geográficos abiertos.

Otras conclusiones interesantes de la encuesta es que no hay ni un modelo único de negocio, aunque en el 69 % de los casos la financiación proviene sencillamente de los presupuestos nacionales, ni todas las organizaciones entienden el concepto de datos abiertos del mismo modo.

El proyecto OpenELS es una iniciativa de 2 años de duración cofinanciada por la Connecting

Europe Facility (CEF) de la Unión Europea. Su objetivo es desarrollar servicios geográficos paneuropeos abiertos y de referencia basados en datos oficiales. Para más información sobre el proyecto, véase <http://openels.eu/> y sobre la encuesta <http://openels.eu/latest/research-reveals-scope-open-geospatial-data-official-national-sources-across-europe/>.

*Fuente: Blog de la IDEE*

## XVIII PREMIO INTERNACIONAL FRANCISCO COELLO

**La Escuela Politécnica Superior de Jaén de la Universidad de Jaén (España) convoca en honor de D. Francisco Coello de Portugal y Quesada, introductor de la Cartografía moderna en España y fructífero cartógrafo, el «Premio Internacional Francisco Coello» para Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster en el ámbito de la Ingeniería Geomática en su decimotercera edición, según las siguientes bases:**

### ÁMBITO

El ámbito del premio es internacional y alcanza a toda la comunidad universitaria. Podrán participar los egresados universitarios que hayan presentado sus Proyectos y Trabajos Fin de Carrera, Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster en temáticas relacionadas con los campos propios de la Ingeniería Geomática: Cartografía, Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Catastro, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Ordenación Territorial, etc.

### CONDICIONES DEL TRABAJO A PRESENTAR

- Será el que permitió alcanzar la

titulación universitaria correspondiente.

- En esta edición se admiten exclusivamente trabajos presentados en los años naturales 2015, 2016 y 2017 (entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2017).
- Podrá estar redactado en los idiomas español o inglés.
- Podrá llevar el nombre del autor/a, lugar de procedencia, y cualquier otro dato aclaratorio que figurase en el original como: tutor, escuela, universidad, etc.
- Se presentará en formato digital (PDF). La documentación gráfica, en su caso, se presentará a la escala adecuada en anejo propio, también incorporada en el mismo archivo PDF.

#### PRESENTACIÓN

El trabajo se presentará en la plataforma web EasyChair en la dirección web:

<https://easychair.org/conferences/?conf=ujaen2018coelloaward>

El plazo para la presentación de los documentos finalizará a las 23:59 del día 2 de febrero de 2018, hora oficial de España.

#### PREMIOS

Se establece una única modalidad del premio para todos los trabajos, independientemente del título universitario alcanzado (ingeniería técnica, ingeniería, grado o máster).

Se establecen tres premios:

- Primer premio, dotado con 1500 € y entrega de busto en bronce de D. Francisco Coello de Portugal y Quesada.
- Segundo premio, dotado con 1000 €.
- Tercer premio, dotado con 500 €.

Además de lo anterior, los premiados podrán recibir material aportado por distintas entidades colaboradoras.

Los premios se otorgarán a los

trabajos, con independencia del número de autores. Cualquiera de los tres premios podrá ser declarado desierto si el Jurado no considerase a ninguno de los trabajos merecedor del premio. También podrá establecer menciones para aquellos trabajos de calidad que no hayan obtenido alguno de los premios.

Se expedirán diplomas para los autores premiados, así como un certificado para los tutores/as de sus trabajos, en el que se reconocerá su labor.

#### ENTREGA DE PREMIOS

La entrega de premios se llevará a cabo en la Universidad de Jaén en marzo de 2018 en la fecha que se establezca (se publicitará en cualquiera de los canales de comunicación online establecidos).

A este Acto deberán asistir los autores de cada trabajo premiado. En caso de imposibilidad de asistencia, los autores podrán delegar en una tercera persona, presentando previamente al acto un escrito con su firma. En todo caso, se arbitrarán los medios para hacer llegar el premio a su/s destinatario/s.

#### JURADO Y FALLO

El Jurado estará formado por académicos y profesionales expertos en los campos propios de la Ingeniería Geomática.

El fallo del Jurado será inapelable y se dará a conocer en el transcurso de un acto público que se celebrará en la Universidad de Jaén. La fecha de este acto se publicitará en cualquiera de los canales de comunicación online establecidos. Celebrado el acto, el fallo se publicará en estos canales y se notificará a los ganadores a través de los datos de contacto facilitados.

#### COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN

Para las comunicaciones y cual-

quier tipo de consulta aclaratoria:  
PREMIO INTERNACIONAL FRANCISCO COELLO

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE JAÉN UNIVERSIDAD DE JAÉN  
Campus Las Lagunillas, s/n, Edf. A3. 23071 Jaén (Spain)

Tif +34 953212424 Fax +34 953212400

coello@ujaen.es

www.facebook.com/premiocoello  
eps.ujaen.es/premiocoello



## CivildRON'18



24-01-2018 / 25-01-2018

■ Madrid, España

■ **Contact:** <https://www.civildron.com/pages/contactar-congreso-civildron.html>

■ **Website:** <https://www.civildron.com/index.html>

## GISTAM 2018



17-03-2018 / 19-03-2018

■ Madeira, Portugal

■ **Contact:** [gistam.secretariat@insticc.org](mailto:gistam.secretariat@insticc.org)

■ **Website:** <http://www.gistam.org/>

## Gi4DM



18-03-2018 / 21-03-2018

■ Estambul, Turquía

■ **Contact:** [gi4dm@k2-events.com](mailto:gi4dm@k2-events.com)

■ **Website:** <http://www.gi4dm2018.org/>

## X Congreso Internacional de Geomática



19-03-2018 / 23-03-2018

■ La Habana, Cuba

■ **Contact:** [raul@geocuba.cu](mailto:raul@geocuba.cu)

■ **Website:** <http://www.informaticahabana.cu/es/eventos/1836/page>

## 12th International Navigation Forum



24-04-2018 / 25-04-2018

■ Moscú, Rusia

■ **Contact:** [office@proconf.ru](mailto:office@proconf.ru)

■ **Website:** <http://glonass-forum.com/>

## FIG Working Week 2018



International Federation of Surveyors  
Fédération Internationale des Géomètres  
Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure

06-05-2018 / 11-05-2018

■ Estambul, Turquía

■ **Contact:** [fig@fig.net](mailto:fig@fig.net)

■ **Website:** [www.fig.net](http://www.fig.net)

## GEO BUSINESS 2018



22-05-2018 / 23-05-2018

■ Londres, Reino Unido

■ **Contact:** [chobden@divcom.co.uk](mailto:chobden@divcom.co.uk)

■ **Website:** <http://www.geobusinessshow.com/>

## Jornadas de SIG Libre



07-06-2018 / 08-06-2018

■ Girona, España

■ **Contact:** [inscripcionjornadas@sigte.org](mailto:inscripcionjornadas@sigte.org)

■ **Website:** <http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre/>

# MAPPING

## REVISORES EXTERNOS

Se presenta a continuación el listado de Revisores Externos que se suman al Consejo de Redacción de la Revista, que han participado en la evaluación de algún artículo durante el año 2017. Es posible que alguno de los trabajos revisados no se hayan aún publicado, o hayan sido rechazados.

<b>Álvaro Anguix Alfaro</b>	<i>Asociación gvSIG. Valencia</i>	España
<b>Francisco Javier Ariza López</b>	<i>Universidad de Jaén</i>	España
<b>Esperanza Ayuga Téllez</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>José Luis Berne Valero</b>	<i>Universitat Politècnica de Valencia</i>	España
<b>Mario Carrera Rodríguez</b>	<i>Asociación gvSIG. Valencia</i>	España
<b>Francisco José Darder García</b>	<i>Gobierno de las Islas Baleares</i>	España
<b>Ana de las Cuevas Suárez</b>	<i>Instituto Geográfico Nacional</i>	España
<b>Alejandra Ezquerro Canalejo</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>Alfonso Fernández Sarriá</b>	<i>Universitat Politècnica de Valencia</i>	España
<b>Antonio García Abril</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>Jacinta García Talegón</b>	<i>Universidad de Salamanca</i>	España
<b>Concepción González García</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>María José Iniesto Alba</b>	<i>Escuela Politécnica Superior de Lugo</i>	España
<b>Wenceslao Lorenzo Romero</b>	<i>Centro Geográfico del Ejército</i>	España
<b>Emilio Ortega Pérez</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>M<sup>a</sup> Isabel Otero Pastor</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>Cristina Pascual Castaño</b>	<i>Universidad Politécnica de Madrid</i>	España
<b>Enrique Priego de los Santos</b>	<i>Universitat Politècnica de Valencia</i>	España
<b>Marcelino Valdés Pérez de Vargas</b>	<i>Instituto Geográfico Nacional</i>	España

Si está interesado en participar en el Consejo Externo de la revista, pueden mandarnos la petición a la dirección de correo electrónico [info@revistamapping.com](mailto:info@revistamapping.com), adjuntando CV y solicitando expresamente el área temática de su especialidad en la que quiere evaluar artículos.

## 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 plantilla «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 archivos 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 <http://www.revistamapping.com> en el apartado «**Envío de artículos**», o mediante correo electrónico a [info@revistamapping.com](mailto:info@revistamapping.com). El formato de los archivos 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.

# Suscripción a la revista MAPPING

## Subscriptions and orders

### Datos del suscriptor / Customer details:

Nombre y Apellidos / Name and Surname: \_\_\_\_\_  
Razón Social / Company or Institution name: \_\_\_\_\_ NIF-CIF / VAT Number: \_\_\_\_\_  
Dirección / Street address: \_\_\_\_\_ CP / Postal Code: \_\_\_\_\_  
Localidad / Town, City: \_\_\_\_\_ Provincia / Province: \_\_\_\_\_  
País - Estado / Country - State: \_\_\_\_\_ Teléfono / Phone: \_\_\_\_\_  
Móvil / Mobile: \_\_\_\_\_ Fax / Fax: \_\_\_\_\_  
e-mail: \_\_\_\_\_ Fecha / Order date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PAPEL

**SUSCRIPCIÓN ANUAL / SUBSCRIPTION:**

- España / Spain : 60 €
- Europa / Europe: 90 €
- Resto de Países / International: 120 €

Precios de suscripción por año completo 2017 (6 números por año) Prices year 2017 (6 issues per year)

**NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:**

- España / Spain : 15 €
- Europa / Europe: 22 €
- Resto de Países / International: 35 €

Los anteriores precios incluyen el IVA. Solamente para España y países de la UE The above prices include TAX Only Spain and EU countries

### DIGITAL

**SUSCRIPCIÓN ANUAL / ANNUAL SUBSCRIPTION:**

- Internacional / International : 25 €

Precios de suscripción por año completo 2017 (6 números por año) en formato DIGITAL y enviado por correo electrónico / Prices year 2017 (6 issues per year)

**NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:**

- Internacional / International : 8 €

Los anteriores precios incluyen el IVA. Solamente para España y países de la UE The above prices include TAX Only Spain and EU countries

### Forma de pago / Payment:

Transferencia a favor de eGeoMapping S.L. al número de cuenta CAIXABANK, S.A.:

**2100-1578-31-0200249757**

Bank transfer in favor of eGeoMapping S.L., with CAIXABANK, S.A.:

**IBAN nº: ES83-2100-1578-3102-0024-9757 (SWIFT CODE: CAIXAESBXXX)**

### Distribución y venta / Distribution and sale:

Departamento de Publicaciones de eGeoMapping S.L.

C/ Linneo 37. 1ºB. Escalera central. 28005-Madrid

Tels: (+34) 91 006 72 23; (+34) 655 95 98 69

e-mail: [info@revistamapping.com](mailto:info@revistamapping.com)

[www.revistamapping.com](http://www.revistamapping.com)

Firma \_\_\_\_\_

# 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](https://topconpositioning.com/es-es/insights)

MINISTERIO DE FOMENTO  
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

# cartografía digital



Oficina central y comercialización:  
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID  
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13  
e-mail: [consulta@cnig.es](mailto:consulta@cnig.es)

CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN 1000, 50, 200, 25),

MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50,25),

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),

LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,  
ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA, CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.