

MAPPING

VOL. 23 • Nº 166 • JULIO-AGOSTO 2014 • ISSN: 1131-9100

**MODELADO
TRIDIMENSIONAL
PARA LA IDENTIFICACIÓN
DE UN GRAFITI**
situado en la capilla
de San Bartolomé
en Lugo

**MODELOS DE REPRESENTACIÓN
DE LA INFORMACIÓN PADRONAL:**
de la cartografía temática clásica
al uso de mallas a gran escala

**IMPLEMENTACIÓN DE UN
VISOR CARTOGRÁFICO**
con tecnología Flash
basado en software libre

**TRATAMIENTO DE MULTITRAZAS
GNSS 3D para la obtención de ejes medios**

**ESTADO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN
LA COORDINACIÓN CATASTRO – REGISTRO.**
El caso español

**HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA
LA PENÍNSULA IBÉRICA
EN EL ATLAS MINOR
de Mercator-Hondius**



Sumario



Pág. 04

Estado de la información geográfica en la coordinación Catastro – Registro. El caso español. *State of the geographical information in the land registry – registry of property coordination. The Spanish case.*
Carmen Femenia-Ribera, Gaspar Mora-Navarro



Pág. 14

Modelado tridimensional para la identificación de un grafiti situado en la capilla de San Bartolomé en Lugo. *3D modeling for the identification of a graffiti placed in the Saint Bartholomew chapel in Lugo.*
Borja Vázquez Rodríguez, Mariluz Gil Docamp, Juan Ortiz Sanz, Santiago Martínez Rodríguez



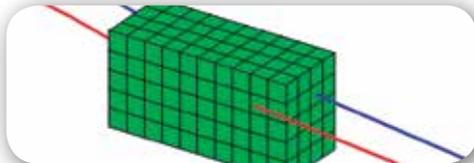
Pág. 24

Modelos de representación de la información padronal: de la cartografía temática clásica al uso de mallas a gran escala. *Models representing the register information: from classical thematic mapping the use of large-scale mesh.*
Isabel Rabanaque, Ángel Pueyo, Carlos López, Celia Salinas, Aldo Arranza, María Zúñiga, María Sebastián



Pág. 32

Implementación de un visor cartográfico con tecnología Flash basado en software libre. *Cartographic visor implementation with Flash technology based on open software.*
Eduardo Iniesta Soto



Pág. 42

Tratamiento de multitrizas GNSS 3D para la obtención de ejes medios. *Multitrace 3D GNSS treatment for obtaining mean axes.*
Francisco Javier Ariza-López, Antonio T. Mozas-Calvache, Paula Gil de la Vega



Pág. 50

Historia de la cartografía
La Península Ibérica en el Atlas Minor de Mercator-Hondius. *The Iberian Peninsula in the Mercator-Hondius Atlas Minor.* Mario Ruiz Morales



Pág. 60

Mundo Tecnológico



Pág. 64

Noticias y Eventos

El conocimiento de hoy es la base del mañana

MAPPING es una publicación técnico-científica con 23 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 23 years of history which aims to disseminate the research , projects and work done in the field of Geomatics and related disciplines with her (GIS, Cartography, Geodesy , Remote Sensing , photogrammetry , Surveying , GIS , Spatial Data Infrastructure , Land Registry , Environment, etc.) with focus on its application 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 interested in the dissemination , development and teaching of Geomatics , allied sciences and their applications in the most diverse fields of knowledge as seismology , geodynamics , volcanology , oceanography , climatology , Urban Planning , Sociology scientific, academic and business community, planning , History, Architecture , Archaeology , Governance, planning, etc.

MAPPING

VOL.23 Nº166 JULIO-AGOSTO 2014 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

Fatality Studio

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:

Trabajos de láser escáner 3D realizados en la Ermita de Peña Sacra de Manzanares El Real.

Autora: Marta Criado

Depósito Legal: B-4.987-92

ISSN: 1131-9100 / eISSN: 2340-6542

Los contenidos de la revista MAPPING aparecen en: CSIC/ICYT, GeoRef, Dialnet, Latindex, Geoscience e-Journals, REBIUN, Recolecta, Catálogo BNE, Copac, IN-RECS, CIRC, MIAR, DULCINEA

PRESIDENTE

Benjamín Piña Patón

DIRECTOR

Miguel Ángel Ruiz Tejada
maruiz@geomapping.com

REDACTORA JEFA

Marta Criado Valdés
mcriado@geomapping.com

CONSEJO DE REDACCIÓN

Julián Aguirre de Mata
ETSITGC. UPM. Madrid

Manuel Alcázar Molina
UJA. Jaén

Marina A. Álvarez Alonso
ETSITGC. UPM. Madrid

Carlos Javier Broncano Mateos
Escuela de Guerra del Ejército. Madrid

Joan Capdevilla Subirana
IGN. Cataluña

Daniel Emilio Carrasco Díaz
Indra Espacio. Madrid

Diego Cerda Seguel
KMLLOT.COM. Chile

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

Mercedes Farjas Abadía
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen Femenia Ribera
ETSIGCT. UPV. Valencia

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.

Ricardo Rodríguez Cielo
ETSIT. UPM. Madrid

Antonio Federico Rodríguez Pascual
IGN. 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

Rodrigo Barriga Vargas
IPGH. México

Miguel Bello Mora
Elecnor Deimos. Madrid

Andrés Díez Galilea
INITE. Madrid

Ignacio Durán Boo
Informática El Corte Inglés. Madrid

Mark A. Hunt Ortiz
US. Sevilla

Ourania Mavrantza
KTIMATOLOGIO S.A. Grecia

Julio Mezcua Rodríguez
Fundación J. García-Siñeriz

Javier Peñafiel de Pedro
TOPCON POSITIONING SPAIN. Madrid

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

Jesús Velasco Gómez
ETSITGC. UPM. Madrid

Estado de la información geográfica en la coordinación Catastro – Registro. El caso español

REVISTA **MAPPING**
Vol. 23, 166, 4-12
julio-agosto 2014
ISSN: 1131-9100

State of the geographical information in the land registry – registry of property coordination. The Spanish case

Carmen Femenia-Ribera y Gaspar Mora-Navarro

Resumen

En un buen sistema de administración del territorio es necesaria una perfecta coordinación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad; apoyando dicha gestión del territorio sobre una buena base gráfica. Los países con un Catastro jurídico disponen desde sus comienzos de una cartografía precisa como base de su modelo, mientras que los países con un Catastro de modelo fiscal como el español, tienen una base gráfica que no puede ser utilizada de modo definitivo con fines jurídicos; mientras, la seguridad jurídica, la da el Registro de la Propiedad.

Este artículo pretende ser una recopilación de la situación a nivel internacional, y en concreto para el caso español, de los proyectos y normas relacionados con la información gráfica y la cartografía en la coordinación Catastro-Registro. Desde los organismos que tratan a nivel internacional este tema, como es el caso de la FIG (International Federation of Surveyors) o los comités permanentes del Catastro, tanto Europeo como Iberoamericano, pasando por las normas y acuerdos internacionales como el Catastro 2014, la norma Land Administration Domain Model: ISO 19152, hasta el reciente Catastro 2034.

Destacando en el caso español los distintos proyectos llevados a cabo por la Dirección General de Catastro (DGC), con el SIGCA3; el Colegio de Registradores (CORPME), con el Geobase o el Consejo General del Notariado (CGN) con el Proyecto Ramón Llull. Llegando actualmente a la reforma de la Ley Hipotecaria y del Texto Refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario en materia de coordinación de ambos organismos y que en estos momentos está sobre la mesa pendiente de aprobación parlamentaria.

Palabras clave: Catastro, Registro de la Propiedad, Cartografía, delimitación de la propiedad, Agrimensor-Geómetra, Catastro 2014, LADM.

Abstract

In a good system of territory administration a perfect coordination between the land registry and the record of the property is necessary; supporting the above mentioned management of the territory on a good graphical base. The countries with a juridical land registry have a precise cartography available from his beginning as the basis of his model, whereas the countries with a fiscal land registry model, like the Spanish, have a graphical base that cannot be used for juridical ends in a definitive way; while, the juridical safety, is given for the Record of the Property.

This article tries to be a summary of the international situation, and in particular for the Spanish case, of projects and standards related to the graphical information and the cartography in the coordination Cadastre-Public Register. Since the organisms that treat internationally this topic, as in is the case of the FIG (International Federation of Surveyors) or the permanent committees of the Land registry, both European and Latin American, happening for the international standards and agreements such as the Cadastre 2014, the Land Administration Domain Model: ISO 19152 standard, until to the recent Cadastre 2034.

In the Spanish case we can emphasize the different projects carried out by the General Directorate for Cadastre (DGC), with the SIGCA3; the College of Registrars (CORPME), with the Geobase or the General Council of Notaries (CGN) with the Ramon Llull Project. Reaching currently to the reform of the Mortgage Law and the Revised Text of the Real-estate cadastre Law on coordination of both organisms and, that in these moments, is on the table pending on parliamentary approval.

Keywords: Cadastre, Land Registry, Cartography, property boundary, Land Surveyor-Geometer, Cadastre 2014, LADM.

Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría
Universitat Politècnica de València
cfemenia@cgf.upv.es
joamona@cgf.upv.es

Recepción 11/07/2014
Aprobación 08/08/2014

1. INTRODUCCIÓN

En un buen sistema de administración del territorio es necesaria una perfecta coordinación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad; apoyando dicha gestión del territorio sobre una buena base gráfica. Los países con un Catastro claramente jurídico (como el modelo germánico) disponen desde sus comienzos de una cartografía precisa como base de su modelo. Los países con un Catastro fundamentalmente fiscal (como el modelo latino) como el español, tienen una base gráfica que no puede ser utilizada de modo definitivo con fines jurídicos; mientras, la seguridad jurídica, la da el Registro de la Propiedad. En este tipo de sistemas existe una indefinición de los límites de la propiedad territorial, no existiendo el elemento gráfico perfectamente definitivo que aporte total seguridad en la delimitación del territorio.

Dada la importancia de la coordinación entre el Catastro y el Registro, sobre todo en países con modelos de Catastro fiscal, como muchos países iberoamericanos, en el año 2011 se realizó el 1º Encuentro Internacional Integración Catastro-Registro en Costa Rica. [http://www.catastrolatino.org/documentos/catastro_registro_costarica2011/programa_encuentro_costa_rica.pdf]

Conscientes de este problema y de la diversidad de modelos de administración del territorio existen diversos organismos a nivel internacional que tratan sobre este tema; tales como: Working Party on Land Administration (WPLA); International Office of Cadastre and Land Records (OICRF), institución permanente de la International Federation of Surveyors (FIG), European Umbrella Organisation for Geographic Information (EUROGI), EuroGeographics, etc.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL A NIVEL INTERNACIONAL

2.1. Comités Permanentes del Catastro

El estudio de los distintos sistemas de administración territorial ha despertado un gran interés, fundamentalmente a nivel Unión Europea, UE; debido ante todo a intereses económicos, que ponen de manifiesto la gran diversidad y heterogeneidad de sistemas existentes en los distintos países miembros, y la necesidad de un modelo único de referencia. Todo ello ya quedó patente en el I Congreso sobre el Catastro en la Unión Europea celebrado en Granada (España) en el año 2002; en donde se trató este tema y se confirmó la falta de un modelo de gestión del territorio único, en el cual los nuevos países pudieran apoyarse y utilizar como referencia; manifestándose ampliamente la clara necesidad de dicho modelo. Ello llevó a la creación del Comité Permanente sobre el Catastro en la Unión Europea (PCC).

Y a nivel Iberoamericano posteriormente se crea el Comité Permanente del Catastro en Iberoamérica (CPCI).

2.2. Catastro 2014 y Land Administration Domain Model

Entre los organismos que han estudiado estos sistemas catastrales se encuentra la Federación Internacional de Agrimensores-Geómetras (FIG), representada en España como asociación por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía (COITT). En el año 1994 la Comisión 7 de la FIG tuvo la tarea encomendada de desarrollar, durante un periodo de 4 años, una visión para un catastro moderno 20 años en el futuro a partir de esta fecha. Con ello nació el “Catastro 2014: A Vision for a Future Cadastral Systems” (Catastro 2014), el cual es una publicación que presenta una visión para los futuros sistemas catastrales, repasando las fortalezas y debilidades de los sistemas actuales en países desarrollados; y que fue presentado en el año 1998 por la FIG.

Del fruto de este trabajo se diseñaron seis declaraciones, siendo estas las siguientes:

1. El Catastro 2014 indicará la situación legal completa del territorio, incluyendo el derecho público y restricciones.
2. La separación entre mapas y registros será abolida.
3. La cartografía catastral será parte del pasado. ¡Larga vida a la modelización!
4. El catastro manual será cosa del pasado.
5. El Catastro 2014 estará altamente privatizado. El sector público y el sector privado trabajarán en conjunto.
6. El catastro 2014 procederá a recuperar los costos.

Hace unos diez años, en colaboración con el programa de Naciones Unidas UN-HABITAT, la FIG empezó a desarrollar el llamado Land Administration Domain Model, LADM (Modelo para el Ámbito de la Administración del Territorio). Dicho modelo parte y amplía el informe del Catastro 2014 presentado años atrás.

Posteriormente la LADM fue adoptada como borrador unos años más tarde por la comisión de normas ISO para desarrollar el modelo internacional de norma ISO para Catastro: ISO 19152, la cual fue aprobada en Noviembre de 2012. En su definición se ha optado por la utilización del lenguaje de modelado UML (Unified Modeling Language) en diagrama de clases que relacionan personas, RRR (derechos, restricciones y responsabilidades) y objetos registrados.

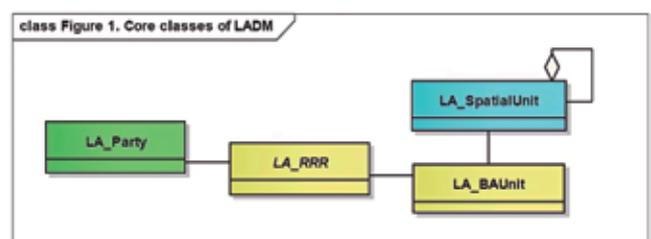


Figura 1. Esquema LADM (lenguaje UML)

Dicha norma ISO está coordinada a su vez con otras normativas como son la LPIS (Land Parcel Identification System), STDN (Social Tenure Domain Model) y la Directiva Europea INSPIRE del año 2007; y cuya transposición en España viene a ser la llamada LISIGE, oficialmente conocida como: Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España. La traducción en España de esta norma ISO la llevó a cabo el Comité Técnico de Información Geográfica de AENOR (148), dando lugar en octubre de 2013 a la norma UNE-EN ISO 19152:2013.

A nivel internacional varios son los países que han venido haciendo pruebas con esta norma, incluso antes de su aprobación, fundamentalmente países de modelos de catastro jurídico. Al respecto, existe un desarrollo informático con software libre conocido como Solutions for Open Land Administration (SOLA) desarrollado por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) para países en vías de desarrollo.

En el caso español, en los últimos años, la Dirección General de Catastro (DGC) se ha venido planteando dicho modelo; aunque el paso previo para llegar a él es la necesaria coordinación con el Registro de la Propiedad, y así poder empezar a trabajar con una base sólida.

A nivel internacional existen diversos autores y grupos de investigación más punteros, fundamentalmente de modelo de Catastro jurídico, trabajando en estos temas, como en la los Países Bajos, Canadá, Australia, ... Sus publicaciones más destacadas las podemos encontrar en revistas de investigación de alto impacto (rama Ciencias Sociales).

2.3. Del Catastro 2014 hacia el Catastro 2034

El Catastro 2014 también se presentó en el I Congreso sobre el Catastro en la Unión Europea en el año 2002 siendo España la presidenta de la Unión Europea (UE). Se demostró que los principios establecidos en el informe son todavía válidos; y en el año 2011 se debate sobre la necesidad de un mayor avance de los sistemas catastrales en otras direcciones de desarrollo, con ello nace el Catastro 2034.

Recientemente en el plenario del Comité Permanente sobre el Catastro en la Unión Europea (PCC), celebrado en Atenas (Grecia) en junio de 2014 se presentaron los resultados para el ya Catastro 2014. Se muestra que las declaraciones del Catastro 2014 influyeron en el desarrollo de los sistemas catastrales; demostrando que los principios siguen siendo válidos y comentando las ideas para el futuro Catastro 2034.

Una de las direcciones de desarrollo del Catastro 2034 es el Catastro 3D/4D, en los últimos años ya se está empezando a trabajar con el Catastro 3D (considerando además del plano en planta, coordenadas X e Y; la cota Z) e incluso el Catastro 4D (considerando la variable tiempo); pero este tema se estudia fundamentalmente en Catastros de modelo jurídico (como ejemplo a destacar los Países Bajos). En España se está haciendo alguna cosa al respecto, pero solo desde el punto

de vista del Catastro, no del Registro; dada su falta de perfecta coordinación.

2.4. La figura del agrimensor-geómetra

Desde el punto de vista de los técnicos que trabajan específicamente en estos temas, a nivel internacional conocidos como agrimensores. En el caso de Europa existe la figura concreta del «geómetra europeo», competente en temas de delimitación de la propiedad. Dichos geómetras colaboran con el Estado y se agrupan en IG-PARLS (Interest Group of Publicly Appointed and Regulated Liberal Surveyors) (IG-PARLS) dentro del European Council of Geodetic Surveyors (CLGE). Esta figura existe en países como Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Francia, Alemania, Luxemburgo y Suiza.

Recientemente, en Diciembre de 2013, tuvieron lugar en la Universitat Politècnica de Valencia (España) unas jornadas sobre «El Geómetra Europeo, garante de la seguridad jurídica sobre la delimitación de los bienes inmuebles» presentando esta figura a través de geómetras europeos de tres países: Francia, Dinamarca y Alemania. Esta figura actualmente no existe en España.

3. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL EN ESPAÑA

3.1. Antecedentes históricos

Desde la existencia del Registro de la Propiedad hace ya más de 150 años y desde la Ley del Catastro de 1906 (que llevó al modelo de Catastro conocido actualmente) ha habido multitud de intentos legislativos en materia de coordinación entre ambos organismos, intentando buscar un catastro más jurídico; pero prácticamente se han quedado como meras declaraciones de intenciones. Lo más cercano ha venido a ser los Catastros Topográficos Parcelarios (con unas instrucciones detalladas para su ejecución de la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral, 1942), en donde las parcelas catastrales se medían directamente en campo con técnicas de topografía clásica; de hecho dichos mapas topográficos parcelarios se siguen utilizando hoy en día para resolver multitud de conflictos, incluso después de dejarse de realizar en los años 80.



Figura 2. Mapa Topográfico Parcelario (MTP). Polígono 9, municipio Alboraya (Valencia, España); 1930

3.2. La Dirección General del Catastro y el Registro de la Propiedad

En los años 80, el Instituto Geográfico (actual Instituto Geográfico Nacional (IGN)), hasta la fecha competente en temas catastrales, deja estas funciones en manos de la actual DGC. En dicho Catastro, de modelo fiscal, se encuentra representado gráficamente todo el territorio nacional, excepto el País Vasco y Navarra que tienen su propio sistema catastral, aunque también siguen siendo modelos fiscales.

En estos momentos con toda la información de la DGC en formato digital, con unos 74 millones de registros, gestionados por el programa SIGCA3. También disponible su visualización y descarga desde la Sede Electrónica del Catastro (SEC).

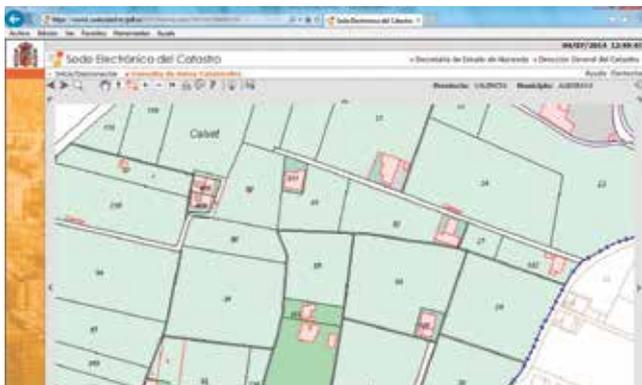


Figura 3. Imagen Sede Electrónica del Catastro (SEC). Zona parte polígono 9, municipio Alboraya (Valencia, España); 2014

El Registro de la Propiedad representado por el Colegio Oficial de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España (CORPME) aporta la seguridad jurídica al tráfico inmobiliario a través de unos 1 300 Registros repartidos por toda España. Siendo la inscripción en el Registro voluntaria, salvo en el caso de hipotecas.

3.3. El nexo de unión entre el Catastro y el Registro: la referencia catastral

Hasta bien entrados los años 90 no existía un nexo de unión entre el Catastro y el Registro, el cual permitiera identificar la finca registral con su correspondiente parcela catastral (en el caso de que coincidan, que no siempre es así). Fue con la Ley 13/1996 de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social en donde, por primera vez, se obligaba a incluir la referencia catastral en documentos notariales y registrales; primero las referencias catastrales urbanas y ya en el 2003 las referencias catastrales rústicas. Dicho nexo permite enlazar la finca registral con la base gráfica catastral. Los artículos relacionados al respecto de esta ley se incluyeron ya en el actual Texto Refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario (TRLR) en vigor desde 2004 y en sus desarrollos posteriores.

A partir de este nexo de unión el Registro de la Propiedad se plantea la necesidad de una base gráfica en la que

identificar sus fincas, y para ello se publica la Orden por la que se regula el procedimiento para dar cumplimiento a la obligación establecida en la Ley 13/1996, sobre suministro de información a la DGC por los Notarios y Registradores de la Propiedad (23/6/1999); y se establece un convenio de colaboración en materia de cartografía entre el Catastro y el Registro de la Propiedad (11/11/1999). Conscientes de la necesidad de una base gráfica para la identificación de fincas, desde el CORPME se empieza a desarrollar el conocido como proyecto Geobase (base gráfica registral), existiendo otras alternativas en el Colegio como el Temple o la nueva versión de Geobase web; en estos momentos con nuevos cambios.

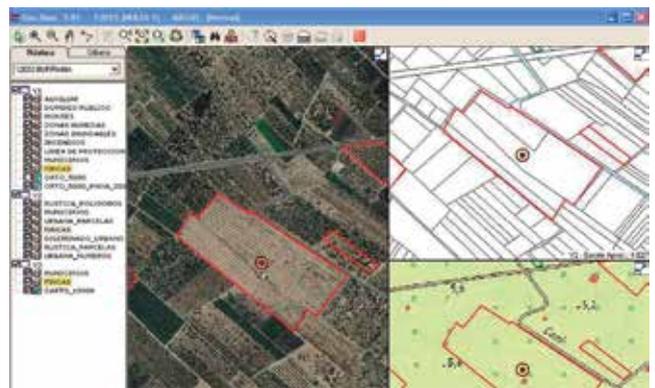


Figura 4. Programa Geobase, Registro de la Propiedad

En España son varios los registradores que han escrito sobre esta base gráfica registral, tales como Aguilera Ane-gón; Camy Escobar (2012); Carazon Liceras (1943); Delgado Ramos (2008a, 2008b, 2010 y 2013); Fandos Pons (2010a, 2010b, 2014a y 2014b); Gragera Ibáñez (1993, 2012 y 2014); Méndez González (2002); Requejo Liberal (2003); Vázquez Asenjo (2003, 2004, 2007, 2009a, 2009b, 2013, 2014a, 2014b y 2014c)... También se pueden encontrar referencias a las concordancias y discrepancias entre la información gráfica catastral y la registral en otros autores como Berné-Valero, Femenia-Ribera y Benítez Aguado (2008); Díaz Díaz (2012 y 2014); Durán Boo (2007 y 2014); Femenia-Ribera y Mora-Navarro (2004, 2010a, 2010b y 2013); Ibiza García-Junco (2005, 2008 y 2010); Jiménez Clar (2004, 2010, 2011a y 2011b); Marín Calero (2010 y 2011); Ortiz Toro (2011); Sánchez Jordá, García García y Calzadilla Medina (2013) y Velasco Martín-Vares (2010 y 2011)... En diversos casos con distintos puntos de vista y opiniones claramente diferenciadas.

Con la Ley de Economía Sostenible (2011) se realiza una nueva modificación del TRLC en donde destaca el intercambio y coordinación de la información gráfica entre Catastro, Registro de la Propiedad y Notariado. Básicamente se profundiza más en el tema con el Notariado. En esta época se empiezan a ver los primeros resultados del proyecto piloto del Colegio General del Notariado (CGN) conocido como Ramón Llull, en donde se desarrolla la metodología para la realiza-

ción de alteraciones catastrales desde las oficinas notariales; dicho proyecto comenzó a desarrollarse en el año 2006 en la Universidad de Alicante y como pruebas piloto en la Notaría de Xabia (Alicante). Es un proyecto desarrollado por el Colegio Notarial de Valencia (CNV), pero refrendado por el CGN a aplicar a nivel nacional.

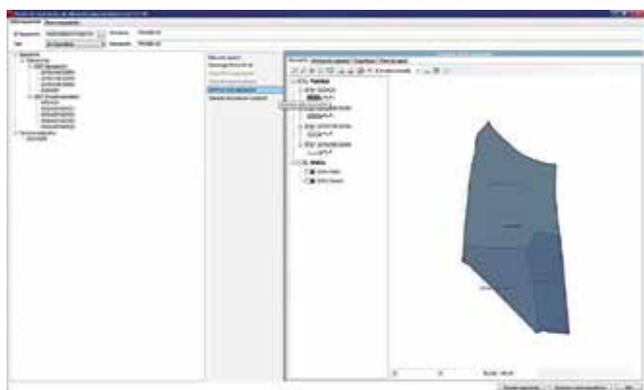


Figura 5. Programa Ramón Llull, Notariado

En el año 2012, dado el aumento de quejas del ciudadano respecto al Catastro el Defensor del Pueblo publica «La realidad catastral en España, desde la perspectiva del Defensor del Pueblo». [http://www.defensordelpueblo.es/es/Documentacion/Publicaciones/monografico/contenido_1333108347925.htm]

Actualmente el Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI) es la principal fuente de ingresos de las administraciones locales (España tiene más de 8 000 municipios). El Gobierno ya consciente de ello y conocedor de la existencia de bienes inmuebles no declarados y que por consiguiente no tributan ideó el llamado «procedimiento de regularización catastral». Por ello en Diciembre de 2012 se modifica de nuevo el TRLC, que, en su Disposición adicional tercera trata el tema de dicho procedimiento para el período 2013-2016. Consiste en la incorporación al Catastro Inmobiliario de los bienes inmuebles urbanos y de los bienes inmuebles rústicos con construcción; las conocidas como omisiones catastrales (ampliaciones, reformas y rehabilitaciones). Y en estos momentos ya de aplicación a los primeros municipios españoles, con una previsión de alargarse el plazo final de todos los trabajos. [<http://planosypropiedad.com/2014/04/08/la-regularizacion-catastral-y-los-pagos-pendientes-del-ibi>]

Tratando también este tema de la necesidad de coordinación de la información gráfica entre el Catastro y el Registro y aplicada al modelo fiscal español se ha trabajado desde un proyecto de investigación dando lugar a la tesis doctoral titulada: «Diseño y desarrollo de un modelo de datos dinámico con software libre para la delimitación gráfica de las propiedades en España» (Mora-Navarro, 2013) (Mora-Navarro y Femenia-Ribera, 2014). En esta tesis se diseña y desarrolla un sistema de delimitación de fincas registrales que incluye la

medición en campo con precisión conocida de cada lindero, y de todos los elementos interiores. A cada lindero se asocia un acta de deslinde con el acuerdo firmado de los colindantes y toda la información es gestionada por un sistema informático que utiliza únicamente software libre llamado TopoDelPop. Para ello se ha desarrollado el diseño y programación de un modelo de datos dinámico capaz de almacenar toda la información generada. La base de datos elegida es PostgreSQL 9.1 + PostGIS 2, con la implementación de un plugin sobre el SIG de escritorio Qgis, en el lenguaje Python, que permite introducir los datos en el modelo de una forma rápida y segura.



Figura 6. Programa TopoDelProp

3.4. Preparando la legislación para coordinar Catastro y Registro

La coordinación Catastro y Registro es un tema pendiente hace muchos años por el estado español, y actualmente se está trabajando activamente en el desarrollo de la legislación que permita la tan esperada coordinación. Recientemente, el 13 de Junio de 2014, se aprobó por el Consejo de Ministros la Reforma de la Ley Hipotecaria (LH) y del TRLC en donde se establecen las reformas legislativas para la coordinación entre el Catastro y el Registro, destacando la especial relevancia de la información gráfica, obligando a incluir la representación gráfica georreferenciada en casos de inmatriculación de fincas, o cuando se realicen operaciones de parcelación, concentración parcelaria, segregación, división, agrupación o agregación, expropiación forzosa o deslinde. Actualmente se está en pleno inicio de los procedimientos de regularización catastral y en los inicios para establecer las bases en los desarrollos de procedimientos que permitan coordinar Catastro, Registro y Notariado. En estos momentos preparando la ley para aprobación parlamentaria definitiva.

En estos momentos en España dicha legislación está generando un gran debate en todos los ámbitos afectados, de hecho el pasado 13 de junio de 2014 el CORPME organizó una jornada sobre la reforma de la Ley Hipotecaria en bases gráficas y expedientes.

Dicha reforma también centró el debate en la Jornada sobre Tecnología y Coordinación de la Información Geográfica Jurídica sobre propiedad en España, celebrada el 27 de junio en Alicante (España). (CongresoTIG)

En el ámbito catastral, la DGC también trató ampliamente este tema en su presentación en el último plenario del PCC (Velasco, 2014).

3.5. Un caso concreto: la problemática de las líneas límite de término municipal en España

Un ejemplo específico de la problemática de la delimitación de la propiedad es el tema de la delimitación de los términos municipales. En España aparecen dibujadas, en diferentes cartografías de diversos organismos a lo largo de la historia, las líneas límite de término municipal existiendo actualmente discrepancias en su representación (Figura 7). Por consiguiente, las parcelas-fincas que se encuentran cerca de los límites municipales, en muchos casos no están claramente definidas a qué término pertenecen, generando problemas administrativos y, de origen legal.

Las competencias les corresponden a las administraciones locales y a las distintas regiones de las Comunidades Autónomas; en el caso de la Comunidad Valenciana, para resolver este problema, en los últimos años están realizándose pruebas piloto y desarrollos metodológicos liderados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), creando un protocolo de actuación para Ayuntamientos para la recuperación y la mejora geométrica de las líneas límite jurisdiccionales. [<http://www.ign.es/ign/layoutIn/protocoloRcc.do>] (Femenia-Ribera, Mora-Navarro, Beitez-Aguado y Garrido-Villén, 2013) (Femenia-Ribera, Mora-Navarro, Benitez-Aguado y Martínez-LLario, 2014).



Figura 7. Línea límite municipal entre Valencia y Sollana (Valencia, España)

4. CONCLUSIONES

Como conclusiones generales destacar las siguientes:

- El estudio de los sistemas de administración del territorio son de gran interés y ampliamente estudiados a nivel internacional. Destacando el estudio de la coordinación de la información gráfica (Catastro) con la información jurídica (Registro de la Propiedad).
- A nivel internacional existen gran diversidad de modelos, en fases muy diferentes, siendo necesario un modelo único como el LADM.
- En países de modelos fiscales de Catastro dicha coordina-

ción es aún, en muchos casos, un tema pendiente y que implica grandes cambios estructurales.

- Las soluciones a aplicar a los modelos fiscales no pueden copiarse directamente de los países con modelos jurídicos ya que proceden de bases e ideologías totalmente diferentes.
- Las nuevas tecnologías permiten avanzar en el intercambio de información entre Catastro y Registro, aunque hay que llegar previamente a grandes acuerdos y cambios legislativos.
- Las metodologías y avances tecnológicos deben adaptarse a la realidad de cada país, considerando fundamentalmente sus necesidades y los medios de que pueden disponer, buscando siempre la suficiente calidad respecto a un precio razonable del servicio.
- La buena gestión de la información gráfica es fundamental en el funcionamiento eficaz de este proceso, destacando la labor desempeñada por la FIG, con el Catastro 2014 y la LADM. Y en el caso europeo con los técnicos especialistas IG-PARLS (geómetras europeos).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido desarrollado en el proyecto de investigación «El Registro de la Propiedad como instrumento vertebrador de la información territorial; datos espaciales, metadatos y Directiva Inspire (II)», DER2011-23321 financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Estado Español.

REFERENCIAS

- Aguilera Anegón, G. (2013). Bases gráficas registrales y aprovechamiento urbanístico. III Jornadas de jurisprudencia de Alzira
- Berné Valero, J.L. Femenia Ribera, C. y Benítez Aguado, E. (2008). El Catastro en España. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Ref. 413
- Camy Escobar, J. (2012). El folio real, la coordinación con el Catastro y el programa Geobase y Geoweb. XII Curso de Derecho Registral para Registradores Iberoamericanos
- Carazon y Liceras, F. (1943). Coordinación entre el Registro de la Propiedad y el Catastro. Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos, Madrid
- Defensor del Pueblo (2012). La realidad catastral en España, desde la perspectiva del Defensor del Pueblo. http://www.defensordelpueblo.es/es/Documentacion/Publicaciones/monografico/contenido_1333108347925.htm
- Delgado Ramos, J. (2008a). Efectos jurídicos de la delimitación gráfica de las fincas en el Registro de la Propiedad. Diario

- La Ley, nº 6861
- Delgado Ramos, J. (2008b). La base gráfica registral. *Topografía y Cartografía: Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía*, vol. 25, nº 144-145, 56-67.
- Delgado Ramos, J. (2010). Presente y futuro de las relaciones de colaboración entre el Registro de la Propiedad y el Catastro. La identificación geográfica de las fincas registrales y la interoperabilidad entre cartografías. I Congreso Internacional sobre Catastro Unificado y Multipropósito, Jaén
- Delgado Ramos, J. (2013). Las bases gráficas registrales y la interoperabilidad geográfica al servicio de la seguridad jurídica. *Asamblea General de Registradores*, Zaragoza
- Díaz Díaz, E. (2012). Derecho geoespacial: aplicaciones prácticas para abogados. *Economist & Jurist*, vol. 20, nº 161, 24-31
- Díaz Díaz, E. (2014). Innovaciones geoespaciales: subsanación digital de discrepancias catastrales e inscripción registral. *Revista MAPPING*, vol. 23, nº 164, 16-32
- Durán Boo, I. y Velasco Martín-Varés, A. (2007). La relación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad en los países de la Unión Europea (1). *Revista CT Catastro*, nº 61, 7-30.
- Durán Boo, I. (2014). La figura del geómetra experto europeo y su posible aplicación al modelo español de seguridad jurídica inmobiliaria. *Revista MAPPING*, vol. 23, nº 164, 4-15
- Fandos Pons, P. (2010a). El alcance de la implantación del sistema de bases gráficas registrales. *Boletín del Colegio de Registradores de España*, nº 167, 825-835.
- Fandos Pons, P. (2010b). La relación entre el Registro de la Propiedad y el catastro: una propuesta equilibrada a propósito del Proyecto de Ley de Economía Sostenible. *Boletín del Colegio de Registradores de España*, nº 172, 2575-2594.
- Fandos Pons, P. (2014a). La base gráfica registral no es un Catastro paralelo. *Blog Registradores. Colegio de Registradores de España*. <http://blog.registradores.org/?p=781#more-781>
- Fandos Pons, P. (2014b). Bases gráficas para el Registro del siglo XXI. *Blog Registradores. Colegio de Registradores de España*. <http://blog.registradores.org/?p=763#more-763>
- Femenia-Ribera, C. (2004). Tesis Doctoral: Sistema de Administración Territorial en España para el siglo XXI (SAT XXI). Análisis de características físicas en el Registro de la Propiedad y u coordinación con el Catastro en zonas rústicas de la Comunidad Valenciana. Nº 3135315. Editorial Proquest Information and Learning España, 565 pp.
- Femenia-Ribera, C., Mora-Navarro, G. y Benitez-Aguado, E. (2013). El Técnico en la oficina registral. El impacto de las nuevas Tecnologías en la Publicidad Registral. *Monográfico Derecho y Nuevas Tecnologías*, nº 11, 241-253.
- Femenia-Ribera, C., Mora-Navarro, G., Benitez-Aguado, E. y Garrido-Villén, N. (2013). Estudio y análisis de la representación de la línea límite de término municipal según diversas cartografías en la albufera de Valencia. *Scripta Nova: Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XVII, nº 448. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-448.htm>
- Femenia-Ribera, C., Mora-Navarro, G., Benitez-Aguado, E. y Martínez-Llário, J. (2014). Method of recovering municipal boundary lines in Province of Valencia (Spain) by means of historical cadastral maps. *Survey Review*, vol. 46, nº 337, 255-266. <http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/1752270613Y.0000000081>
- Gragera Ibáñez, G. (1993). El principio del doble suministro y la coordinación entre el catastro y el Registro Jurídico. IX Congreso Internacional de Derecho Registral, vol. 1, 317-539.
- Gragera Ibáñez, G. (2012). La Delimitación Gráfica Unitaria de la Propiedad Inmobiliaria: Una vieja Historia, una Reforma Inaplazable, unas Bases de Solución. I Jornadas Virtuales de Bases Gráficas
- Gragera Ibáñez, G. (2014). La coordinación entre bases gráficas registrales y catastrales en el APL. Jornada sobre la reforma de la Ley Hipotecaria en bases gráficas y expedientes, 16 junio, Madrid, España
- Ibiza García-Junco, AM. (2005). La colaboración entre el Catastro y el Notariado, experiencias y avances. *Crónica Tributaria*, nº 117, 83-106.
- Ibiza García-Junco, AM. (2008). La referencia catastral y los certificados descriptivos y gráficos. Dos aportaciones del catastro al tráfico jurídico inmobiliario. *Revista CT Catastro*, Nº 64, 37-54.
- Ibiza García-Junco, AM. (2010). El Catastro español en el Registro de la Propiedad. I Congreso Internacional sobre Catastro Unificado y Multipropósito, Jaén
- Jiménez Clar, A. (2004). La función de la información catastral en el tráfico jurídico. *Revista Jurídica de la Comunidad Valenciana: jurisprudencia seleccionada de la Comunidad Valenciana*, nº 10, 25-64.
- Jiménez Clar, A. (2010). La información territorial: ¿es posible la unificación del Catastro y del Registro. El Notario del siglo XXI: *Revista on-line del Colegio Notarial de Madrid*, nº 32. <http://www.elnotario.es/index.php/hemeroteca/revista-32/juridica/1119-la-informacion-territorial-es-posible-la-unificacion-del-catastro-y-del-registro-0-3271639722652398>
- Jiménez Clar A (2011a). La coordinación de la información territorial. 1ª Encuentro Internacional Integración Catastro y Registro, 1 y 2 de Septiembre, San José, Costa Rica.
- Jiménez Clar, A. (2011b). La coordinación Catastro-Registro desde una perspectiva internacional. El Notario del siglo XXI: *Revista on-line del Colegio Notarial de Madrid*, nº 39. <http://www.elnotario.es/index.php/hemeroteca/revista-39/opinion/667-la-coordinacion-catastro-registro-desde-una-perspectiva-internacional-0-48886309050849>
- Marín Calero, C. (2010). Coordinación del Catastro con el Registro de la Propiedad y con las escrituras públicas, y de

- todos ellos con la realidad. *Revista Jurídica del Notariado*, nº 73, 409-546; nº 74, 23-190; nº 75, 205-368; nº 76, 95-246.
- Marín Calero, C. (2011). La responsabilidad notarial en la coordinación catastral. *El Notario del siglo XXI: Revista on-line del Colegio Notarial de Madrid*, nº 39. <http://www.elnotario.es/index.php/hemeroteca/revista-39/opinion/669-la-responsabilidad-notarial-en-la-coordinacion-catastral-0-5122405872794246>
- Méndez González, FP. (2002). Catastro y Seguridad Jurídica en el Mercado Inmobiliario. I Congreso sobre el Catastro en la Unión Europea, Granada
- Mora-Navarro, G., Femenia-Ribera, C., Martínez-Llario, J. y Coll, E. (2010a). Gestión y publicación de los datos del Registro de la Propiedad utilizando software libre. IV Jornadas de SIG libre. Universitat de Girona
- Mora-Navarro, G. (2010b). Trabajo de investigación: Análisis del modelo de datos espacial para el almacenamiento, recuperación y modificación de las información gráfica en los Registros de la Propiedad. Universitat Politècnica de València
- Mora-Navarro, G. (2013). Tesis Doctoral: Diseño y desarrollo de un modelo de datos dinámico con software libre para la delimitación gráfica de las propiedades en España. Universitat Politècnica de València. <http://planosypropiedad.com/2013/12/20/tesis-doctoral-diseño-y-desarrollo-de-un-modelo-de-datos-dinámico-con-software-libre-para-la-delimitación-gráfica-de-las-propiedades-en-espana>
- Mora-Navarro, G. y FEMENIA RIBERA, C. (2014). TopoDelProp: software libre para la gestión de linderos y sus metadatos geográficos en la delimitación de propiedades. Jornada sobre Tecnología y Coordinación de la Información Geográfica Jurídica sobre propiedad en España, 27 junio, Alicante, España
- Ortíz Toro, P. (2011). La función del Ingeniero Técnico en Topografía en los procesos de creación de bases gráficas registrales. Congreso Internacional La Información Territorial en el Registro de la Propiedad. 15 y 16 de Diciembre de 2011, Universidad de La Laguna, Tenerife, España
- Requejo Liberal, J. (2003). La información gráfica como soporte de la seguridad jurídica. *Mapping*, nº 85, 16-23.
- Sánchez Jordán, ME., García García, JA. y Calzadilla Medina, MA. (2013). El impacto de las Nuevas Tecnologías en la Publicidad Registral. Monografía Asociada a *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías*, nº 11
- Vázquez Asenjo, O. (2004). Concordancia entre el Registro de la Propiedad y la realidad (relaciones entre el Registro y el Catastro). *Boletín del Colegio de Registradores de España*, nº 109, 3343-3364.
- Vázquez Asenjo, O. (2007). Nuevo marco de colaboración entre el catastro y el Registro de la Propiedad. *Boletín del Colegio de Registradores de España*, nº 134, 1027-1041.
- Vázquez Asenjo, O. (2009a). La información territorial asociada a las bases gráficas registrales. Editorial Tirant Lo Blanch, 196 pp.
- Vázquez Asenjo, O. (2009b). Diferencias esenciales entre la finca registral y la parcela catastral. Portal para Notarías, Registros, Sociedades y Sector Inmobiliario. <http://www.notariosyregistradores.com/doctrina/ARTICULOS/2009-finca-parcela.htm>
- Vázquez Asenjo, O. (2011). 1º Congreso Temple SIG Reg. 1º Congreso de Registradores usuarios del software Temple SIG Reg. 16 de noviembre de 2011, Valencia
- Vázquez Asenjo, O. (2013). La coordinación entre el Catastro y el Registro de la Propiedad. Editorial Tirant Lo Blanch, 485 pp.
- Vázquez Asenjo, O. (2014a). Identificación gráfica de fincas registrales en el APL. Jornada sobre la reforma de la Ley Hipotecaria en bases gráficas y expedientes, 16 junio, Madrid, España
- Vázquez Asenjo, O. (2014b). Coordinación de información geográfica entre Registro de la Propiedad y Catastro. Jornada sobre Tecnología y Coordinación de la Información Geográfica Jurídica sobre propiedad en España, 27 junio, Alicante, España
- Vázquez Asenjo, O. (2014c). Geobase: sistema de información geográfica para gestión de las bases gráficas registrales. Jornada sobre Tecnología y Coordinación de la Información Geográfica Jurídica sobre propiedad en España, 27 junio, Alicante, España
- Velasco Martín-Varés, A. (2010). Las especificaciones de INSPIRE para la parcela catastral. *Revista CT Catastro*, nº 61, 27-50.
- Velasco Martín-Varés, A. (2011). Evolución de los mecanismos de coordinación entre los Notarios, las Instituciones Catastrales y los Registros de la Propiedad en los países Europeos. *El Notario del siglo XXI: Revista on-line del Colegio Notarial de Madrid*, nº 39. <http://www.elnotario.es/index.php/hemeroteca/revista-39/opinion/668-evolucion-de-los-mecanismos-de-coordinacion-entre-los-notarios-las-instituciones-catastrales-y-los-registros-de-la-propiedad-en-los-paises-europeos-0-5957659656142499>
- Velasco Martín-Varés, A. (2014). Two new important procedures in the Spanish Cadastre. Plenario Comité Permanente sobre el Catastro en la Unión Europea (PCC). 23-25 junio, Atenas, Grecia.

PÁGINAS WEB

- Catastro 2014. <http://www.fig.net/cadastre2014>
- CLGE (European Council of Geodetic Surveyors). <http://www.clge.eu>

Comité Permanente sobre el Catastro en la Unión Europea (PCC). <http://www.euocadastre.org>

Comité Permanente del Catastro en Iberoamérica (CPCI). <http://www.catastrolatino.org>

Colegio Oficial de Registradores de la Propiedad y Mercantiles de España (CORPME). <http://www.registradores.org>

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía (COITT). <http://www.coit-topografia.es> y <http://www.fig.net/members/memassociations.htm>

Dirección General del Catastro (DGC). <http://www.catastro.minhap.es>

EuroGeographics. <http://www.eurogeographics.org>

European Umbrella Organisation for Geographic Information (EUROGI). <http://www.eurogi.org>

Federación Internacional de Agrimensores-Geómetras - International Federation of Surveyors (FIG). <http://www.fig.net> y <http://www.fig.net/commission7>

Interest Group of Publicly Appointed and Regulated Liberal Surveyors (IG-PARLS). <http://www.clge/ge>

Instituto Geográfico Nacional (IGN). <http://www.ign.es>

International Office of Cadastre and Land Records (OICRF). <http://www.oicrf.org>

ISO, comisión de normas. <http://www.iso.org>

Jornada el Geómetra Europeo, garante de la seguridad jurídica sobre la delimitación de los bienes inmuebles (2013), 5 diciembre, Valencia (España). [<http://www.coit-topografia.es/VerNoticias.aspx?Cod=1000> y <http://planosypropiedad.com/2013/11/26/jornadas-geometra-experto-5-diciembre-2013-upvalencia>]

Jornada sobre Tecnología y Coordinación de la Información Geográfica Jurídica sobre propiedad en España, (2014), 27 junio, Alicante (España). <http://congresotig.ua.es/index.php/tig/tig2014>

Jornada sobre la reforma de la Ley Hipotecaria en bases gráficas y expedientes (2014), 16 junio, Madrid (España). http://www.registradores.org/detalles_evento.jsp?DS96.PROID=33537

Land Administration Domain Model: ISO 19152. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51206

Land Administration Domain Model (en español): UNE-EN ISO 19152:2013. <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0051754>

Plenario Comité Permanente sobre el Catastro en la Unión Europea (PCC). 23-25 junio 2014, Atenas (Grecia). <http://www.ktimatologio.gr/pcc/grece2014/Pages/Conferencia.aspx>

Protocolo de actuación en la recuperación y mejora geométrica de las líneas límite jurisdiccionales. <http://www.ign.es/ign/layoutIn/protocoloRcc.do>

Proyecto Ramón Llull. <http://www.asmagna.es>

Reforma de la Ley Hipotecaria (LH) y del TRLC http://www.lamoncloa.gob.es/ConsejodeMinistros/Referencias/_2014/refc20140613.htm#Catastro y <http://notariosyregistradores.com/CORTOS/2014/03-proyecto-ley-hipotecaria-catastro-registro-civil.htm>

Sede Electrónica del Catastro (SEC). <http://www.sedecatastro.gob.es>

Solutions for Open Land Administration (SOLA). <http://flossola.org>

Working Party on Land Administration (WPLA). <http://www.unece.org/hlm/wpla>

1º Encuentro Internacional Integración Catastro y Registro (2011), 1 y 2 septiembre, San José (Costa Rica). <http://www.catastrolatino.org/actividades.asp>

Sobre los autores

Carmen Femenia-Ribera

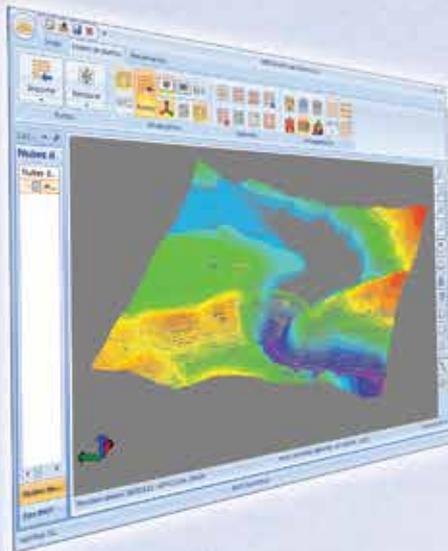
Ingeniero Técnico en Topografía y Doctora en Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Profesora titular en la Universitat Politècnica de València desde hace más de 15 años, desde sus inicios ha dedicado sus labores de docencia e investigación a las temáticas de Catastro, Registro de la Propiedad, legislación territorial, deslindes, servidumbres, periciales topográficas, etc. Ha coescrito diversos libros de apuntes y con ISBN sobre Catastro y Registro desde el punto de vista de la información gráfica. Ha participado en congresos y escrito varios artículos en revistas tanto técnicas como jurídicas. Ha dirigido, coordinado y sido profesora desde el año 2006 de más de 40 cursos postgrado. Es miembro activo del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía en temas de Catastro y Propiedad. Mantiene desde el año 2010 el blog «¿Cuánto mide mi parcela?» [<http://planosypropiedad.com>].

Gaspar Mora-Navarro

Ingeniero Técnico en Topografía y Doctor en Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Profesor colaborador en la Universitat Politècnica de València desde hace más de 12 años, especialista docente e investigador en temas relacionados con información geográfica, bases de datos geoespaciales, sistemas de información geográfica, diseño asistido por ordenador y programación. Desde el año 2005 colabora con la profesora Carmen Femenia publicando conjuntamente artículos científicos, del mismo modo que colabora como coordinador y profesor de cursos de postgrado.



TcpMDT PointCloud



Extensión de MDT para explotación de Nubes de Puntos

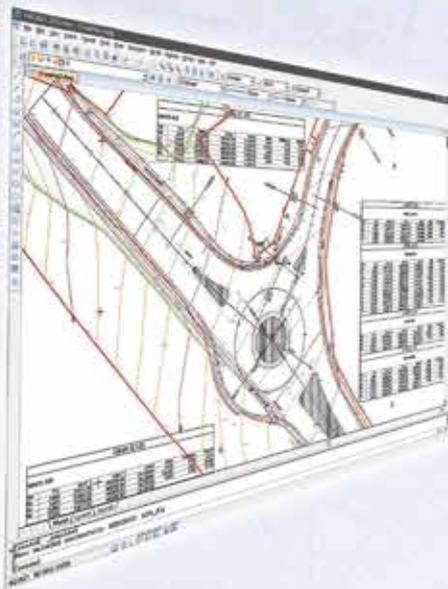
Aplicación integrada en TcpMDT que permite la visualización y explotación de nubes de puntos capturadas con tecnología LiDAR o escáners convencionales.

Cursos OnLine



TcpMDT CAD

Powered by ZWCAD+



Proyectos de Topografía y CAD en un solo producto

Diseñado para aquellos profesionales que buscan una herramienta para la realización de proyectos sin necesidad de adquirir además una costosa plataforma CAD.

Cursos On-line de MDT

Ofrecen tutoriales en video con audio y comentarios, documentación y manuales, cuestionarios de autoevaluación y ejercicios prácticos. También incluyen el apoyo de un tutor para resolver cualquier cuestión.

EN CONTINUA INNOVACIÓN



Modelado tridimensional para la identificación de un grafiti situado en la capilla de San Bartolomé en Lugo

REVISTA **MAPPING**
Vol. 23, 166, 14-21
julio-agosto 2014
ISSN: 1131-9100

3D modeling for the identification of a graffiti placed in the Saint Bartholomew chapel in Lugo

Borja Vázquez Rodríguez, Mariluz Gil Docampo, Juan Ortiz Sanz, Santiago Martínez Rodríguez

Resumen

En el presente artículo se expone la metodología para el modelado 3D de elementos del patrimonio cultural. Con el empleo de una cámara convencional para la realización de pares estereoscópicos de fotografías y un software específico de fotogrametría digital automatizada para el posterior tratamiento, se pueden crear estos modelos tridimensionales. Este aspecto es de gran interés para su posterior documentación geométrica. En el presente caso particular, se ha aplicado la metodología indicada a un grafiti situado en la capilla de San Bartolomé en Lugo. Se han conseguido precisiones milimétricas y, con los tratamientos realizados, se pueden analizar los surcos del grafiti con gran detalle. Además de los resultados satisfactorios obtenidos, es posible combinar dichos resultados con análisis posteriores.

Abstract

In this paper the methodology for 3D modeling of cultural heritage elements is exposed. With the use of a conventional camera for performing stereoscopic pairs of photographs and a specific automatic digital photogrammetry software for further processing, these three dimensional models can be created. This aspect is of great interest for further geometric documentation. In this particular case, we have applied the methodology indicated to a graffiti located in the St. Bartholomew chapel in Lugo. We have achieved Millimeter accuracies and, with treatments performed, you can analyze the graffiti strokes in great detail. Besides the satisfactory results obtained, it is possible to combine these results with further analysis.

Palabras clave: Fotogrametría digital automatizada, grafiti, patrimonio cultural, modelado 3D, documentación geométrica.

Keywords: Automatic digital photogrammetry, graffiti, cultural heritage, 3D modeling, geometric documentation.

Departamento de Ingeniería Agroforestal.
Universidad de Santiago de Compostela
borjavazquez.trabajo@gmail.com
ml.gil@usc.es
juan.ortiz@usc.es
santiago.martinez@usc.es

Recepción 22/06/2014
Aprobación 15/07/2014

1. INTRODUCCIÓN

El arte prehistórico es una parte fundamental de nuestro legado cultural. El análisis de éste, nos permite conocer y estudiar el estilo de vida de nuestros antepasados y de las comunidades que habitaron el paraje donde se hallan. En la zona Noroeste de la Península Ibérica, predomina este tipo de arte, principalmente de la época Megalítica y de la Edad de Bronce. Lo que en ellos se representa es, a grandes rasgos, elementos cotidianos en su vida diaria (animales, armas, personas) y también elementos abstractos (laberintos, puntos...) (Ribeiro et al, 2009).

Se hace indispensable entender la historia de una sociedad, para poder entender el funcionamiento de ésta. Por ello, la mejor forma de conservar nuestro legado histórico es la documentación y análisis de nuestros distintos monumentos. De esta manera, en caso de que alguno de éstos desapareciese, su historia no caería en el olvido.

En el caso de monumentos históricos, es muy importante la conservación y mantenimiento debido, fundamentalmente, a que el paso del tiempo y las sucesivas reformas dan lugar a un deterioro progresivo de éstos. Debido a ello se corre el riesgo de perder parte de la historia de ese lugar si ese monumento desaparece (Yilmaz et al, 2007).

Para llevar a cabo la documentación, el avance de las nuevas tecnologías juega un papel fundamental, ya que la tendencia actual es el empleo de modelos en tres dimensiones en formato digital. Estos modelos tienen una gran precisión y una alta calidad visual en el acabado final. Esto es de gran importancia, ya que facilitará enormemente su seguimiento, estudio, conservación y análisis.

En el caso de los grafitis, al igual que en los casos descritos anteriormente, también forman parte de dicho legado cultural. Por ello, hay que centrarse en su documentación y posterior análisis. Las nuevas tecnologías permiten emplear técnicas que no requieren contacto directo con la superficie a estudiar (Díaz et al, 2006). Esto es de suma importancia, ya que el empleo de estas técnicas es más adecuado que las metodologías empleadas anteriormente, ya que en estas últimas se requería contacto directo. Si se evita dicho contacto, se minimizará en gran medida su erosión en el momento de «captura» de los surcos.

Con el fin de evitar confusiones de significado, se debe distinguir entre un petroglifo y un grafiti. Según la Real Academia Española (RAE), un petroglifo es «un grabado sobre roca obtenido por descascarillado o percusión, propio de pueblos prehistóricos», mientras

Las técnicas más empleadas en la creación de modelos 3D son principalmente el empleo del Láser Escáner Terrestre (LST) y la Fotogrametría de Objeto Cercano. Dichas metodologías se pueden emplear de forma conjunta, como sucede en numerosos estudios de arquitectura histórica o aplicadas al estudio y conservación de petroglifos. En estos últimos años, ha proliferado el empleo de programas informáticos de bajo coste para estos usos. Uno de ellos es el Photomodeler Scanner. En este trabajo se emplean de forma conjunta los algoritmos de correlación de imágenes con los métodos de fotogrametría

que un grafiti, o grafito es «un escrito o dibujo hecho a mano por los antiguos en los monumentos».

2. ESTUDIOS PREVIOS

Las técnicas más empleadas en la creación de modelos 3D son principalmente el empleo del Láser Escáner Terrestre (LST) y la Fotogrametría de Objeto Cercano. Dichas metodologías se pueden emplear de forma conjunta, como sucede en numerosos estudios de arquitectura histórica (Yastikli, 2007), o aplicadas al estudio y conservación de petroglifos (Ribeiro et al, 2009; Fux et al, 2007).

Otra opción es la elección de una de ellas para la realización de los distintos trabajos, como puede ser el empleo de metodología fotogramétrica en la documentación de edificios tradicionales (Arias et al, 2007). También se utiliza esta metodología en estudios de excavaciones arqueológicas (De Reu et al, 2013). Los resultados son muy precisos, ya que en arquitectura incluso se emplea para la realización de mediciones de vibraciones en estructuras (Lee et al, 2013). El Láser Escáner Terrestre, al igual que los métodos fotogramé-

tricos anteriormente descritos, es igualmente válido para estos estudios. Por ello también es empleado en el estudio y documentación de petroglifos (Díaz et al, 2006).

En estos últimos años, ha proliferado el empleo de programas informáticos de bajo coste para estos usos (Martínez et al, 2012). Uno de ellos es el Photomodeler Scanner (Eos Systems Inc. Vancouver, Canadá). Para la realización del presente trabajo, se van a emplear de forma conjunta los algoritmos de correlación de imágenes con los métodos de fotogrametría. Esta técnica es la denominada photo-based scanning (escaneo basado en fotografías), photogrammetric scanning (escaneo fotogramétrico) o fotoescáner (Martínez et al, 2012). Su característica fundamental es que se pueden generar nubes de puntos a partir de pares estereoscópicos de fotografías. Para ello, se pueden emplear cámaras convencionales. El empleo de estas técnicas y materiales, lo hacen muy económico y accesible al público, además de que resulta relativamente sencillo el empleo de dicha metodología (Ortiz et al, 2010). Cabe destacar que aunque su empleo resulte sencillo, se puede aplicar a casos de estructuras complejas (Martínez et al, 2013).

En nuestro caso concreto, se buscará la aplicación de estas técnicas a la detección de posibles grafitis. Tradicionalmente, se han empleado tres métodos fundamentales para documentar grafitis, que son los calcos en la propia roca, trazado a mano alzada y fotografía. Hoy en día nos interesa la generación de modelos tridimensionales, ya que poseen una gran precisión métrica y un buen acabado fotorrealista (Ortiz et al, 2010).

En el presente trabajo se emplearán técnicas de Fotoescáner (Martínez et al, 2012; 2013) para la creación del modelo tridimensional de la zona de estudio, ubicada en la capilla de San Bartolomé de O Burgo, situada en Lugo. En el altar mayor de dicha capilla, hay un retablo barroco del siglo XVIII. Nuestro estudio se ubica en la fachada interior orientada al Noreste. Una particularidad de la capilla, es que para su construcción, fue necesario excavar la piedra en dicha zona, es decir, la parte inferior de algunas paredes es la propia piedra tallada. Dicha zona de estudio también ha sido objeto de otros estudios similares (Gil et al, 2011), en los cuales, se analizaron dichas fotografías a través del tratamiento digital de imágenes.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización del presente trabajo, se ha em-

pleado una Cámara fotográfica tipo Réflex. Es una Canon EOS 400D de 10.1 Megapíxeles (3888x2592 pixels). Esta cámara tiene un objetivo de longitud focal fija de tipo ultra angular Canon EF 20 mm f/2.8 USM.

En el presente trabajo, se hace necesario el empleo de un flexómetro y un trípode para fijar la cámara. El flexómetro se emplea para escalar el modelo. Con este, se mide la distancia entre dos puntos (tan alejados como sea posible para mejorar la precisión) y posteriormente se asigna esa distancia a esos dos mismos puntos en dicho modelo.

Además del material citado anteriormente, la parte de la pared a estudiar ha sido enmarcada empleando planchas con dianas.

Con el fin de crear el modelo 3D, se ha empleado el software Photomodeler Scanner. Dicho programa informático permite la creación del modelo tridimensional, así como generar ortofotografías.

En la evaluación de la precisión, los materiales empleados son un calibre digital (Mitutoyo, Absolute Digimatic Caliper) y una plancha de metacrilato con dianas.

Los tratamientos realizados a partir del modelo tridimensional se realizan con el software denominado Polyworks y Rhinoceros. El primero hace posible la creación de composiciones coloreadas y curvas de nivel. En el segundo caso, el principal objetivo es la creación de renderizados con distintos focos de luz oblicua.

La metodología a emplear, es la que se ha definido anteriormente como Fotoescáner. Se completa dicha metodología con un exhaustivo proceso de análisis del modelo 3D resultante para proceder a la identificación del grafiti objeto de estudio.

3.1. Fase de diseño

Tiene como fin determinar el punto de vista más adecuado para la obtención de las fotografías. Consta de los siguientes apartados:

- a) Calibración de la cámara. Nos permite obtener los parámetros internos de la cámara. Con esto, se mejorará la precisión de nuestros datos.
- b) Colocación de dianas. Es la inclusión de marcas predefinidas, de alto contraste y que el programa reconoce, con el fin de minimizar el trabajo en gabinete. Su principal inconveniente es el aumento del trabajo en campo y que, dependiendo del trabajo, no siempre va a ser posible la colocación de dichas dianas en toda la superficie de estudio. Disponemos de tres tipos de dianas (Figura 1):

*Dianas puntuales (Dots): Forman una malla de puntos sobre la plancha de metacrilato empleada

en el estudio de precisiones.

*Dianas con contorno (RAD Dots): Dispuestas sobre el elemento móvil que permitió dividir el grafiti en dos partes, a fin de obtener un modelo más preciso y poder trabajar de manera más cómoda.

*Dianas codificadas (RAD Coded): Son las dianas de mayor presencia en el proyecto y las únicas que permiten ser orientadas por el programa de forma automática. Se encuentran situadas sobre el marco superpuesto en la roca y permiten orientar todas las fotografías utilizadas en la creación del modelo (orientación externa).



Figura 1. De izquierda a derecha, Dots, RAD Dots, y RAD Coded

En la siguiente imagen se puede apreciar su ubicación exacta, así como el tipo de dianas empleadas en la presente fase (Figura 2).



Figura 2. Ubicación de dianas en la pared de la capilla

c) Adquisición de imágenes. Es la fase de fotografiado del área de estudio. Se busca la obtención de pares estereoscópicos de fotografías, es decir, los ejes de las cámaras han de ser lo más perpendiculares posibles al plano formado por el objeto de estudio. Además dichos ejes han de ser lo más paralelos posibles entre sí. A la hora de llevar a cabo la adquisición de las imágenes, se debe tener en cuenta las condiciones de escasa luminosidad en el interior de la capilla, en la zona de estudio. Para contrarrestar esto, se han empleado largos tiempos de exposición. A fin de evitar que la fotografía salga borrosa, se hace necesario el empleo de trípode. La separación entre el par estereoscópico de fotografías ha sido de un

metro. Ambas fotografías están a una distancia del plano vertical que contiene el grafiti de unos 3.5 metros (Figura 3).



Figura 3. Fase de fotografiado del grafiti

El trabajo se ha realizado en dos días diferentes. El objetivo fundamental del primer día ha sido la comprobación de si era posible generar un modelo tridimensional con fotografías obtenidas bajo condiciones de escasa iluminación. Además de dichas capturas, también fue posible el reconocimiento de la zona de estudio. En el segundo día se ha realizado el montaje de las planchas en la piedra antes de la toma fotográfica definitiva (Figura 2), a partir de la cual se desarrolla el presente trabajo. En este caso se ha conseguido el modelo y se ha evaluado la precisión.

En la captura fotográfica, realizada como se ha comentado en el presente apartado, cabe destacar que se realizan pares estereoscópicos con y sin la plancha de metacrilato central (Dianas Dots). Esto es de suma importancia para el apartado posterior de evaluación de la precisión.

- d) Asignación del archivo de calibración. Consiste en asignar el fichero que se ha obtenido al calibrar la citada cámara.
- e) Marcado y referenciado.
- f) Procesado de imágenes.
- g) Escalado, traslación y rotación.

3.2. Mediciones en 3D

Es el proceso automatizado por medio del cual se genera la nube de puntos de alta densidad. Para ello, el software compara píxeles de los estereopares de imágenes cuya orientación externa es conocida. Cada uno de estos puntos generados lleva información del color (RGB) de los píxeles asociados.

3.3. Estructurado y modelado

En esta fase se crea el modelo digital de la zona de estudio. Para ello transforma la nube de puntos en una superficie poligonal. Lo más común es emplear una malla triangular. El modelo digital creado es el denominado modelo «sombreado» y puede ser exportado

a programas de CAD, realidad virtual y visores 3D de internet.

Para la generación del modelo tridimensional hemos prescindido de las fotografías en las cuales aparece la plancha de metacrilato. Dichas fotografías solamente se emplearán en el apartado de evaluación de la precisión (apartado 3.5 de la presente metodología).

3.4. Texturizado y visualización

Una vez generado el modelo digital, este puede ser visualizado como una malla alámbrica o con unas texturas asociadas. El programa asocia de forma automática las texturas de las fotografías, asociando un determinado valor RGB de color a cada uno de los triángulos generados en el modelo digital. También es posible exportar dicho modelo digital para su posterior análisis con diverso software. Dicho modelo, una vez exportado, se mantiene escalado y orientado acorde con el modelo generado en Photomodeler Scanner.

En el presente caso, se han generado las curvas de nivel y las composiciones coloreadas con el software PolyWorks, el cual dispone de herramientas de análisis de malla, que permite colorear una nube de puntos o una malla triangular en función de su cota. Para ello, se debe definir la paleta de colores a emplear, así como el intervalo para cada color. Cabe destacar que, actualmente, Photomodeler dispone de herramientas propias para este tipo de análisis, evitando el empleo de este software.

Otro tratamiento que se ha realizado es el renderizado con distintos focos de luz. En este caso, el software utilizado es el Rhinoceros. El citado programa informático permite generar focos de luz puntuales. Una vez elegido el foco puntual a aplicar (pueden ser varios), con ayuda de dicho programa es posible renderizar el resultado para obtener una imagen en alta definición para su posterior estudio.

3.5. Evaluación de la precisión

Una vez realizados los pasos anteriores, se hace preciso analizar las precisiones obtenidas en nuestro modelo, al fin de conocer si el trabajo realizado es aceptable para la consecución de nuestros objetivos. Para comprobar la precisión se ha empleado una plancha de metacrilato de unas dimensiones similares a un papel formato A4. Esta plancha aloja en su interior más de 260 dianas, cuyo centro ha sido perforado. Dicha plancha será posicionada aproximadamente en el centro de la escena.

Debido a que se han realizado fotografías con la plancha de metacrilato dentro de la escena, y otras

prescindiendo de ella, se dispone de puntos sobre la plancha y sobre la roca. La diferencia de cota de los puntos de la plancha y sus proyecciones sobre la superficie de la roca, deben coincidir con la lectura obtenida a través del calibre.

Posteriormente, se le indica al software empleado (Photomodeler Scanner) que el plano XY y con Z=0 será el plano de la plancha, formado por todos los puntos de las dianas.

Cada uno de los puntos de la plancha de metacrilato tiene unas coordenadas X e Y, y una Z=0. Si se busca sobre la nube de puntos otro punto con las mismas coordenadas X e Y, y se anota su Z, se conoce la distancia desde la plancha hasta la roca. Esta distancia debe corresponderse con la medición tomada con el calibre en ese mismo punto (agujero situado en el centro de cada una de las dianas) de la plancha.

La evaluación de todas estas cotas dará el error en la determinación de los surcos de la roca (Figura 4).



Figura 4. Detalle de las mediciones realizadas con el calibre para la evaluación de precisión

4. RESULTADOS

El primer resultado obtenido, una vez creado el modelo tridimensional es la ortofoto del paramento vertical que contiene el grafiti. Ésta se puede apreciar a continuación.

4.1. Resultado del Photomodeler Scanner. Ortofoto



Figura 5. Ortofoto

4.2. Análisis de visualización

Una vez realizado el modelo tridimensional, se ha procedido a la realización de los siguientes tratamientos, consistentes en la aplicación de diferentes coloraciones por curvas de nivel fundamentalmente, con el fin de realzar el relieve de la piedra en la zona de estudio, para intentar descubrir si en la superficie de la roca se aprecia algún tipo de grabado.

4.2.1. Mapa de curvas de nivel con intervalo de 0.5 mm

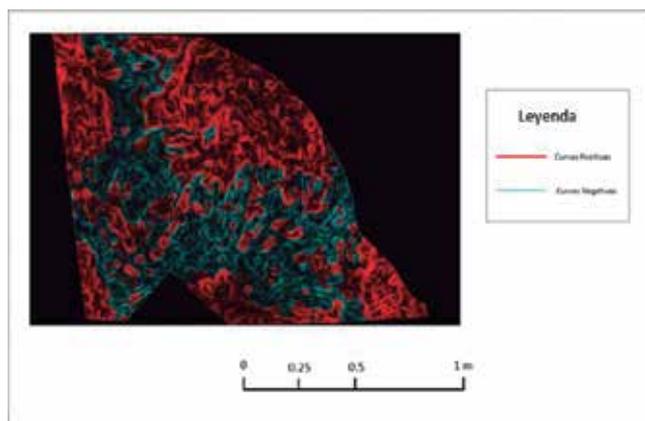


Figura 6. Mapa de curvas de nivel con intervalo de 0.5 mm

Se puede apreciar que en esta imagen, las curvas de nivel de color rojo son curvas en positivo, y en azul las curvas son en negativo. El plano vertical considerado como origen (Cota 0) es el plano medio respecto dichas isólinas. Para crear dicho plano, se han tenido en cuenta los valores más extremos de cotas obtenidos de la superficie de la roca. Es decir, se calcula el recorrido o rango de todos los valores obtenidos de cotas.

4.2.2. Mapas de curvas de nivel coloreadas cada 2.5 mm. Rango entre +13mm y -13mm

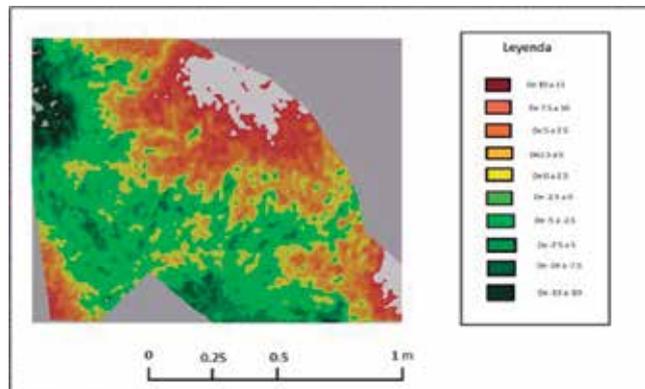


Figura 7. Mapa de curvas de nivel coloreadas cada 2.5 mm. Rango entre +13 mm y -13 mm

4.2.3. Mapa de curvas de nivel coloreadas con un gradiente de coloración continua

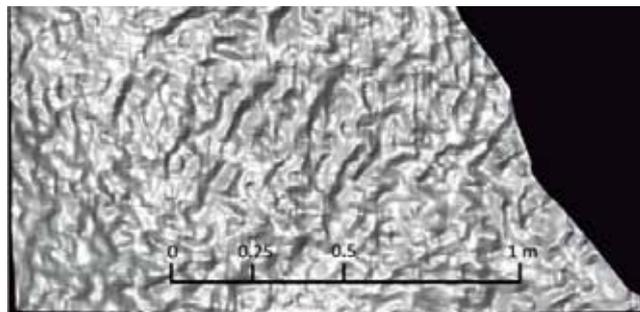


Figura 8. Mapa de curvas de nivel coloreadas con un gradiente de coloración continua

Sus unidades son mm. La presente imagen es análoga a las anteriores pero con una mayor paleta cromática que permite reconocer mejor los detalles.

4.2.4. Renderizado con distintos focos de luz

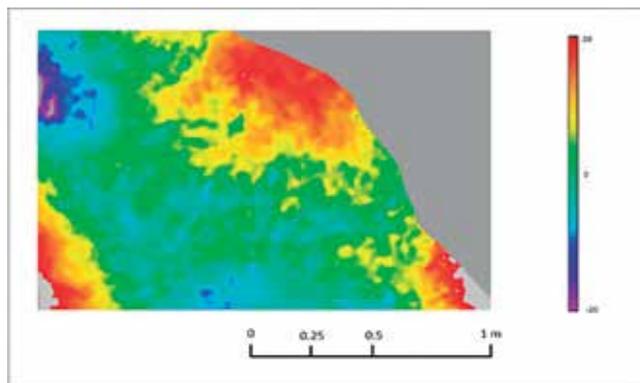


Figura 9. Renderizado con distintos focos de luz

Con la aplicación de distintos focos de iluminación, se pretende recrear la iluminación que hipotéticamente generarían fuentes de luz antiguas, tales como son las hogueras y las antorchas. Se busca que a través de este tratamiento, se aprecie alguna forma reconocible dentro de la roca.

4.2.5. Magnificación de la coordenada Z

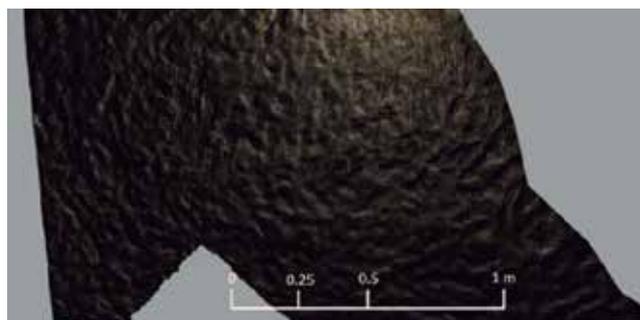


Figura 10. Magnificación de la coordenada Z (x2)

La magnificación de la Z consiste en multiplicar el valor de la coordenada Z por un cierto valor, conservando las coordenadas X e Y constantes. Esta exageración de la Z permite apreciar detalles, visualmente, que antes podían pasar inadvertidos. Hace que los surcos sean más patentes.

4.3. Análisis de precisión

Una vez realizados los apartados anteriores, se debe evaluar la precisión de los resultados obtenidos. Para poder determinar el grado de exactitud de los resultados finales, se debe evaluar la calidad de estos datos obtenidos por la metodología descrita. Los resultados del análisis de precisión realizado reflejan un error promedio de -0.55 mm. Así mismo, la desviación estándar es de 1.98 mm.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El modelo 3D generado posee gran calidad visual. Permite apreciar todos los relieves de la piedra con gran detalle. Además de esto, es posible obtener las magnitudes reales de los surcos de la piedra, tanto su longitud como profundidades.

Cabe destacar además, que el renderizado con distintos focos de luz y la magnificación de la coordenada Z nos resaltan de una manera más clara la rugosidad de la piedra. Con el primer tratamiento se realzan los surcos dependiendo del punto de aplicación de la luz oblicua, mientras que en el segundo caso, el realce es para el conjunto de la piedra en la que se halla el citado grafiti.

Con las curvas de nivel generadas, y con las composiciones coloreadas derivadas de este tratamiento, se hace posible observar la piedra de manera diferente a los tratamientos anteriores. En este caso, al relacionar colores con puntos de igual «profundidad» en la piedra, se pueden observar detalles que pasen desapercibidos en el modelo 3D. En este caso, se aprecia que la parte central de la piedra está a un mismo nivel, mientras que la zona superior posee mayor nivel respecto a ésta.

6. CONCLUSIONES

La creación del modelo tridimensional del paramento vertical que contiene el grafiti, y sus tratamientos con el software especificado en el presente trabajo, ha sido de gran utilidad a los arqueólogos para el posterior análisis del grafiti.

En general, es una metodología sencilla, accesible económicamente y muy recomendable para este tipo de trabajo por sus resultados finales.

La metodología Fotoescáner, además de permitir su posterior análisis en gabinete, nos permite combinar estos datos con los obtenidos en otros estudios, con la finalidad de conseguir más fuentes de datos para averiguar la existencia o no del grafiti.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido un encargo de la empresa RESCONSA. EL título del contrato es «Levantamiento fotogramétrico del grafiti de la capilla de San Bartolomé do Burgo en Lugo».

REFERENCIAS

- Arias, P., Ordóñez, C., Lorenzo, H., Herraiz, J. y Armesto, J. (2007). Low-cost documentation of traditional agro-industrial buildings by close-range photogrammetry. *Building and Environment* 42: 1817–1827.
- De Reu, J., Plets, G., Verhoeven, G., De Smedt, P., Bats, M., Cerretté, B., De Maeyer, W., Deconynck, J., Herremans, D., Laloo, P., Van Meirvenne, M. y De Clercq, W. (2013). Towards a three-dimensional cost-effective registration of the archaeological Heritage. *Journal of Archaeological Science* 40: 1108-1121.
- Díaz Andreu, M., Brooke, C., Rainsbury, M. y Rosser, N. (2006). The spiral that vanished: The application of non-contact recording techniques to an elusive rock art motif at Castlerigg Stone circle in Cumbria. *Journal of Archaeological Science* 33: 1580-1587.
- Fux, P., Sauerbier, M., Peterhans, J., Kersten, T. y Lindstaedt, M. (2007). Documentation and interpretation of the petroglyphs of Chichictara, Palpa (Peru), using terrestrial Laser Scanning and Image-based 3D modeling. *Layers of perception- CAA 2007*: 65-71.
- Gil, M.L., Ortiz, J., Martínez, S., Vazquez, B. y Rego, T. (2011). The detection of petroglyphs through digital image processing. The particular case of the stone inside the chapel of Saint Bartolomé (Lugo-Spain). *Proceedings of the IMProVe International conference on Innovative Methods in Product Design June 15th – 17th, Venice, Italy ADM – IN-GEGRAF*.
- Lee, H. y Rhee, H. (2013). 3-D measurement of structural vibration using digital close-range Photogram-

- metry. *Sensors and Actuators A* 196: 63– 69.
- Martínez, S., Ortiz, J. y Gil, M.L. (2012). Fotogrametría terrestre de objeto cercano en la documentación 3D: Revisión de casos. *Spanish Journal of Rural Development* Vol. III (Special 3): 47-56.
- Martínez, S., Ortiz, J. y Gil, M.L. (2013). Aplicación de la fotogrametría digital automatizada para la documentación técnica de pavimentos históricos. Caso particular de Santiago de Compostela. *Spanish Journal of Rural Development*, Vol. IV (Special 2)
- Martínez, S., Ortiz, J., Gil, M.L., Meijide G. y Rego, T. (2012). A Arte Rupestre no Norte do Barbanza. Ed. Andavira Editora. 306 pp. Título del capítulo: "El modelado 3D de petroglifos mediante escáner fotogramétrico"; pp 204-212.
- Martínez, S., Ortiz, J., Gil, M.L. y Rego, M.T. (2013). Recording complex structures using close range photogrammetry: The Cathedral of Santiago de Compostela. *The Photogrammetric Record* 28(144): 375–395.
- Ortiz Sanz, J., Gil Docampo, M.L., Meijide Cameselle G., Martínez Rodríguez, S. y Rego Sanmartín, M. T. (2010). A simple methodology for recording petroglyphs using low-cost digital image correlation photogrammetry and consumer-grade digital cameras. *Journal of Archaeological Science* 37: 3158-3169.
- Ortiz Sanz, J. y Gil Docampo, M.L. (2011). A prehistoria en Lugo á luz das descubertas recentes. Ed. Servicio de Publicacións da Deputación de Lugo. 146 pp. Título del capítulo: Elaboración do modelo virtual mediante fotoescáner 3D; pp 139-146.
- Yastikli, N. (2007). Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. *Journal of Cultural Heritage* 8: 423-427.
- Yilmaz, H.M., Yakar, M., Gulec, S.A. y Dulgerler, O.N. (2007). Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage* 8: 428-433.

PÁGINAS WEB

Photodeler. <http://www.photodeler.com/index.html>

Polyworks. <http://www.innovmetric.com/polyworks/3D-scanners/home.aspx?lang=en>

RAE. <http://www.rae.es/>

Rhino. <http://www.rhino3d.com/es/tutorials>

- Riveiro, B., Armesto, J., Carrera, F., Arias, P., Solla, M. y Lagüela, S. (2009). New approaches for 3D documentation of petroglyphs in the Norwest of the Iberian Peninsula. (Documento en línea) <http://cipa.icomos.org/fileadmin/template/doc/PRAGUE/125.pdf>

Sobre los autores

M^a de la Luz Gil Docampo

Profesora Titular de la Universidad de Santiago de Compostela. Docente del Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría en diferentes titulaciones de la Escuela Politécnica Superior de Lugo. Coordinadora del grupo de investigación USCAN3D Documentación, en donde actualmente desarrolla su actividad investigadora mediante diferentes proyectos y contratos.

Juan Ortiz Sanz

Profesor Titular de la Universidad de Santiago de Compostela. Docente del Área de Ingeniería Agroforestal. Forma parte del grupo de investigación USCAN3D Documentación dentro del cual dirige diversos proyectos entre los que se destaca el campeonato internacional de modelado 3D de precisión con teléfono móvil: d3mobile.

Santiago Martínez Rodríguez

Ingeniero de Montes. Contratado por la Universidad de Santiago de Compostela para el desarrollo de diversos proyectos y contratos dentro del grupo de investigación USCAN3D Documentación.

Borja Vázquez Rodríguez

Graduado en Geomática y Topografía. Máster en Dirección de Proyectos. Colaborador en el contrato entre la Escuela Politécnica Superior de Lugo y la empresa RESCONSA en el proyecto «Levantamiento fotogramétrico del grafiti de la capilla de San Bartolomé do Burgo en Lugo»

■ REVISTA INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA ■

MAPPING

■ INTERNATIONAL JOURNAL GEOMATICS AND EARTH SCIENCES ■



EN NUESTRA PÁGINA WEB PODRÁ ENCONTRAR:

Artículos técnicos

Boletines informativos

Números anteriores de la **Revista MAPPING**

Comunidad Científica

Y mucho **más**

Conéctese a nuestros canales de las Redes Sociales

 **Facebook**
<https://www.facebook.com/mapping.interactivo>

 **LinkedIn**
<https://www.linkedin.com/nhome/>

 **Twitter**
<https://twitter.com/MappingInteract>

 **Youtube**
<http://www.youtube.com/>

MAPPING INTERACTIVO

 91 006 72 23

 655 95 98 69 / 638 71 89 34

 C/ Arrastraria 21. Oficina 8. Edificio A
Madrid 28022
España

 www.mappinginteractivo.es

Modelos de representación de la información padronal: de la cartografía temática clásica al uso de mallas a gran escala

REVISTA **MAPPING**
Vol. 23, 166, 24-30
julio-agosto 2014
ISSN: 1131-9100

Models representing the register information: from classical thematic mapping the use of large-scale mesh

Isabel Rabanaque, Ángel Pueyo*, Carlos López, Celia Salinas, Aldo Arranza, María Zúñiga, María Sebastián

Resumen

La representación y análisis de la información por individuo y portal residencial suponen un avance para el análisis de las características sociodemográficas en las ciudades. Este trabajo tiene como objetivo ofrecer distintas opciones metodológicas de agregación y representación de la información sociodemográfica mediante el uso de sistemas de información geográfica buscando optimizar la información existente para la planificación y gestión más eficaz. Se valora el uso de mallas a distintas escalas adaptadas a los estándares impuestos por la Unión Europea, que suponen una innovación metodológica para el análisis y modos de representación para distintos niveles de intervención urbana. Con ello se quiere mostrar como la cartografía temática constituye el cauce natural para agrupar selectivamente la información sociodemográfica y que, con el adecuado tratamiento semiológico de las variables visuales, se considera idónea para explicar determinados fenómenos de detalle que escapan a los mapas temáticos por secciones o distritos censales.

Abstract

The analysis and representation of the information within such a detail (location by individual and building portal) represent a breakthrough on the socio-demographic analysis in the cities. This paper aims to provide different methodological choices of aggregation and representation of socio-demographic information using GIS, seeking to optimize the existing information for a more effective planning and management. One of the many values is the use of grid in several scales adapted to the standards imposed by the European Union, which imply a methodological innovation in the ways of analysis and representation for different levels of urban intervention.

With this it is shown how thematic mapping is the most suitable mode to group socio-demographic information which with the proper treatment of the visual semiotic variables, it is considered suitable to explain certain phenomena of detail beyond the census division in section or district.

Palabras clave: cartografía temática, SIG, malla, portal, planificación, multiescala.

Keywords: thematic cartography, GIS, grid, building portal, planning, multiple-scale.

1. INTRODUCCIÓN

Con frecuencia la información de la ciudad aparece desagregada en distritos o secciones censales. No obstante, la utilización de microescalas (manzanas o portales) puede resultar más operativa para conocer la composición socio-demográfica, los hábitos de consumo y la orientación en la prestación de servicios públicos. Estos aspectos van a ser claves para el desarrollo de herramientas de trabajo y de análisis de la ciudad inteligente o smart city. El aumento de la escala multiplica la heterogeneidad de la distribución espacial de los fenómenos sociales, y permite obtener nuevas conclusiones socio-territoriales (Singleton & Longley, 2009).

Habitualmente, los estudios geodemográficos están excesivamente condicionados por los límites administrativos y, en algunas ocasiones, no guardan relación con la estructura real de los asentamientos (Tittle & T. Rotolo, 2010). La población no suele ubicarse uniformemente a lo largo de un distrito, sección censal o incluso manzana, por lo que hay que superar el rígido marco de los lindes administrativos (Muguruza & Santos, 1989). Este problema es más evidente cuando se cartografía la distribución de la población mediante mapas de coropletas, asumiendo un valor constante a lo largo de toda la unidad administrativa definida. De este modo, la representación cartográfica de los datos no se ajusta a la realidad, sino que se ve muy influida por la forma en que los microdatos han sido agregados. Para minimizar sus efectos hay que realizar procedimientos de agregación o desagregación de unidades territoriales que tengan en cuenta el nivel de autocorrelación espacial local (Santos & García, 2008), y saber cuál es la manera más adecuada de representarlos (Krigier & Wood, 2011).

La superación de los límites administrativos se hace necesaria cuando se desean integrar datos demográficos y socioeconómicos con información geográfica o medioambiental, que habitualmente utilizan formatos tipo ráster o en malla. Este sistema zonal, no sólo se ajusta a los requerimientos de un sistema de información geográfica, sino que está especialmente adaptado al tratamiento de imágenes, información climática o de usos de suelo y, además, al tratarse de celdas del mismo tamaño, facilita mucho la comparabilidad entre unidades, independientemente de la temática tratada (Goerlich & Cantarino, 2012).

Conscientes de esta problemática, hace unos años, algunos institutos nacionales de estadística de diversos países de la Unión Europea (UE), con el apoyo del Statistical Office of the European Communities (Eurostat), lanzaron la Grid Club Initiative, actualmente conocido como el European Forum for Geostatistics –EFGS– (ESSnet project

GEOSTAT, 2012), con el objetivo de armonizar estadísticas europeas sobre la base de una grid de 1 × 1 kilómetros, y en un sistema geodésico de referencia común en lugar de la base territorial regional actual, basada en las regiones europeas (Nomenclature of Territorial Units for Statistics, NUTS, Eurostat 2007).

Las publicaciones de Santos y García (2008), y Suárez et al. (2008) han tratado de incorporar información sobre usos del suelo urbano en el proceso de distribución de la población para representarla en formato de rejilla. Se trata de estudios de carácter muy local, si bien la resolución es extremadamente elevada (10 × 10 metros de tamaño de celda). Otras instituciones como la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, han trabajado en los últimos años en esta línea, combinando aspectos medioambientales y urbanísticos (Rueda, 2008).

Recientemente, Goerlich y Cantarino (2011 y 2012) elaboraron una grid de población para la Comunidad Valenciana y para España, a partir de la información sobre el nomenclátor de unidades poblacionales del INE, junto con información puramente cartográfica, y unos métodos dasimétrico-binarios que sólo asignan población a polígonos urbanos convenientemente delimitados.

Desde la administración pública, el INE (Instituto Nacional de Estadística), está dirigiendo sus esfuerzos hacia la georreferenciación de los edificios, con la intención de localizar a la población en ellos, teniendo ya la posibilidad de presentar resultados en formato grid, donde la rejilla cambiará de tamaño para preservar el secreto estadístico. El procedimiento parte de la rejilla de 1 km² y el algoritmo de partición de esta rejilla en celdas será diferente dependiendo del número de unidades muestrales dentro de ésta, pero pudiendo alcanzar una resolución máxima de 50 x 50 m. (Teijeiro & Vega, 2013).

2. METODOLOGÍA, MATERIALES, DATOS Y HERRAMIENTAS

En este marco metodológico y técnico, esta investigación ha tenido en consideración las recomendaciones de la directiva INSPIRE con proyección ETRS89 LAEA, y el modelo de grid de la European Forum for Geostatistics –EFGS–, que ha generado tres tamaños de malla diferentes: 1 km, 10 km y 100 km. A partir de esa malla de referencia, se ha creado la de la zona de estudio (Zaragoza), aplicando un modelo multiescalar de la información demográfica sin perder la referencia del portal, que fue la unidad básica con las que se trabajaron los datos de población de la ciudad de Zaragoza.

Municipio de Zaragoza	Municipio de Zaragoza	Manzanas	Edificios	Portales
Número	498	3 745	186 756	44 227
Superficie media (m2)	1 945 199	38 624	292	-
Superficie mediana (m2)	39 147	4 818	38	-

Tabla 1. Estimación de superficies para el municipio de Zaragoza

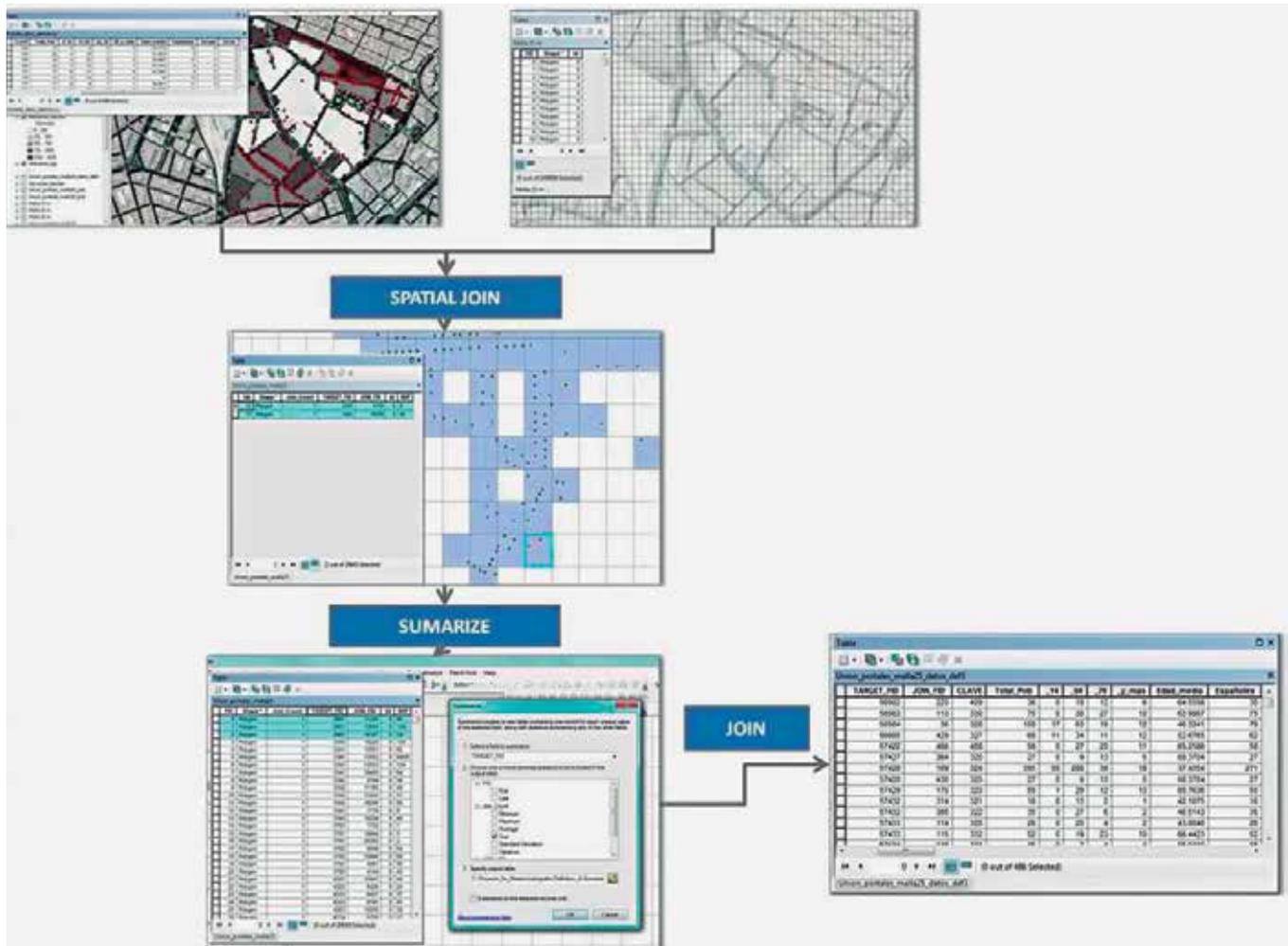


Figura 1. Proceso de asignación de la información puntual de portales a la malla

A partir del grid de la EFGS, se realizaron otros con escalas menores de trabajo, de 200x200 m., 100x100 m., 50x50 m., y 25x25 m., con el objetivo de elegir aquellas que se adapten mejor a la realidad de Zaragoza y dependiendo del análisis urbano que se quiera abordar.

Para la creación de este mallado, se utilizó la herramienta de ARCGIS "Create Fishnet" (Data Management Tools/Feature class) y en la que se indicaron las nuevas cuadrículas a partir de la malla europea de 1 km (Figura 1, Figura 2 y Figura 3).

Para estimar los tamaños de cuadrícula que mejor se

podrían adaptar a la morfología urbana de una ciudad de dimensión intermedia, se calcularon la media y mediana del área de las unidades administrativas: secciones, manzanas, edificios y portales (Tabla 1).

Debido a la heterogeneidad municipal, se procedió a realizar el mismo análisis únicamente con la ciudad consolidada, que respondía mejor a los criterios de espacios urbanizados y edificados (Tabla 2. Estimación de superficies para la ciudad consolidada), de manera que se pudieran precisar los umbrales de superficie de cuadrícula que se adaptasen a distintas escalas espaciales.

Zaragoza dentro del Tercer Cinturón	Secciones censales	Manzanas	Edificios	Portales
Número	396	1 769	103 487	20 649
Superficie media (m ²)	66 519	7 572	140	-
Superficie mediana (m ²)	30 700	4 446	29	-

Tabla 2. Estimación de superficies para la ciudad consolidada



Figura 2. Diferentes tamaños de cuadrícula analizados sobre la ciudad de Zaragoza

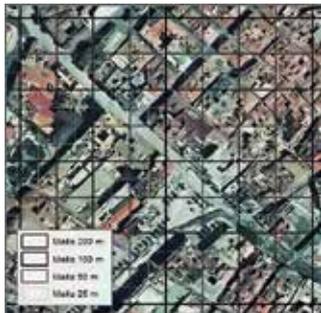


Figura 3. Zoom de tamaños de cuadrícula

Específicamente, se aplicó este modelo a la tasa de juventud -porcentaje de población menor de 15 años con respecto al total de la población, que se considera representativa para analizar las variaciones y heterogeneidad de la información a las distintas escalas espaciales que se plantean (Figura 4 a Figura 9).



Figura 4. Mapa de tasa de juventud por sección censal

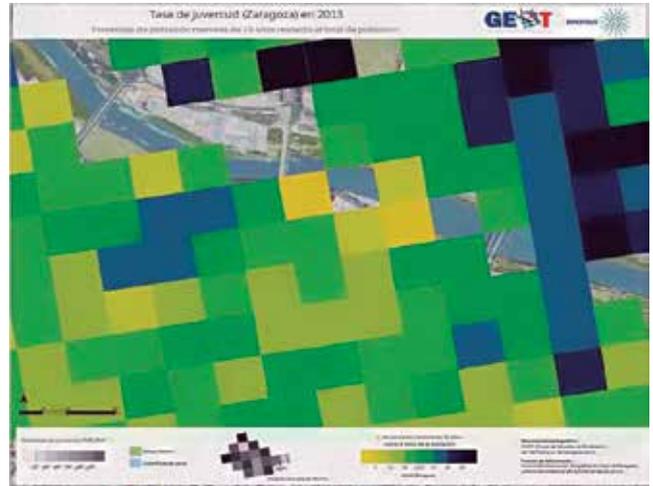


Figura 5. Mapa de tasa de juventud por malla de 200 m



Figura 6. Mapa de tasa de juventud por manzana

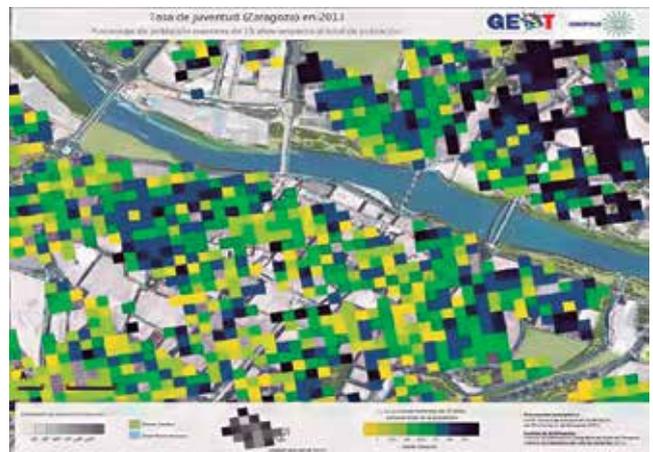


Figura 7. Mapa de tasa de juventud por malla de 50 m



Figura 8. Mapa de tasa de juventud por portal

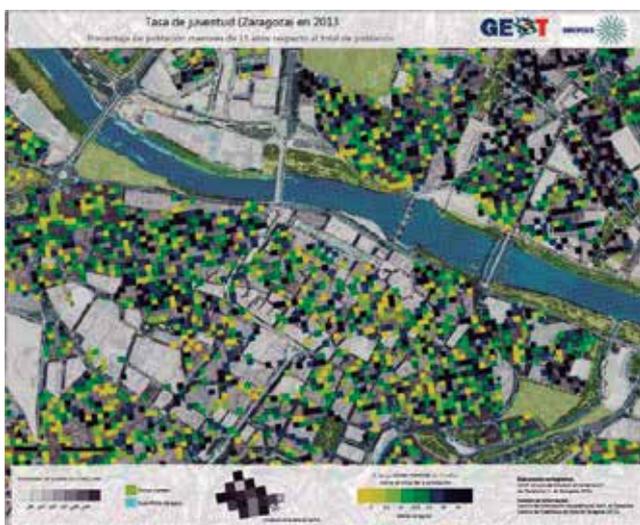


Figura 9. Mapa de tasa de juventud por malla de 25 m

3. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las tradicionales representaciones cartográficas de los datos por distritos o secciones se ven muy influidas por la forma en que se ha agregado la información de partida. En este trabajo al utilizar la escala de portal, se adapta a la realidad y minimiza los efectos del problema de la unidad espacial modificable, permitiendo disponer de información poblacional desagregada al máximo nivel aun modificando el modelo de representación mediante mallas ráster.

La representación cartográfica de los resultados ráster es, con diferencia, menos compleja que su aplicación para los entornos vectoriales. Las variables visuales cuya utilización es recomendable son las de valor y color, debido a que son las estrictamente aplicables a los modelos ráster (Zúñiga,

2009). Son también las que generan algunos de los mejores resultados en mapas superficiales. Su aplicación permite la codificación de los valores individuales que caracterizan cada una de las celdas, exponiendo la distribución de la variable real a lo largo y ancho del territorio, que es la función principal de este tipo de modelos (Calvo & Pueyo, 2008).

De este modo, la construcción de las leyendas en entornos ráster comparte con los vectoriales los procesos de discretización tanto de las variables reales como de las visuales: los modos de organizar los datos para su correcta representación y la estructuración del color y el valor en las leyendas (Calvo et al., 1989; Zúñiga, 2009). Esta tipología de agregación puede ayudar a reducir la complejidad visual, y pese a que la contextualización del mapa se pierda progresivamente, la representación visual por teselas clasificadas tiene una interpretación más fácil (Stewart & Wegener, 2000). Este tipo de representación vectorial basada en la metodología ráster puede ser útil para localizar patrones espaciales muy generales, incluso para aspectos relacionados con la ecología y complejidad urbana (Figura 6 y Figura 8).

Se observa que relacionando los resultados del análisis de las superficies mediana (que representa el valor de la variable de posición central en el conjunto de los datos), y media, en el caso de las secciones censales, los mejores ajustes se obtenían con la malla de 200x200 m. -lo que supone un área de 40.000 m² (Figura 4 y Figura 5).

Para las secciones del núcleo urbano consolidado de la ciudad, tomando en consideración las manzanas, el tamaño de malla que mejor se adaptaba era la de 50x50 m. (Figura 6 y Figura 7).

En cuanto a la malla de 20x20 m., un tercio de las celdas (el 70.2%) estarían compuestas por un único portal, mientras que con la utilización de la malla de 25x25m. estas celdas serían algo más de la mitad del total (56%). Debido, por tanto, a que la representación gráfica no varía mucho, pero sin embargo el reparto de los portales en las celdas está algo mejor distribuido para la malla de veinticinco metros, y permite un mayor secreto estadístico, se ha elegido ésta como forma de representación final. Además, este tamaño de 25x25 m. (Figura 9) ofrece otras ventajas y como es su fácil conversión al tamaño de 50x50m, que es la unidad mínima que está utilizando el INE para la representación de sus datos del Censo 2011. Además, en otros países cercanos, como es el caso francés, el INSEE (Instituto Nacional de Estadística Francés), ha tomado como referencia el trabajo en malla de 200x200 m. para todo el país, mientras que para ámbitos urbanos, como el área metropolitana de Toulouse, ha empezado recientemente utilizar las mallas de 100x100 m. y de 50x50 m.

Para los portales, al tratarse de una representación puntual (Figura 8), se ajustó el portrero de la ciudad de Zaragoza con el tamaño de los edificios (Figura 1). Debido a la diferente densidad de portales en la ciudad, se testaron dos tipos de

	Malla de 20 m.	Malla de 25 m.
Total cuadrículas con datos de portal (%)	13 264	11 569
Cuadrículas con 1 dato	70.2%	56%
Cuadrículas con 2 datos	22.5%	25.4%
Cuadrículas con 3 datos	2.9%	9.7%
Cuadrículas con 4 datos	2.8%	4.8%
Cuadrículas con 5 datos	0.9%	2.3%
Cuadrículas con más de 5 datos	0.5%	1.7%

Tabla 3. Reparto de casos según tamaño de la cuadrícula

malla, una de 25x25 m, y otra de 20x20 m., cuantificando el número de celdas que quedarían ocupadas por algún valor (portal), y el porcentaje de las mismas en función del número de datos que registran (Tabla 3).

Se aprecia por lo tanto que los distintos tipos de malla ayudan a diferenciar comportamientos sociodemográficos que pueden variar en función de calles o incluso de transectos. Este análisis detallado, permite detectar fenómenos concretos; por ejemplo, medir el comportamiento de los habitantes a la hora de establecerse y el diferente patrón espacial que utilizan. Los continuos cambios sociodemográficos que sufren las ciudades son identificados con mayor agilidad la incorporación de otra serie de variables relativas a la edificación, a la presencia o no de determinados servicios, etc. que ayudarían a realizar un análisis más complejo de la realidad ciudadana. Además, la desagregación espacial de los portales en una retícula de 25 o de 50 metros facilita obtener patrones sociodemográficos sintéticos como los del análisis de componentes principales, caracterizando grupos poblacionales con problemáticas muy distintas, así como la detección de zonas con determinadas sensibilidades y su comportamiento espacial. En este sentido, al combinar distintas variables sociodemográficas, se ha observado una estrecha relación entre las variables correspondientes a niveles formativos bajos, personas extranjeras y edades menores.

No obstante, en el tratamiento y representación de la información, habrá que considerar las limitaciones que impone la Ley de la Función Estadística Pública para la divulgación de la información estadística individualizada. Esto obliga a plantear distintas unidades mínimas de representación que garanticen el anonimato de los resultados, especialmente cuando se quieran presentar fuera de los cauces internos de trabajo de la administración pública, por lo que el uso de mallas de diferentes tamaños pueden ser unas de las soluciones técnicas más adecuadas para la información de detalle.

Para mejorar la resolución y análisis se han establecido unas retículas mínimas que oscilan entre las secciones censales y el portal urbanístico, caracterizando unidades elementales del mismo tamaño y forma (malla reticular), que con distintos niveles de agregación (25, 50 y 100 metros) servirán para la toma de decisiones, y permitirán el tratamiento, aná-

lisis y representación cartográfica de la información dependiendo de la escala y necesidades del usuario.

Algunas de las aplicaciones directas que se están desarrollando por este grupo de investigación están sirviendo para la evaluación del nivel de formación, la estructura demográfica, los movimientos de la población, la exclusión social, o la caracterización de los grupos de riesgo para problemas socioeconómicos y medioambientales.

Se considera el interés de este modelo de representación, en el que utilizando la malla de gran escala se analiza con mayor precisión las unidades familiares u hogares, estableciendo indicadores compuestos de exclusión o de riesgo social, donde se utilizarían, además de la información sociodemográfica, datos económicos y de servicios (IBI, nivel de motorización, renta disponible, etc.), que en muchos casos son interesantes para el desarrollo de políticas públicas en colectivos sensibles como personas ancianas solas, familias monoparentales, etc.

Igualmente, la combinación de la información sociodemográfica con la procedente de la contaminación ambiental, acústica, densidad de edificación, etc., favorecería un análisis más completo y, por ende, facilitarían una herramienta extremadamente útil para los gestores del territorio. En definitiva, la relación entre el hábitat humano y su entorno requiere de sistemas de información flexibles en los que la combinación y el análisis de estadísticas se realicen con facilidad y eficiencia. En este contexto los SIG y su capacidad analítica constituyen un entorno óptimo de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se publica gracias al apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad al proyecto CSO2013-46863-C3-3-R Herramientas cartograficas para una gobernanza inteligente en las ciudades digitales: analisis territorial de las condiciones de vida

El trabajo presentado no habría sido posible sin el apoyo del Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT) de la Universidad de Zaragoza, al Ayuntamiento de Zaragoza, a la Asociación para el Desarrollo

Estratégico de Zaragoza y su Entorno (Ebrópolis), al Instituto Geográfico Nacional (Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional) y al Instituto Nacional de Estadística.

REFERENCIAS

- Calvo Palacios, J.L., & Pueyo Campos, A. (1989). Algunas aportaciones de los mapas potenciales poblacionales (1986) de la España Peninsular para la ordenación del territorio. Actas Comunicaciones presentadas a XV Reunión de Estudios Regionales, Congreso de la Asociación Española de Ciencia Regional (pp. 457-468). Murcia: Ed. Diputación de Murcia.
- Calvo Palacios, J.L., & Pueyo Campos, A. (Dir.) (2008). Atlas Nacional de España. Demografía., Madrid: Instituto Geográfico Nacional.
- ESSnet project GEOSTAT. (2012). The European Forum for GeoStatistics Representing Census data in a European population grid. Final Report (pp. 82). Statistics Norway.
- Goerlich Gisbert, F., & Cantarino Martí, I. (2011). Un grid de población para la Comunidad Valenciana. Cartografía y Demografía (pp 36). Bilbao: Fundación BBVA, Universidad de Valencia.
- Goerlich Gisbert, F.J., & Cantarino Martí, I. (2012). Un grid de densidad de población para España. Economía y Sociedad (pp 140). Bilbao: Fundación BBVA.
- Krygier, J., & Wood, D. (2011). Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS (pp. 256). New York City: The Guilford Press.
- Muguruza Cañas, C., & Santos Preciado, J. M. (1988). La importancia de las unidades de análisis en el modelo de la ecología factorial En III Coloquio de Geografía Cuantitativa (pp. 683-696). Cáceres.
- Rueda, S. (2008). Jornadas sobre Nuevos Retos y Buenas Prácticas Urbanas (pp. 68). Madrid: Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- Santos Preciado, J.M., & García Lázaro, F.J. (2008). Análisis Estadístico de la Información Geográfica (pp. 395). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.
- Singleton, A. D., & P. A., Longley. (2009). Geodemographics, visualisation, and social networks in applied geography (pp. 289-298). Applied Geography 29 (3).
- Stewart, A.; & Wegener, M., (2000). Spatial Models and GIS. New potential and New Models. GISDATA Series, Vol. 7, pp. 279. Londres: Taylor & Francis.
- Suárez Vega, R., Santos Peñate, D.R., & Dorta González, P. (2008). Generación de un modelo superficial de la población de Gran Canaria (pp. 183-193). Las Palmas de Gran Canaria: Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial.
- Teijeiro C. & Vega Valle J. (2013). La producción de información demográfica en el INE a partir del Censo de 2011: Planteamiento general y principales resultados (pp 94). Madrid.
- Tittle, C. R., & Rotolo, T. (2010). Socio-demographic homogenizing trends within fixed-boundary spatial areas in the United States. Social Science Research, 39 (2), pp. 324-340.
- Zúñiga, M. (2009). Propuesta cartográfica para la representación y análisis de la variable población mediante sistemas de información geográfica e infografía: El caso español (pp. 710). Zaragoza: Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza.

Sobre los autores

GEOT

El Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio (GEOT) se crea en 1998, y desde entonces, tiene como objetivo fundamental el fomento de la investigación aplicada y su transferencia al sector público y privado. Su orientación multidisciplinar y transversal le ha permitido desarrollar más de 30 proyectos en colaboración con empresas públicas y privadas en una amplia variedad de ámbitos territoriales y temáticos. El GEOT ha sido reconocido desde 2006 como grupo consolidado de investigación aplicada por el Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón, y está adscrito, desde su creación, al Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón en el área de Territorio. Sus principales líneas de investigación y proyectos están ligados a la ordenación y análisis territorial, social y sanitario, las infraestructuras de transportes, los equipamientos públicos, y a los problemas de insustentabilidad y de segregación social, económica y ambiental asociados a los modelos recientes de la expansión de las ciudades. El uso intensivo de modelos matemáticos de análisis espacial y herramientas como los sistemas de información geográfica, los sistemas de información sanitaria, o la cartografía temática han servido de base científica para los recientes proyectos del grupo.



campus virtual

eGeoMapping
pone a su disposición
una **plataforma de formación**
donde encontrarás las últimas
novedades en cursos
relacionados con
las **Ciencias de la Tierra**

Cursos

- Ingeniería Geomática
- Ingeniería Civil
- Ordenación del Territorio
- Catastro y Propiedad
- Geoinformación
- Innovación social
- Biblioteconomía

Gracias a la formación e-learning se eliminan las barreras espacio-temporales de su aprendizaje
ESTUDIE DONDE Y CUANDO QUIERA
El equipo docente de eGeoMapping le espera

Implementación de un visor cartográfico con tecnología Flash basado en software libre

Cartographic visor implementation with Flash technology based on open software

Eduardo Iniesta Soto

REVISTA **MAPPING**
Vol. 23, 166, 32-40
julio-agosto 2014
ISSN: 1131-9100

Resumen

En el marco de los sistemas de información geográfica, los servicios de visualización mostrados por los visores web son, por lo común, servicios OGC generados mediante herramientas de software libre, como es el caso del estándar WMS, o bien son servicios emitidos y configurados mediante software propietario, como es el caso de los servicios ArcGIS Server de la compañía Esri.

La mayoría de los visores implementados mediante software libre son consumidores de servicios WMS, y recurren a las operaciones ofrecidas por este tipo de servicios, gracias a las cuales es posible realizar, entre otras acciones, la consulta de sus metadatos (GetCapabilities), la exhibición de capas (GetMap) y la obtención de datos temáticos vinculados a un determinado punto del mapa (GetFeatureInfo). Estos visores suelen estar contruidos mediante la utilización de librerías javascript de código abierto, como OpenLayers, GeoExt y ExtJS, y con ellos se logra, en general, una experiencia del usuario satisfactoria.

Existe, no obstante, una modalidad diferente de visores, basados en tecnología Adobe Flash, con los que es posible lograr una interfaz de usuario más amigable y, en definitiva, alcanzar unos niveles de experiencia del usuario mucho mayores. Estos visores son conocidos como visores Flex, y son ofrecidos, junto con su código fuente, por Esri; sin embargo, estando los mismos específicamente orientados al empleo de servicios ArcGIS Server, descuidan casi por completo el consumo de servicios WMS, limitando su uso a únicamente la visualización, sin permitir la extracción de datos temáticos ni la realización de búsquedas. Gracias a la licencia Apache 2.0 con que cuenta el citado código fuente, hemos podido introducir modificaciones para completar la funcionalidad de este tipo de visores en lo concerniente a los servicios WMS, implementando la llamada a la operación GetFeatureInfo, y utilizando, además, servicios WFS para la ejecución de búsquedas temáticas. El objetivo del artículo que proponemos es mostrar el resultado alcanzado con esta nueva versión de visor Flash, así como detallar, desde el punto de vista de la ingeniería del software, las pautas seguidas para su desarrollo. Como conclusión, queremos poner en valor la idea de que es posible, sin un esfuerzo excesivo, construir visores web con funcionalidades similares a las de los visores de Esri, y sin necesidad de llevar a cabo inversión alguna en adquisición de software.

Abstract

In the context of geographic information systems, the view services shown by GIS viewers are usually OGC services which are generated by free software tools, as in the case of WMS standard, or they are services configured using proprietary software, as the Esri ArcGIS Server service.

Most of gis viewers introduced by free software are consumers of WMS services, which use the operations offered by these services to query their metadata -GetCapabilities-, to display layers -GetMap- and to get thematic data linked to a map point -GetFeatureInfo-. This gis viewers are usually implemented by using open source javascript libraries, like OpenLayers, ExtJS and GeoExt, and they generally provide a satisfactory user experience.

However, there are different gis viewers, based in Adobe Flash technology, which provide a friendlier user interface and, in short, much higher levels of user experience. These viewers are offered, along with its source code, by Esri. However, they are specifically oriented to the use of ArcGIS Server services and they neglect almost completely the use of WMS services, limiting its use to only display, disabling the extraction of thematic data or searches. Thanks to the Apache 2.0 license available for the aforementioned source code we were able to introduce modifications to complete the functionality of this type of gis viewers regarding WMS services, implementing the call to the GetFeatureInfo operation, and also using WFS services for the implementation of thematic searches.

The objective of this paper is to show the reached result with this new version of Flash viewer and to detail, from the point of view of software engineering, the guidelines followed for its development. In conclusion, we want to show that it is possible to construct gis viewers similar to Esri viewers without carrying out any investment in the purchase of software.

Palabras claves: *sistema de información geográfica, servicio OGC, software libre, ArcGIS Server, visor Flex, tecnología Adobe Flash.*

Keyword: *geographic information system, OGC service, free software, ArcGIS Server, Flex viewer, Adobe Flash technology.*

(1) Medyser - Topografía y Servicios de Ingeniería, s.l.

(2) Departamento de Ingeniería y Tecnología de Computadores.

Universidad de Murcia
eniestas@medyser.com

Recepción 26/06/2014
Aprobación 13/07/2014

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito del desarrollo de software orientado a la implementación de sistemas de información geográfica, una de las empresas de referencia a nivel internacional es la multinacional estadounidense Esri. En particular, en el contexto de los visores cartográficos para la web, son muy conocidos, por la experiencia del usuario que aportan (Fleming, 1998), sus visores Flex, basados en la tecnología Adobe Flash (Cole & Robison, 2010). Considérense, como ejemplo a nivel autonómico, el visor de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Región de Murcia (<http://iderm.imida.es/cartomur>), y, como ejemplo a nivel europeo, el Atlas Estadístico de Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat/statistical-atlas/gis/viewer>).

No obstante, la utilización de visores Flex, tal y como los ofrece Esri en su sitio web (<http://resources.arcgis.com/es/communities/flex-viewer>), queda circunscrita al consumo de servicios ArcGIS Server, que sólo se pueden gestionar mediante la aplicación de Esri ArcGIS for Server (Esri, 2009). La elevada inversión que para empresas y administraciones supone la adquisición de este software propicia, en muchos casos, la búsqueda de soluciones alternativas, que casi siempre pasan por la utilización de librerías de desarrollo de código abierto, como son OpenLayers, GeoExt y ExtJS, entre otras (Hazzard, 2011). Esta alternativa, que en general

Esri mantenga liberado bajo la licencia Apache 2.0 (Apache Software Foundation, 2012) el código ActionScript de su visor hace viable la libre alteración de dicho código, lo que, en última instancia, permite implementar las capacidades funcionales pendientes, que básicamente son la recuperación interactiva de datos temáticos (operación GetFeatureInfo en servicios WMS) y las búsquedas multicriterio sobre el mapa (operación GetFeature en servicios WFS).

En la siguiente sección se desarrolla esta idea, ilustrándola con la descripción del proceso seguido para la implementación de un visor Flex, que en lo sucesivo denominaremos «visor de balsas» (<http://gis.medyser.com/visorbalsas>), y que muestra, entre otras capas, las balsas de la Región de Murcia, de acuerdo con su clasificación en las categorías A, B o C. Esta clasificación de balsas es una evaluación del riesgo potencial que para bienes y personas puede suponer una hipotética rotura o mal funcionamiento de las mismas (BOE, 2008).

En el caso del visor de balsas, se ha seguido un protocolo compuesto por las fases siguientes: - Preparación de la cartografía

- Creación de servicios OGC
- Acceso a la documentación adjunta
- Construcción del visor Flex

En todas las fases, salvo en la última, se ha recurrido a herramientas libres de desarrollo.

Fase	Alternativas	Software libre o propietario (L/P)	Sistema operativo	Opción elegida
Preparación de la cartografía	QGIS, gvSIG	L	Linux / Windows	QGIS + Windows
Creación de servicios OGC	MapServer, GeoServer	L	Linux / Windows	MapServer + Apache + Linux
Acceso a documentos adjuntos	PHP, Java	L	Linux / Windows	PHP + Linux
Construcción del visor Flex	Adobe Flash Builder	P	Windows	Flash Builder + Windows

Tabla 1. Software necesario para la implementación del visor de balsas

puede dar resultados aceptables, necesariamente implica renunciar a las ventajas que, desde diversos puntos de vista (ergonómico y funcional, sobre todo), conlleva el uso de los visores Flex.

En este artículo se plantea, sin abandonar la línea del software libre, una segunda propuesta que pretende aprovechar las características funcionales del visor Flex, evitando recurrir a ArcGIS for Server como servidor de mapas. Ello es posible gracias a varios factores: en primer lugar, existe la posibilidad de generar servicios WMS y WFS a partir de software libre, como es el caso de los servidores de mapas MapServer (MapServer, 2014) o GeoServer (GeoServer, 2014); además, el visor Flex ya cuenta por defecto con la capacidad de mostrar servicios WMS, lo que evita la necesidad de implementar consultas GetMap; por último, el hecho de que



Figura 1. Captura de pantalla del visor de balsas

también es necesaria la descarga de las librerías del API para Flex (<http://links.esri.com/flex-api>).

A continuación, siguiendo las instrucciones proporcionadas por Esri, se debe configurar apropiadamente el entorno de desarrollo de la herramienta Adobe Flash Builder (versión 4.7 para Windows, en nuestro caso). A partir de este momento, el visor ya debería ser compilable (Zhang, 2009). Los cambios en el código fuente han de consistir en fragmentos de código ActionScript, que, por lo común, tendrán por objeto implementar llamadas a operaciones de servicios OGC, como, por ejemplo, la operación GetFeatureInfo de un servicio WMS (Open Geospatial Consortium, 2006) o la operación GetFeature de un servicio WFS (Open Geospatial Consortium, 2010).

En el caso del visor de balsas, la funcionalidad añadida mediante la modificación del código fuente incluye, entre otras características, la invocación a la operación GetFeatureInfo del servicio WMS de balsas y la obtención de datos catastrales públicos de cualquier punto del mapa, vía peticiones HTTP a los servidores de la Dirección General de Catastro.

Del conjunto de fases que, desde el punto de vista de la ingeniería del software, requiere el desarrollo completo de una aplicación (obtención de requerimientos, análisis de requisitos, diseño arquitectónico, programación, pruebas, documentación y mantenimiento) en este caso resultan hasta cierto punto críticas, por su relativa dificultad, las fases de diseño y programación. Procede, pues, llevar a cabo una exposición con cierto detalle de cómo se han ejecutado estas dos fases.

2.2. Diseño arquitectónico

El desarrollo de los tres nuevos componentes del visor, `PopupWMSWidget.swf`, `CaPPSearchWidget.swf` y `CaRCSearchWidget.swf`, inevitablemente habrá de estar sometido al modelo de implementación de widgets pre-establecido en el código fuente original.

A la hora de describir cómo implementar nuestra solución, que es el propósito de todo diseño arquitectónico, el diseñador deberá partir de dos clases básicas de la jerarquía ActionScript del visor: `BaseWidget` y `WidgetTemplate`.

La clase `BaseWidget` es el ancestro común a todos los widgets. Cualquier nuevo widget que se implemente obligatoriamente deberá pertenecer a una clase derivada de `BaseWidget`; de lo contrario, la instancia que gestiona los widgets (perteneciente a la clase `WidgetManager`) sería incapaz de cargar el correspondiente módulo SWF. `BaseWidget` proporciona, por una parte, una interfaz con el fichero de XML de configuración del widget, y por otra, una segunda interfaz con el mapa mostrado en el visor.

La clase `WidgetTemplate` viene a desempeñar el rol de

interfaz de usuario del widget. Se trata de un panel que, en principio, cuenta con únicamente un icono, una barra de título y los botones de minimización y cierre. El resto de controles que, en cada caso, sean precisos para completar la interfaz de usuario tendrían que ser colocados por el desarrollador en el `WidgetTemplate`.

Antes de exponer el resultado del diseño de `PopupWMSWidget.swf` y con el fin de ilustrar, de modo sencillo, la utilización de las clases `BaseWidget` y `WidgetTemplate`, se muestra seguidamente el diagrama de clases correspondiente al desarrollo del widget `AvisoConstrucWidget.swf`. Este widget es un simple panel informativo con un hipervínculo parametrizable.

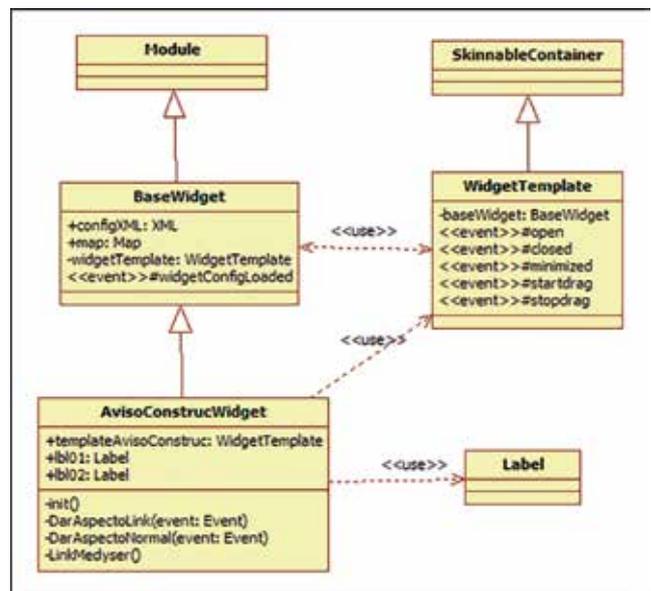


Figura 3. Diagrama de clases de `AvisoConstrucWidget.swf`

Dado el carácter esencialmente estático de cualquier diagrama de clases, resultará particularmente útil ofrecer detalles sobre las particularidades de los atributos y métodos más relevantes de las clases `BaseWidget` y `WidgetTemplate`.

Clase `BaseWidget`

`Module` es la clase ActionScript que se utiliza para desarrollar nuevos módulos SWF que puedan ser dinámicamente cargados desde otros módulos SWF. Es, pues, el punto de partida apropiado para `BaseWidget`.

El atributo `configXML` es la interfaz con el fichero de configuración del widget; la consulta de cualquier parámetro del widget siempre se realizará por medio de este atributo. El método más adecuado para consultar, a través de `configXML`, la parametrización del widget es cualquiera que se constituya en respuesta al evento `widgetConfigLoaded`, que es automáticamente disparado por el propio widget dentro del evento `creationComplete` de la

clase padre (Module).

El atributo map representa el mapa del visor. Pertenec a Map, una clase que no forma parte del SDK nativo de Flex ni está en el código fuente del visor, sino que se encuentra en la librería compilada que conforma el API de Esri para Flex (agslib-3.6-2013-12-13.swc -para la versión 3.6-). Cualquier representación de elementos vectoriales propios sobre el mapa (iconos, líneas, etc) deberá realizarse sobre una instancia de GraphicsLayer, que posteriormente se añadirá al mapa a través del método addLayer de la clase Map.

WidgetTemplate, por último, es el atributo que contiene el puntero a la instancia WidgetTemplate que proporciona la interfaz de usuario del widget.

Clase WidgetTemplate

Aparte de servir de panel contenedor para los controles que doten de interfaz gráfica al widget, la clase WidgetTemplate ofrece un conjunto de eventos que permiten asociar métodos a instantes muy concretos del ciclo de vida del citado contenedor, como son su apertura, su cierre, su minimización y su arrastre.

Una instancia de WidgetTemplate puede acceder a los atributos y métodos públicos de su BaseWidget a través del atributo baseWidget.

El diagrama de clases que ilustra el diseño de PopupWMSWidget.swf es el mostrado en la siguiente figura.

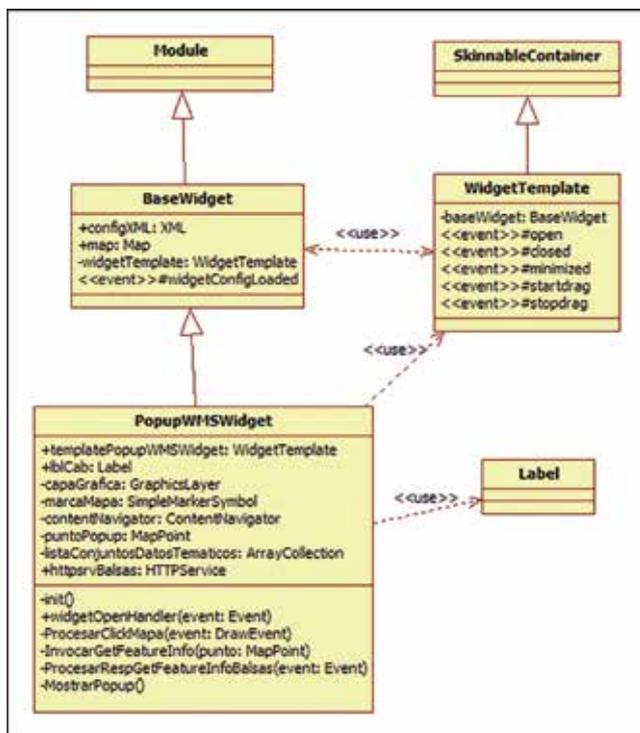


Figura 4. Diagrama de clases de PopupWMSWidget.swf

2.3. Programación del widget PopupWMSWidget.swf

La finalidad de este widget es satisfacer el requisito funcional número 2 («ha de ser posible, mediante click de ratón sobre cada balsa, recuperar la información temática a ella vinculada, recurriendo a algún tipo de panel o cuadro de diálogo emergente»).

Su código fuente parte de una estructura muy similar a la del widget AvisoConstrucWidget.swf (clase AvisoConstrucWidget). En este caso, la clase descendiente de BaseWidget es PopupWMSWidget, y también existe un WidgetTemplate, aunque su contenido es prácticamente irrelevante, ya que consiste en únicamente una etiqueta de ayuda. Ateniéndonos a la estructura de PopupWMSWidget, expuesta en el anterior diagrama de clases, se mostrará seguidamente los fragmentos de código ActionScript de mayor interés.

El primer método en ejecutarse es init(). En él se crean las instancias asociadas a las variables capaGrafica (capa que contiene el punto rojo sobre el que se hace click), listaConjuntosDatosTematicos (lista con los datos devueltos por la operación GetFeatureInfo) y contentNavigator (panel emergente que muestra el resultado de GetFeatureInfo).

Una vez creado el widget, se produce la ejecución del método widgetOpenHandler(), que está asociado al evento open del WidgetTemplate. En widgetOpenHandler() se acaba llamando a dos métodos de BaseWidget que «preparan al terreno» para la extracción de información mediante los click de ratón sobre el mapa; estos dos métodos son SetMapNavigation() y SeMapAction(). El primero de ellos anula temporalmente el comportamiento inicial de los clicks sobre el mapa (ya no servirán, por ejemplo, para obtener información proveniente de algún servicio ArcGIS Server); el segundo establece una función, en este caso ProcesarClickMapa(), que se ejecutará cada vez que el usuario haga click sobre un punto cualquiera del mapa. ProcesarClickMapa() provocará, a su vez, la ejecución del método InvocarGetFeatureInfo().

El método InvocarGetFeatureInfo() admite como único argumento el punto sobre el que el usuario haya hecho click. Este punto, como puede verse en el anterior fragmento código fuente, es devuelto a través del parámetro DrawEvent de ProcesarClickMapa(). InvocarGetFeatureInfo() considerará el punto que se le suministra y el marco actual del mapa para construir la línea de parámetros de la petición HTTP-REST asociada a la operación GetFeatureInfo (servicio WMS <http://gis.medyser.com/wms/balsasvec>)

La llamada HTTP-REST, httpsrvBalsas.send(), es asíncrona. Debe efectuarse mediante un objeto HTTPService que lleve asociados un método para una respuesta satisfactoria y otro para una respuesta de error. La obtención de una respuesta correcta por parte de la operación GetFeatureInfo del

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!--
////////////////////////////////////
// Copyright (c) 2010-2011 Esri.
// Copyright (c) 2014 Medyser.
//
// PopupWMSWidget: Extracción de información temática incluida en el
//                    servicio WMS "balsasvec".
////////////////////////////////////
-->

<viewer:BaseWidget xmlns:fx="http://ns.adobe.com/mxml/2009"
                  xmlns:s="library://ns.adobe.com/flex/spark"
                  xmlns:mx="library://ns.adobe.com/flex/mx"
                  xmlns:viewer="com.esri.viewer.*"
                  widgetConfigLoaded="init()">

  <fx:Script>
    <![CDATA[
      import com.esri.ags.Graphic;
      /* (resto de "import") */
      private function init():void
      {
        capaGrafica = new GraphicsLayer();
        map.addLayer(capaGrafica);
        marcaMapa = new SimpleMarkerSymbol("diamond");
        contentNavigator = new ContentNavigator();
        map.infoWindowContent = contentNavigator;
        contentNavigator.setStyle("headerBackgroundColor", 16777215);
        contentNavigator.setStyle("headerColor", 0);
        contentNavigator.addEventListener(Event.CLOSE,
          contentNavigator_closeEventHandler, false, 0, true);
        listaConjuntosDatosTematicos = new ArrayCollection();
        if (configXML)
        {
          /* (lectura de parámetros) */
        }
      }
    ]]>
  </fx:Script>
</viewer:BaseWidget>
```

servicio WMS de balsas provocará, en este caso, el disparo del método `ProcesarRespGetFeatureInfoBalsas()`.

`ProcesarRespGetFeatureInfoBalsas()` recibirá, a través de su parámetro `ResultEvent`, la respuesta XML de la operación `GetFeatureInfo`. Tras procesar dicha respuesta, este método la introducirá en la lista `listaConjuntosDatosTe-`

`maticos` y, por último, invocará a `MostrarPopup()`, que es el método responsable de mostrar el panel de resultado.

El método `MostrarPopup()` construye un panel en el que se van colocando, de forma ordenada, todos los nodos de la lista `listaConjuntoDatosTematicos` (junto con sus respectivos títulos). A continuación, elimina cualquier po-

```
private function widgetOpenHandler(event:Event):void
{
  setMapNavigation(null, null);
  var value:String=DrawTool.MAPPOINT;
  var status:String="click";
  setMapAction(value, status, null, ProcesarClickMapa, null, false, true);
}

private function ProcesarClickMapa(event:DrawEvent):void
{
  var geom:Geometry = event.graphic.geometry;
  var punto:MapPoint = geom as MapPoint;
  var coorX:int = (int)(punto.x);
  var coorY:int = (int)(punto.y);
  if (coorX > 0 && coorY > 0)  InvocarGetFeatureInfo(punto);
}
}
```

```

private function InvocarGetFeatureInfo(punto:MapPoint):void
{
    var BBOX_x0:int = 0, BBOX_y0:int = 0, BBOX_xf:int = 0, BBOX_yf:int = 0;
    var WIDTH:int = 0, HEIGHT:int = 0;
    var X:int = 0, Y:int = 0;
    puntoPopup = punto;
    listaConjuntosDatosTematicos.removeAll();
    BBOX_x0 = map.extent.xmin; BBOX_y0 = map.extent.ymin;
    BBOX_xf = map.extent.xmax; BBOX_yf = map.extent.ymax;
    WIDTH = map.toScreenX(BBOX_xf) - map.toScreenX(BBOX_x0);
    HEIGHT = map.toScreenX(BBOX_yf) - map.toScreenX(BBOX_y0);
    X = map.toScreenX(punto.x); Y = map.toScreenY(punto.y);
    httpsrvBalsas.url = WMS + "?" +
        "SERVICE=wms&VERSION=1.3.0&REQUEST=getfeatureinfo" +
        "&LAYERS=balsas&QUERY_LAYERS=balsas" +
        "&STYLES=default&CRS=EPSG%3A25830" +
        "&BBOX=" + BBOX_x0.toString() + "," + BBOX_y0.toString() +
        "," + BBOX_xf.toString() + "," + BBOX_yf.toString() +
        "&WIDTH=" + WIDTH.toString() +
        "&HEIGHT=" + HEIGHT.toString() +
        "&X=" + X.toString() + "&Y=" + Y.toString() +
        "&INFO_FORMAT=text/xml";
    httpsrvBalsas.send();
}

```

```

<fx:Declarations>
    <s:HTTPService id="httpsrvBalsas"
        resultFormat="e4x" fault="ProcesarError(event)"
        result = "ProcesarRespGetFeatureInfoBalsas(event)"/>
</fx:Declarations>

```

```

private function RemoveDefaultNamespaceFromXML(xml:XML):XML
{
    var rawXMLString:String = xml.toXMLString();
    var xmlnsPattern:RegExp = new RegExp("xmlns=[^\"]*\"[^\"]*\"", "gi");
    var cleanXMLString:String = rawXMLString.replace(xmlnsPattern, "");
    return new XML(cleanXMLString);
}

private function ProcesarRespGetFeatureInfoBalsas(evento:ResultEvent):void
{
    var identif:String = "", balsa:String = "",
        cr:String = "", exte:String = "";
    /* (una variable por campo) */

```

```

var resp:XML = RemoveDefaultNamespaceFromXML(XML(evento.result.valueOf()));
if (resp.children().length() > 0)
{
    identif = (new XMLListCollection(XMLList(resp.identif))).text();
    balsa = (new XMLListCollection(XMLList(resp.balsa))).text();
    cr = (new XMLListCollection(XMLList(resp.cr))).text();
    exte = (new XMLListCollection(XMLList(resp.exte))).text();
    /* (lectura del resto de campos) */
    listaConjuntosDatosTematicos.addItem(identif);
    listaConjuntosDatosTematicos.addItem(balsa);
    listaConjuntosDatosTematicos.addItem(cr);
    listaConjuntosDatosTematicos.addItem(exte);
    /* (inclusión del resto de campos) */
    MostrarPopup();
}
}

```

```
private function MostrarPopup():void
{
    var pnlPopup:Panel;
    var listaPaneles:ArrayList = new ArrayList();
    if (listaConjuntosDatosTematicos.length > 0)
    {
        pnlPopup = new Panel();
        pnlPopup.width = 600; pnlPopup.height = 400;
        listaPaneles.addItem(pnlPopup);

        var lblIdentif:spark.components.Label = new spark.components.Label();
        lblIdentif.left = 10;    lblIdentif.top = 10;
        lblIdentif.text = listaConjuntosDatosTematicos[0];
        pnlPopup.addElement(lblIdentif);
        /* (igual para el resto de campos) */

        capaGrafica.clear();
        capaGrafica.add(new Graphic(puntoPopUp, marcaMapa));
        contentNavigator.dataProvider = listaPaneles;
        map.infoWindow.show(puntoPopUp);
    }
}
```

sible punto de algún «popup» anterior y crea otro nuevo para señalar el lugar exacto del mapa del que se acaba de extraer información temática (en este caso, ese lugar tendría que ser necesariamente una balsa). Por último, se añade al contentNavigator adscrito a la variable map (ver método `init()`) el panel que acaba de construirse, y se ordena su exhibición por medio del método `infoWindow()` de la clase Map.

3. RESULTADOS

El widget `PopupWMSWidget.swf` permite la exhibición de un panel emergente que muestra, adecuadamente formateada, toda la información temática vinculada con aquella balsa que el usuario haya elegido antes, a través de un click de ratón directamente ejercido sobre el mapa. Esta información, que de otro modo sólo hubiese sido accesible en formato XML o de manera estrictamente tabular, es mostrada de una forma que para el usuario resulta, como puede apreciarse en la siguiente figura, mucho más inteligible.

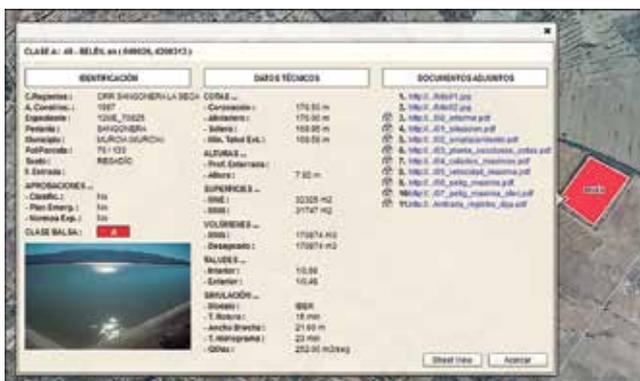


Figura 5. Resultado de una operación `GetFeatureInfo` sobre la balsa de Belén

4. DISCUSIÓN

El procedimiento de introducción de cambios en el código fuente del visor Flex se atiene estrictamente a las recomendaciones fijadas por Esri. Una de estas recomendaciones establece como entorno de desarrollo la herramienta Adobe Flash Builder. Respetar tal consejo facilita mucho el inicio de los trabajos, si bien tiene como inconveniente el hecho de que esta herramienta no es software libre. A este respecto, existen alternativas libres cuyo uso podría intentarse, como es el caso de Flash Develop, e incluso el propio compilador de Flex (sin IDE), que es posible ejecutar en modo línea de comandos tanto en Windows como en Linux.

Por otra parte, quedarían pendientes en el visor varias mejoras importantes. En particular, sería muy útil disponer de un widget que posibilitará la localización sobre el mapa de todas aquellas balsas que cumpliesen unos determinados criterios de búsqueda (nombre de la balsa, municipio, comunidad de regantes, número de expediente, etc). La implementación de tal widget debería basarse en el consumo de un servicio WFS que permitiera obtener respuestas XML con datos temáticos y cartográficos de balsas, a partir de una petición HTTP-REST en la que figurasen, como parámetros, los citados criterios de búsqueda.

5. CONCLUSIONES

Tras considerar la jerarquía de clases en la que cabe contextualizar la implementación de cualquiera de los widgets del visor Flex de Esri, se ha acometido el desarrollo de varios widgets nuevos, con una doble preten-

sión. Por un lado, agregar funcionalidades adicionales que no tenían cabida en la versión original; este es el caso de los dos widgets que extraen información pública de las parcelas registradas en el catastro español. Por otro lado, sustituir funcionalidades que ya existían en el visor original, pero que requieren la utilización de software propietario para la emisión de servicios de mapas (ArcGIS for Server, de Esri); en este sentido, uno de los widgets desarrollados ha logrado este mismo fin, recurriendo a servicios OGC (WMS, en este caso), que pueden ser generados y administrados a partir de herramientas de software libre.

En resumen, tres son las ideas básicas que, en el contexto de los visores cartográficos, hemos querido poner de manifiesto con el presente artículo, en la línea de pensamiento propugnada por la Free Software Foundation (<http://www.fsf.org>). En primer lugar, rebatir el tópico de que con software libre no es posible construir visores con las mismas funcionalidades que los visores implementados con software propietario. En segundo lugar, recalcar las ventajas que, desde el punto de vista del ahorro de costes, supone aplicar una estrategia de desarrollo basada en el uso de software libre. Por último, un tercer objetivo, no menos importante, es lograr una plena independencia tecnológica de las empresas que comercializan software propietario.

El visor de balsas que hemos expuesto a lo largo de este artículo pretende servir de argumento y justificación de estas tres ideas.

AGRADECIMIENTOS

A Ginés Fernández Álvarez, Jorge Vera Morales, Miguel Mora Gómez y Alberto Hernández García, ingenieros agrónomos, por el interés y profesionalidad demostrados al supervisar la edición de las capas vectoriales y por llevar a cabo todos los estudios necesarios para realizar la clasificación de las balsas y la documentación técnica asociada.

A Ramón García López, geógrafo, por encargarse de las operaciones de testeo, y a Evangelina Martínez Peñalver, por la ayuda prestada en las traducciones.

A Manuel Pedro Navarro Sánchez, gerente de Medyser S.L., y a Paloma Gómez González, coordinadora del departamento GIS, por destinar el tiempo y los recursos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

Cole, A., & Robison, E. (2010). Learning Flex 4. O'Reilly Media.

Esri (2009). ArcGIS Server in Practice Series: Best Practices for Creating an ArcGIS Server Web Mapping Application for Municipal/Local Government.

Disponible en <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/creating-arcgisserver-web-mapping.pdf>

Hazard, E. (2011). OpenLayers 2.10 Beginner's Guide. Packt Publishing. Fleming, J. (1998). Web Navigation: Designing the User Experience. O'Reilly.

Apache Software Foundation (2012). Licenses. Disponible en <http://www.apache.org/licenses>

BOE (2008). Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. Boletín Oficial del Estado (16 de enero 2008, artículo 367). Ministerio de la Presidencia de España.

MapServer (2014). MapServer Documentation. Release 6.4.1. Disponible en <http://mapserver.org/MapServer.pdf>

GeoServer (2014). GeoServer User Manual. Release 2.3.0. Disponible en <http://geoserver.org/display/GEOS/GeoServer+2.3.0>

Open Geospatial Consortium (2006). OpenGIS Web Map Server Implementation Specification. Disponible en <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

Open Geospatial Consortium (2010). OpenGIS Web Feature Service 2.0 Interface Standard. Disponible en <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>

Zhang, M. (2009). Create GeoWeb Applications with the Sample Flex Viewer. Developer's Guide. Disponible en http://gis.calhouncounty.org/FlexViewerDevelopersGuide_.pdf

Sobre el autor

Eduardo Iniesta Soto

Ingeniero en Informática por la Universidad de Murcia, y actualmente imparte docencia como profesor asociado en esa misma universidad, en asignaturas relacionadas con la Geomática. También trabaja como desarrollador informático en el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario de la Región de Murcia, participando en diversos proyectos relacionados con la implementación de visores cartográficos basados en software libre y con el diseño e implantación de Infraestructuras de Datos Espaciales que sean conformes a la Directiva Europea INSPIRE.

XV CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO

XIX SESIÓN CIENTÍFICA DE LA SEDPGYM

**PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO:
DE LA INVESTIGACIÓN A LA DIFUSIÓN**

**Congreso en memoria de
Vicente Sos Baynat y Craig Merideth**

**CASA DE CULTURA MARIO ROSO DE LUNA
LOGROSÁN (CÁCERES)
25 -28 de septiembre de 2014**

**INFORMACIÓN DEL CONGRESO:
Teléf.: 00 34 658910749
Correo: mhunt@us.es
Web: <http://www.sedpgym.es>**

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente

Mark A. Hunt Ortiz, SEDPGYM

Vicepresidente

María Isabel Villa Naharro, Alcaldesa de la Villa de Logrosán

Tesorero

Mariano Ayarzagüena Sanz, SEDPGYM

Vocales

María Pilar Amare Tafalla, SEDPGYM

Ester Boixereu, IGME, SEDPGYM

M^a Paz Dorado Martínez, Minas de Logrosán

David Duque Espino, Universidad de Extremadura

Francisco J. Fernández Amo, TECMINSA, S.L.

Juan Gil Montes, AGEX, Geoparque Villuercas-Ibores-Jara

Magin Murillo Fernández, AGEX, Geop. Villuercas-Ibores-Jara

Ignacio Pavón Soldevila, Universidad de Extremadura

Francisca Piñas Encinar, Minas de Logrosán

Eduardo Rebollada Casado, SEDPGYM, AGEX, Geoparque Villuercas-Ibores-Jara

Alonso Rodríguez Díaz, Universidad de Extremadura

COMITÉ CIENTÍFICO

Presidente

Josep M^a Mata-Perelló, UPM, SEDPGYM

Vocales

Pura Alfonso Abella, UPC, SEDPGYM

José Manuel Brandao, SEDPGYM

Margarida Genera Monells, GENCAT, SEDPGYM

Francisco Guillén Mondéjar, U. de Murcia, SEDPGYM

Katja Hueso Kortekaas, Salinas de Interior, SEDPGYM

Luis Mansilla Plaza, UCLM, SEDPGYM

Ignacio Montero Ruiz, CSIC

David Parcerisa Doucastella, UPC, SEDPGYM

Fernando Pedrazuela González, JCyL, SEDPGYM

Andrés Pocovi Juan, U. de Zaragoza, SEDPGYM

Octavio Puche Riart, UPM, SEDPGYM

Kamal Tarquisti el Khalifi, U. de Tetuán, SEDPGYM

ORGANIZAN: SEDPGYM –Ayuntamiento de Logrosán

ENTIDADES COLABORADORAS

GOBIERNO DE EXTREMADURA

DIPUTACIÓN DE CÁCERES

GEOPARQUE VILLUERCAS-IBORES-JARA

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

IGME

SENDERO INTERNACIONAL DE LOS APALACHES

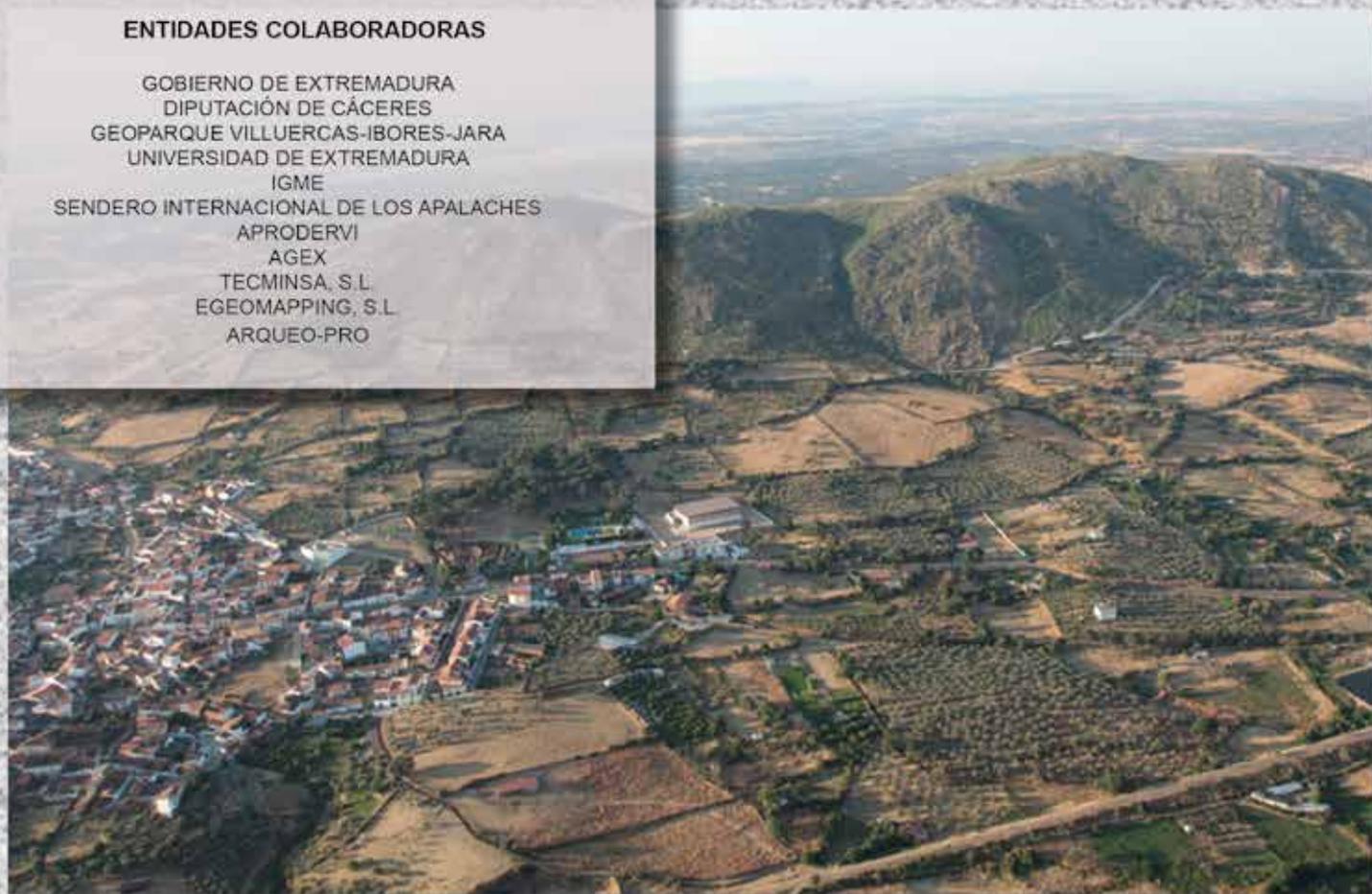
APRODERVI

AGEX

TECMINSA, S.L.

EGEOMAPPING, S.L.

ARQUEO-PRO



Tratamiento de multitrizas GNSS 3D para la obtención de ejes medios

Multitrace 3D GNSS treatment for obtaining mean axes

Francisco Javier Ariza-López, Antonio T. Mozas-Calvache, Paula Gil de la Vega

REVISTA **MAPPING**

Vol. 23, 166, 42-47

julio-agosto 2014

ISSN: 1131-9100

Resumen

El uso de los sistemas de navegación se ha difundido mucho y la explotación de sus datos es compleja debido tanto al volumen como a su variabilidad. Este trabajo de revisión presenta una definición de los elementos (trazas) y un análisis de las fuentes de variabilidad, así como los criterios usuales de filtrado de los datos originales. Otro aspecto presentado son los atípicos, éstos se definen y clasifican para el caso de trazas GNSS. La obtención del eje medio se aborda en dos pasos, primero se presentan algoritmos que, a partir de dos polilíneas 3D permiten obtener una solución media y, posteriormente, se presentan otras opciones que permiten obtener una solución de eje medio a partir de un conjunto de trazas.

Abstract

The navigation systems use has become widespread and the data exploitation is complex due to both volume and its variability. This review paper presents a definition of the elements (trace) and an analysis of the variability sources, as well as the usual criteria for filtering the original data. Another aspect presented are outliers, that are defined and classified in the case of GNSS traces. Obtaining the median axis is addressed in two steps, first are presented the algorithms, that allows obtain an average solution from two 3D polylines and later, other options are present that can provide a mean axis solution from a set of traces.

Palabras clave: minería de datos, trazas GNSS, ejes medios, datos espaciales.

Keywords: *data mining, GNSS traces, mean axe, spatial data.*

Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría.
Universidad de Jaén
fjariza@ujaen.es

Recepción: 25/06/2014
Aprobación: 14/07/2014

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los datos espaciales las vías de comunicación terrestre son de interés dado el conjunto de optimizaciones que permiten (tiempo, desplazamiento, energía, flotas, etc.). Por otra parte, esta tipología de elementos es muy abundante en los productos de carácter general (bases topográficas). Tradicionalmente su captura se ha realizado por métodos fotogramétricos, pero en la actualidad hay nuevas posibilidades como son las aportaciones de voluntarios (VGI, Goodchild, 2007), donde los ciudadanos actúan como sensores del mundo real y aportan datos objetivos (p.e. procedentes de sensores GNSS –Global Navigation Satellite Systems–) y subjetivos.

En la línea de la VGI es de interés la posibilidad de obtener resultados cartográficos a partir de las multitrizas GNSS que capturan los ciudadanos. Las aportaciones VGI «en bruto» se corresponden con trazas de navegadores GNSS de los vehículos particulares. Se pueden obtener cientos de trazas de calles y carreteras con la ventaja de ofrecer múltiples usos (Biagioni y Eriksson 2012, Quddus y col., 2007): inferencia de mapas de carreteras, procesos de actualización y/o levantamiento automatizado de información de vías de comunicación con rapidez y frecuencia, posibilidad de uso en control posicional, etc. Para aprovechar estas trazas hay que derivar un eje promedio preciso. En este trabajo se presentan retos y soluciones, entre ellos:

- a) las necesidades de filtrado previo de los datos GNSS (p.e. calidad, velocidad, tiempo, etc.),
- b) los problemas que se presentan en este tipo de datos (p.e. atípicos puntuales, atípicos lineales).
- c) las distintas soluciones posibles para la minería y obtención de un eje medio (p.e. rasterización 3D, clusterización de líneas, ajuste mínimo cuadrático, condensado, promediado, etc.),

2. MULTITRAZAS GNSS DE NAVEGACIÓN

Definimos una traza GNSS de navegación T_i a una secuencia de posiciones 3D, ordenadas en el tiempo, que ocurren en el espacio constreñido de una vía de comunicación determinada (p.e. carretera, calle, etc.), sin auto-intersecciones, y obtenida por un equipo GNSS de bajo coste situado en un vehículo y que es tomada por cualquiera durante un proceso de conducción sin precaución especial a esta captura posicional. Las trazas pueden estar afectadas por múltiples circunstancias, entre otras:

- La geometría instantánea de la constelación de satélites.

De ella depende la calidad geométrica de la captura.

- Equipo de captura. Aspectos importantes en este caso son el chip del sistema, la sensibilidad, la frecuencia de captura, el número de canales y las posibilidades de GPS asistido y DGPS (WAAS/EGNOS). Configuración del equipo. Los equipos pueden ser configurados en su software atendiendo diversos aspectos como: i) información a almacenar, ii) la frecuencia de captura, iii) el modo de trabajo, iv) el uso de sistemas para la mejora de la exactitud posicional, etc.
- Posición en el vehículo. La posición del sensor es otro elemento clave, pensando en turismo la posición de la antena puede ser exterior, interior (sobre el salpicadero o sobre la bodega del maletero).
- Elementos externos. El efecto cañón en las calles estrechas o con edificios altos, la presencia de taludes altos, más o menos cercanos en las carreteras, la presencia de arboledas altas, etc., puede afectar la recepción de la señal.

Definimos un conjunto multitrizas GNSS $CM_{VT-d(A-B)} = \{...T_i...\}$ a una agrupación de trazas T_i que se corresponden con una ventana temporal VT de interés (p.e. del día 01/01/2014 al 15/01/2014), y que representan el conjunto de desplazamientos $d(A-B)$ entre dos posiciones A y B de interés. Si pensamos en aportaciones de trazas GNSS por voluntarios (p.e. en OSM), este conjunto puede ser muy heterogéneo en cuanto a los elementos que lo componen.

3. NECESIDADES DE FILTRADO

En todos los trabajos con sistemas de captura de datos por medio de GNSS en navegación y con alta frecuencia se plantea la necesidad del filtrado de los datos, los principales motivos son de tres tipos:

- Reducción del número de elementos. En estos casos es usual quedarse con 1 de cada tantos puntos (p.e. para pasar de 5 hz a 1 hz nos quedamos con 1 de cada 5 puntos de una traza). También se puede aplicar algoritmos de simplificación para eliminar detalles irrelevantes (p.e. Lima y Ferreira, 2009, aplican Douglas-Peucker con $tol = 1m$).
- Calidad de las observaciones individuales (puntos). Se pueden eliminar puntos individualizados a partir de la información relativa a su calidad particular y/o al contexto en el que ocurren.
- Calidad en la traza. Se pueden eliminar conjuntos de puntos que afecten a la traza como elemento con unas propiedades específicas (p.e. continuidad, verosimilitud, exactitud posicional, etc.).

Algunos procesos comunes de filtrado centrados en observaciones individuales (puntos y trazas GNSS)

son:

- Eliminación de puntos con mala geometría de los satélites (HDOP, VDOP o GDOP). Por ejemplo, Lima y Ferreira (2009) eliminan puntos con HDOP > 2. Afecta a la exactitud posicional.
- Eliminación de puntos con pocos satélites. Lima y Ferreira (2009) eliminan puntos con menos de 5 satélites, en general el criterio asumido es eliminar con menos de 3 para 2D y con menos de 4 para 3D. Es un criterio complementario al anterior. Afecta a la exactitud posicional.
- Eliminación de X puntos de inicio (p.e. 10) tras un salto temporal de T segundos (p.e. 10 s, 20 s) que dependerá de los datos. El propósito es eliminar el ruido existente cuando se fija la posición tras una pérdida de señal.
- Eliminación de puntos que exceden una aceleración/velocidad máxima a la del vehículo de toma. Zhang y col. (2010) toman como criterios de eliminación por velocidad aquellos que exceden 250 km/h en carreteras, y 100 km/h en entornos urbanos. Liu y col. (2012) consideran como velocidad máxima los 120 km/h. Lima y Ferreira (2009) establecen un criterio de velocidad mínima (6 km/h) por debajo del cual eliminan las posiciones pues consideran que las bajas velocidades proceden de observaciones de mala calidad (p.e. inicio) o con ruido (p.e. maniobras lentas).
- Eliminación de puntos por saltos en distancia, tiempo o ángulo. Se consideran sospechosos los puntos de una secuencia en la que se da un salto excesivo. Así, Zhang y col. (2010) consideran 300 m pero en Agamennoni y col. (2010) es 100 m. También se pueden considerar redundantes aquellos puntos demasiado cercanos, p.e. en Cao y Krumm (2009) 30 m (10 m si hay cambio de dirección mayor de 10 grados). Como criterio angular de eliminación, Zhang y col. (2010) proponen un salto angular superior a 45°. El salto en distancia también puede analizarse desde la perspectiva del tiempo, Lima y Ferreira (2009) que eliminan puntos con separación temporal mayor a 7 s y Agamennoni y col. (2010) se considera más de 3 s.
- Rotura de la traza por salto espacial o temporal. Fathi y Krumm (2010) y Cao y Krumm (2009) rompen la traza si hay salto temporal mayor de 10 s. Los primeros también rompen la traza si la velocidad < 5 mph ó > 90 mph. En Cao y Krumm (2009) también es criterio de rotura un salto de más de 100 m entre puntos adyacentes.
- Eliminación de trazas respecto a una referencia. Zhang y col. (2010) aplican los siguientes criterios de eliminación de trazas: a) si hay dirección, se eliminan las de dirección contraria, b) si hay una diferencia angular mayor de 20 grados, c) si la distancia supera 30 m.

4. LOS ATÍPICOS

Se ha indicado que cada T_i puede ser considerada como un suceso aleatorio y, así, como en cualquier conjunto de datos aleatorios, en un CMT se pueden encontrar observaciones que presentan comportamientos extraños o atípicos. A modo de ejemplo, la Figura 1 presenta un CMT con algunas trazas atípicas.

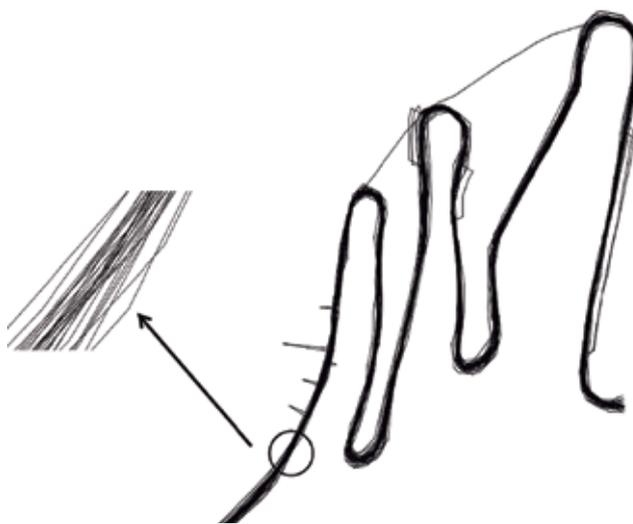


Figura 1. Trazas GNSS atípicas

Una observación atípica es aquella que se distancia sensiblemente de otras observaciones y que genera sospechas de haber sido generada por un mecanismo distinto (Hawkins 1980). Según la Wikipedia (2014) la decisión sobre si una observación es atípica o no es, en última instancia, un ejercicio subjetivo. Consideramos que cualquier T_i sigue un proceso de generación "normal", y que las trazas atípicas T_i son aquellas que proceden de un mecanismo extraño. Este mecanismo no tiene por qué ser único (p.e. afectaciones ionosféricas, situaciones de oclusión, multicamino, etc.). Al observar trazas GNSS los atípicos posicionales pueden ocurrir como (Figura 2):

- Puntos. Se trata de puntos aislados dentro de una traza GNSS (Figura 2.a).
- Secciones. Es una secuencia seguida de puntos de una traza que presentan un sesgo evidente respecto al conjunto mayoritario de trazas (Figura 2.b).
- Trazas. Es una traza que en toda su longitud, o en gran parte de ella, puede ser considerada como atípico al separarse del conjunto mayoritario de trazas (Figura 2.c).

Las tres categorías indicadas pueden darse tanto en 2D como en 3D. El proceso de detección y eliminación de atípicos más sencillo es equivalente a los que se aplican a datos unidimensionales (p.e. método de las k- sigmas).

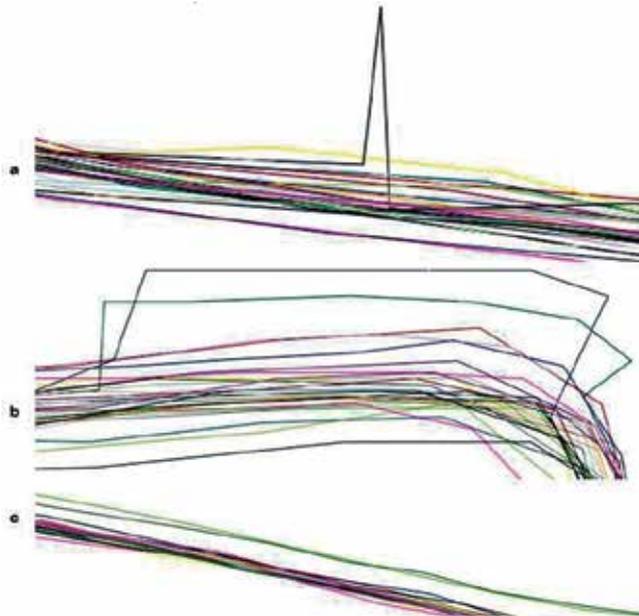


Figura 2. Categorías de atípicos en trazas GNSS: a) puntos, b) secciones, c) trazas

5. SOLUCIONES PARA LA DETERMINACIÓN DEL EJE MEDIO DE UN PAR DE TRAZAS

La determinación del eje medio de un CMT puede alcanzarse por un proceso iterativo a partir de parejas de trazas. Este proceso es interés en Producción Cartográfica y en Sistemas de Información Geográfica, donde se puede encontrar abundante bibliografía. Esta es la base de la fusión de geometrías y no siempre es directa pues se necesita previamente tener determinadas parejas de vértices homólogos o puntos medios. Por ello tiene interés conocer algunos algoritmos para conseguirlo:

- Segmento deslizante. Se basa en el concepto de ho-

motopía. Dadas dos trazas se establece un sistema local tal que la longitud se considera en el intervalo $[0, 1]$. De esta forma el eje medio está en la mitad de un segmento deslizante de tamaño variable que se discurre uniendo posiciones homólogas.

- Distancia mínima. Dada una traza A y un conjunto de puntos pertenecientes a esa traza (p.e. vértices y puntos equiespaciados entre los vértices), se considera el conjunto el segmentos de distancia mínima hasta otra traza B y el punto medio. Rogers y col. (1999) proponen que la interpolación sea ponderada según criterios de calidad.
- Triangulación. Se triangula entre las dos trazas, en este caso el eje medio se interpola a partir de las aristas de los triángulos (Figura 3.a). Es una solución robusta si se filtra adecuadamente las trazas originales para evitar triángulos muy alargados y se constriñe adecuadamente.
- Transformación de eje medio (esqueletización topológica o straight skeleton). En la versión vectorial puede entenderse como la intersección de un conjunto de orlados crecientes realizado a ambas trazas. Distancia de Frèchet. Permite determinar puntos homólogos entre geometrías. El eje medio pasa por la mitad del segmento que une puntos homólogos (Figura 3.b).

Un problema que presentan estos métodos de cálculo del eje medio en el caso del trabajo con trazas GNSS es que, debido a su dispar procedencia, estas trazas no tienen siempre la misma calidad posicional, ni una traza frente a otra, ni todos los puntos que conforman una traza dada. La inclusión de este aspecto es necesaria, pero no es sencilla en todos los casos aunque, como se ha indicado anteriormente, ya existen algunas propuestas (p.e. Rogers y col., 1999).

Con independencia de la opción adoptada para la obtención del eje medio, la solución final podrá ser filtrada (p.e. Douglas Peucker) y suavizada, por ejemplo, con un ajuste por splines (Hasberg y Hensel, 2008).

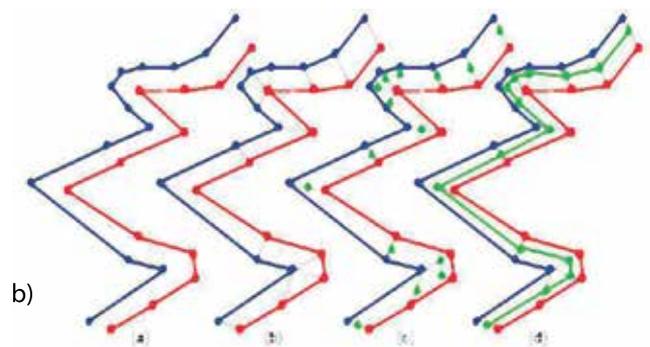
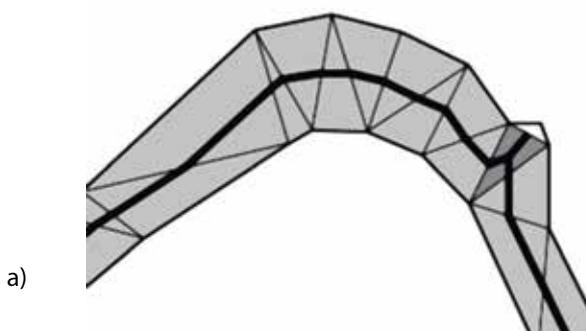


Figura 3. Algoritmos de determinación de eje medio: a) triangulación, b) mediatriz de segmentos entre vértices homólogos

6. SOLUCIONES PARA LA DETERMINACIÓN DEL EJE MEDIO DE UN CONJUNTO DE TRAZAS

La determinación del eje medio de un CMT de n trazas es un proceso de minería de datos. Este tema se ha tratado mayoritariamente en 2D pero todas las soluciones ya desarrolladas son extensibles a 3D. Algunas de las opciones se pueden basar en la iteración de las soluciones expuestas en el apartado 5. Otras opciones son:

- Rasterización (kernel density estimation). Se rasterizan las trazas en una matriz de celdas 3d (voxels) (Figura 4.a), posteriormente se aplica un filtro de paso bajo, luego se vectoriza y finalmente se filtra. Se ha aplicado con éxito en 2D por Davies y col. (2006), Chen y Cheng (2008). También en 2D Shi (2009) describe el uso de morfología matemática.
- Inferencia geométrica. Hay técnicas estadísticas para determinar geometrías, un caso son las curvas principales (Figura 4.b) para las que hay varias definiciones (p.e. Hastie y Stuetzle 1989; Kégl y col. 2000). Una definición es: curva de longitud dada L que minimiza las distancias a un conjunto X . Agamennoni y col. (2010) la aplican a trazas GNSS 2D.
- Agrupamiento (cluster). Se aplican técnicas estadísticas de agrupamiento. A partir de unas semillas, mediante un proceso iterativo convergente se determinan grupos y sus posiciones centrales:
 - K-medias (Edelkamp y Schrödl, 2003). Básicamente consiste en realizar un conjunto de agrupamientos a partir de unas semillas distribuidas en el espacio a lo largo de las trazas. Esta propuesta se plantea como una solución a un problema (detección de carriles o de calzadas) ligeramente distinto al que aquí se presenta (eje medio de un grupo de trazas).
 - Núcleos espaciados. Modificación del algoritmo de las k-medias que se centra en la obtención del eje medio, este algoritmo se describe en otra comunicación (ver Gil de la Vega y col., 2014).

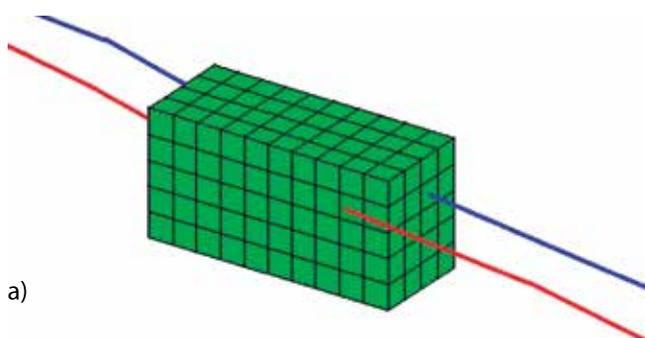
- Planos espaciados (Zhang y col. 2010). Sobre una traza "semilla", se van tomando cortes perpendiculares al eje longitudinal sobre los que se determinan las intersecciones del resto de las trazas.
- Condensación (Mozas-Calvache y Ariza-López, 2014). Aleatoriamente se van promediando dos a dos las trazas del CMT inicial, se genera un conjunto modificado (CMMT). El proceso se itera en los sucesivos CMMT un cierto número de veces o tal que se alcanza una tolerancia.
- Modelos físicos (Cao y Krumm, 2009). Hay un modelo de fuerzas contrapuestas sobre los vértices, una gravitatoria (ley gaussiana invertida) y otra lineal (ley de Hook). Wang y col. (2011) proponen ponderar para obtener una solución más eficaz y eficiente.
- Teoría de la información (Chazal y col., 2011). Se toma una traza semilla del CMT y se lleva a un espacio de fases de mayor dimensión (EFMD), en el EFMD la traza se mueve hacia los elementos del CMT y tras este ajuste se recupera la traza después de promediar sus coordenadas en el EFMD.

7. CONCLUSIONES

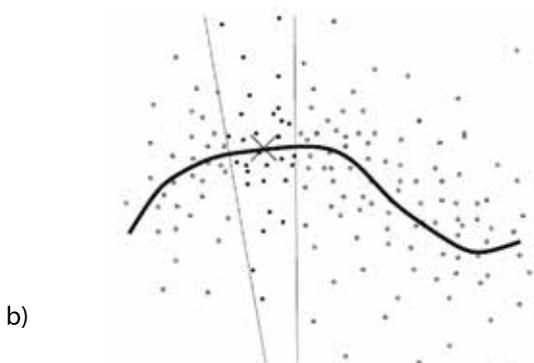
En este trabajo se han presentado diversos aspectos relacionados con la minería de trazas GNSS 3D: definición de términos, aproximación a la variabilidad de los datos, definición de tipos de atípicos y presentación de algoritmos para obtener ejes medios, aportando numerosas referencias actuales. Este trabajo facilita el camino a aquellos que quieran iniciarse en la minería de multitrazas GNSS 3D al dar una visión general del problema y de las soluciones aplicadas y aplicables.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto de investigación «Evaluación 3D de elementos lineales de información geográfica» del Ministerio de Ciencia e Innovación (BIA2011-



a)



b)

Figura 4. Idea sobre los algoritmos de rasterización (a) y curvas principales (b)

23271) cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

REFERENCIAS

- Agamennoni, G., Nieto, J., Nebot, E. (2010). Technical Report: Inference of Principal Roads Paths Using GPS Data.
- Axhausen, K.W., Schönfelder, Wolf, J., Oliveira, M., Samaga, U. (2003). 80 Weeks of GPS traces: approaches to enriching the trip information. Institute for Transport Planning and System, Zurich.
- Biagioni, J., Eriksson, J. (2012). Inferring road maps from GPS traces: survey and comparative evaluation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2291, pages 61-71, 2012.
- Cao, L., Krumm, J. (2009). From GPS Traces to a Routable Road Map. 17th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, pp. 3-12.
- Chazal, F. (2011). Data-Driven trajectory smoothing. ACM SIGSPATIAL GIS' 11, Chicago.
- Chen C., Cheng, Y. (2008). Roads Digital Map Generation with Multi-track GPS Data. In Education Technology and Training, 2008, pp: 508 - 511.
- Davies, J.J., Beresford, A.R., Hopper, A. (2006). Scalable, Distributed, Real-Time Map Generation. IEEE Pervasive computing, Vol. 5, No. 4, pp:47-54.
- Edelkamp, S., Schrödl, S. (2003). Route planning and map inference with Global Position Traces. Comp. Sci. In Perspective, LNCS 2598, pp:128-151.
- Fathi, A., Krumm, J. (2010). Detecting Road Intersections from GPS Traces. GIScience 2010, 6th International Conference on Geographic Information Science, Zurich.
- Gil de la Vega, P., Ariza-López, F.J., Mozas-Calvache, A.T. (2014). Núcleos espaciados: algoritmo para la determinación de un eje medio a partir de multitrazas GNSS. XVI Congreso Nacional de tecnologías de la Información Geográfica, Alicante, España.
- Hasberg, C., Hensel, S. (2008). Online-stimulation of road map elements using spline curves. In Fusion, IEEE p:821-827.
- Hastie, T., Stuetzle, W., (1989). Principal Curves. Journal of the American Statistical Association, vol 89(406):502-516.
- Hawkins, D. (1980). Identification of Outliers. Chapman and Hall.
- Kégl, B., Krzyzak, A., Linder, T., Zerger, K. (1999). A polygonal Line Algorithm for Constructing Principal Curves. Advances in Neuronal Information Processing Systems, vol 11, pp:501-507.
- Lima, F., Ferreira, M. (2009). Mining spatial data from GPS traces for automatic road network extraction. En 6th International symposium on mobile mapping technology, Presidente Prudente, Brazil.
- Liu, X., Biagioni, J., Eriksson, J., Wang, Y., Forman, G., Zhu., Y. (2012). Mining Large-Scale, Sparse GPS traces for Map Inference: Comparison of Approaches. KDD'12, China.
- Mozas-Calvache, A.T., Ariza-López, F.J. (2014). Iterative method for obtaining a mean 3D axis from a set of GNSS traces for use in positional controls. Pendiente de aceptación.
- Quddus, M., Ochieng, W., Noland, R. (2007). Current map-matching algorithms for transport applications: state-of-the art and future research directions. Transportation Research Part C (15).312-328.
- Rogers, S., Langley, P., Wilson C., (1999). Mining GPS Data to Augmented Road Models. En KDD-99 San Diego Ca, USA
- Shi, W. (2009). Automatic generation of road network map from massive GPS vehicle trajectories.
- Wang, J., Rui, X., Song, X., Wang, C., Tang, L., Li, C., Raghvan, V. (2011). A Weighted Clustering Algorithm for Clarifying Vehicle GPS Traces. In IGRSS, pp: 2949-2952.
- Wikipedia (2014). Outlier. <http://en.wikipedia.org/wiki/Outlier>
- Zhang, L., Thiemann, F., Sester, M. (2010). Integration of GPS traces with road map. En ACM SIGSPATIAL'10, San José, USA.

Sobre los autores

Francisco Javier Ariza López

Es Dr. Ing. Agrónomo, Catedrático de Universidad. Desarrolla su investigación en el campo de producción cartográfica y en el de los Sistemas de Información Geográfica.

Antonio Tomás Mozas Calvache

Es Dr. en Cartografía, Ingeniería Geodésica y Fotogrametría de la Universidad de Jaén desde 2007. Su principal área de investigación es el control de calidad posicional en cartografía.

Paula Gil de la Vega

Ingeniera Técnica en Topografía e Ingeniera en Geodesia y Cartografía por la Universidad de Jaén. Premio Extraordinario de Grado al mejor expediente en Ingeniería en Geodesia y Cartografía de la Universidad de Jaén. Experta Universitaria en Evaluación y Gestión de la Calidad de la Información Geográfica. Becaria FPI en el proyecto E3DLING del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Universidad de Jaén.



ESCUELA DE GUERRA DEL EJÉRCITO

ETS DE MINAS Y ENERGÍA FUNDACIÓN GÓMEZ PARDO

7 de octubre y 4 de noviembre

14, 21 y 28 de octubre

19:00 horas

19:00 horas



Santa Cruz de Marcenado, 25 • 28015 Madrid



Calle de Alenza, 1 • 28003 Madrid



CENTRO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO DE TIERRA

Acuartelamiento Alfonso X
Darío Gazapo, 8 • 28024 Madrid
ceget@et.mde.es

CICLO DE CONFERENCIAS

75 Aniversario del Centro Geográfico del Ejército de Tierra



MARTES 7 DE OCTUBRE

Setenta y cinco años de la fundación del Servicio Geográfico del Ejército

MIGUEL ALONSO BAQUER, general de brigada en segunda reserva, doctor en Historia y Geografía, especialista en Sociología política

Autor, en 1968, de una tesis doctoral titulada *Aportación militar a la cartografía española en la historia contemporánea*.

Hace un recorrido de las tareas de tres organismos llamados Depósito Hidrográfico de Marina, Depósito Topográfico de Ingenieros y Depósito de la Guerra.

Concluida la guerra civil española, un Depósito de la Guerra víctima de la declaración a extinguir del Cuerpo de Estado Mayor, reducido en 1931 a Sección Cartográfica del Ministerio, renace al costado del Servicio Geográfico del Ejército y anima las tareas del Consejo Superior Geográfico Nacional.

MARTES 14 DE OCTUBRE

La comisión internacional de límites hispano-portuguesa y la demarcación de la frontera: el tratado de Lisboa de 1864 y su continuación

HERIBERTO CAIRO, decano de la Facultad de Ciencias Políticas de la Universidad Complutense de Madrid

El Tratado de Límites entre España y Portugal, firmado en Lisboa en 1864, constituye un paradigma de los modernos tratados de fronteras interestatales. En primer lugar se abordará el estudio de los trabajos de la Comisión Mixta de Límites que se creó, y de sus relaciones con las poblaciones de la "raya" —nombre que se da localmente a la zona adyacente al límite fronterizo—, para después pasar a analizar las negociaciones diplomáticas y el texto final del tratado. Existe una relación entre la demarcación de la frontera con los procesos de identificación nacionales, para lo que se pondrá en relación en el análisis tres niveles de discurso: el "palacio" de las autoridades centrales y los diplomáticos implicados, el técnico y de progreso de los ingenieros y topógrafos militares de la comisión, y el discurso de las poblaciones locales. Finalmente se referirán los trabajos de demarcación y mantenimiento de la frontera posteriores.

MARTES 21 DE OCTUBRE

Marco cartográfico (normativo y tecnológico) tanto nacional como europeo y futuro previsto

SEBASTIÁN MAS MAYORAL, subdirector general de Geodesia y Cartografía, Instituto Geográfico Nacional

El sistema cartográfico nacional constituye un modelo de coordinación que persigue la coordinación de la actuación de los diferentes operadores públicos cuyas competencias concurren en la producción de información geográfica. Este modelo, junto con la labor coordinadora que desarrolla el Consejo Superior Geográfico, está consiguiendo un avance muy importante en la producción de información geográfica y cartográfica, mediante planes nacionales de observación del territorio y programas de armonización de la información geográfica producida por diversos agentes cartográficos, tanto en la Administración General del Estado, como entre esta y las Administraciones autonómicas.

Para facilitar esto, se están desarrollando infraestructuras de datos espaciales, integradas en el ámbito nacional y europeo, que permiten acceder, de forma transparente para los usuarios, a los datos geográficos e interoperar con los servicios de información geográfica.

En definitiva, estamos viviendo una verdadera revolución en el ámbito de la información geográfica, para la que España está bien preparada con el marco legislativo, organizativo y normativo adecuado, y para asumirla ha realizado, y sigue realizando, una importante revolución tecnológica basada en soluciones tecnológicas avanzadas, aplicación de normas y estándares internacionales, y coordinación y colaboración entre todos los actores implicados en la investigación, producción, gestión y uso de la información geográfica y las tecnologías de la información geográfica.

MARTES 28 DE OCTUBRE

La cartografía en la operación R/A (Afganistán)

CTE. D. OSCAR LUIS MIGUEL CASTRO, jefe del departamento de productos cartográficos (CEGET)

El conocimiento del terreno es una de las piedras angulares en el planeamiento y conducción de las operaciones militares. El estudio del terreno se efectúa, principalmente, a través de la cartografía como representación gráfica simbolizada de este.

Por otra parte, la operación R/A en Afganistán, por su duración, exigencia y características, se ha convertido en un excelente campo de aprendizaje a nivel individual para los soldados que en ella han participado, así como desde el punto de vista colectivo de unidad, mejorando sus capacidades, procedimientos y nivel de adiestramiento.

Para los cartógrafos que con nuestro trabajo hemos apoyado a las tropas en esa operación, R/A ha sido una excelente escuela donde se han adaptado y mejorado los flujos y procesos productivos de información geográfica, los procedimientos de equipos topográficos en la zona de operaciones y las capacidades de producción basadas en la cooperación internacional.

La conferencia versa sobre la evolución de los productos cartográficos a lo largo de la operación, desde sus orígenes con la actualización más o menos profunda de información ya disponible, hasta la coproducción de información geográfica y cartografía a gran escala. Asimismo se repasa la estructura de apoyo geográfico a la operación, con sus características y misiones, y cuyas necesidades de información derivaron en los grandes programas de coproducción, en la unificación de procedimientos y criterios para la generación de información geográfica y en la transformación de los sistemas C2 internos hacia una arquitectura unificada orientada a los servicios. Por último, se hace referencia a los programas de coproducción de información geográfica y cartografía desde la perspectiva de la operación.

MARTES 4 DE NOVIEMBRE

Tendencias tecnológicas en información geoespacial

TCOL. D. CARLOS BRONCANO MATOS, profesor del departamento de geodesia de la Escuela de Guerra del Ejército

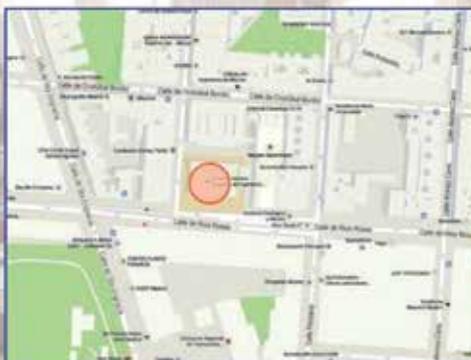
En el pasado, la producción de cartografía tradicional requería un plazo de meses para disponer de información geográfica actualizada. La actual digitalización de la información geoespacial ha permitido reducir ese plazo a horas. Sin embargo, la mejora en las prestaciones de los sensores electroópticos, así como los últimos desarrollos de la tecnología informática y de comunicaciones, proporcionan un nuevo horizonte en las posibilidades en materia de captura, gestión y análisis de la información geoespacial que auguran el establecimiento de sistemas C4ISR (mando, control, comunicaciones, informática, inteligencia, vigilancia y reconocimiento) que permitan el intercambio de información en tiempo casi real.



ETSI DE MINAS Y ENERGÍA

Del 9 al 29 de octubre

Lunes a viernes de 9:00 a 20:30 horas,
sábados de 9:00 a 14:00 horas

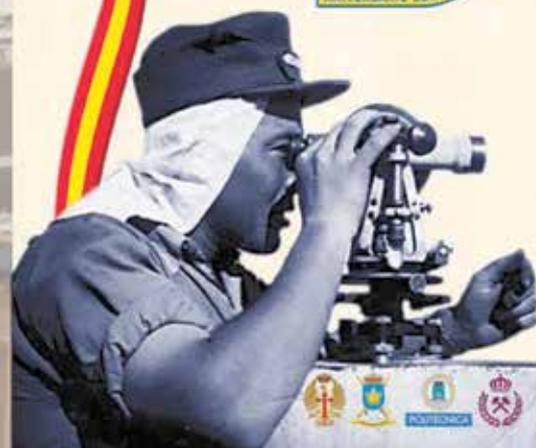


Calle de Ríos Rosas, 21 • 28003 Madrid

EXPOSICIÓN

75 Aniversario del Centro Geográfico del Ejército de Tierra

EN LA VANGUARDIA
CARTOGRÁFICA
AL SERVICIO
DE ESPAÑA



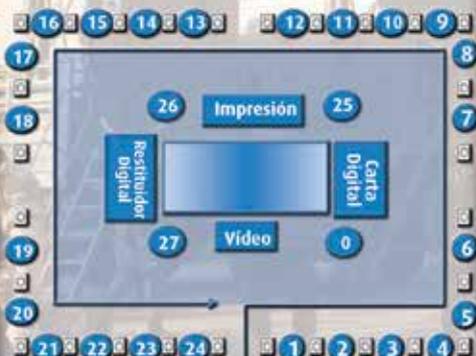
CENTRO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO DE TIERRA
Acuartelamiento Alfonso X
Dario Gazapo, 8 • 28024 Madrid
ceget@et.mde.es



Monolito conmemorativo del 75 Aniversario

PATIO DE COLUMNAS

PLANO ESQUEMÁTICO DE LA EXPOSICIÓN



Panel 0 ESQUEMA DE LA EXPOSICIÓN

PARTE HISTÓRICA

- Panel 1 a.- Montaje portada de Atlas
b.- Aspecto Simbólico del Mundo Hispánico
- Panel 2 "Espagne divisée en ses anciens royaumes"
- Panel 3 Carta de Correos y Postas de la provincia de Madrid
- Panel 4 Plano geométrico y histórico de la Villa de Madrid y sus Contornos
- Panel 5 Madrid y sus alrededores: Madrid

ANTECEDENTES

Servicio Geográfico del Ejército

- Panel 6 Minuta Mapa Militar Itinerario de España: Hoja 21-22
- Panel 7 Cartografía Militar de España. Plano Director: Navalcarnero
- Panel 8 Cartografía Militar de España. Mapa de Mando: Cádiz
- Panel 9 Mapa del África Occidental Española: Cabo Yubi – Bojador
- Panel 10 Avance del Mapa Topográfico y Forestal de Guinea: Cogo
- Panel 11 Mapa del territorio de Ifni: Ait Ba Amaran
- Panel 12 Mapa Topográfico Nacional: Cartagena

ÉPOCA ACTUAL

Centro Geográfico del Ejército de Tierra

- Panel 13 Serie L. De 1968 a 2013
- Panel 14 Serie OTAN M682 / Serie OTAN 1501
- Panel 15 Amojonamiento de la frontera España-Portugal: 150 aniversario
- Panel 16 Comparativa Vuelo americano (1956) – Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (2010)
- Panel 17 Mapa General de España / Mapa de Carreteras / Serie OTAN 1404
- Panel 18 Unidad Geográfica del Ejército de Tierra
- Panel 19 Mapa anaglifo de la ciudad de Mostar (BiH)
- Panel 20 Cartografía de Campos de Maniobra
- Panel 21 Trabajos cartográficos en la Antártida
- Panel 22 Unidad Geográfica del Ejército de Tierra en Misiones Internacionales
- Panel 23 Cartografía de zonas de operaciones
- Panel 24 Afganistán. Mapa de Herat / Fotografías de Zona de Operaciones
- Panel 25 Sistema de Información Geográfica: Carta Digital
- Panel 26 Evolución del proceso de impresión
- Panel 27 Proceso de restitución fotogramétrica



* Real Sociedad Geográfica y
Universidad de Granada

La Península Ibérica en el Atlas Minor de Mercator-Hondius

The Iberian Peninsula in the Mercator-Hondius Atlas Minor

MARIO RUIZ MORALES*

RESUMEN

Este artículo se centra en el estudio del Atlas Minor de Hondius, sin olvidar los antecedentes de la base cartográfica de Abraham Ortelius con su obra *Theatrum Orbis Terrarum*, la colección *Civitates Orbis Terrarum*, o la cartografía antigua de Ptolomeo.

A pesar de todos los antecedentes mencionados es reseñable la falta de mapas de España y de sus regiones en las colecciones cartográficas, hecho que se solventó gracias a la producción de Iodocus Hondius, que decidió realizar la edición del Atlas Minor, animado por el éxito de las primeras ediciones de su Atlas. La obra Atlas Minor que realmente es la edición de «bolsillo» de su obra anterior, siendo publicada esta edición más manejable en 1606, fue reeditada y traducida en varios idiomas. Entre su contenido se analizan las descripciones de pueblos y regiones, pantanos, mares, ríos, etc. y se proporcionan resúmenes metrológicos y geografía física como se especifica en este artículo junto a los frontispicios de sus Atlas y un anexo de los mapas de España y sus regiones.

Palabras clave: Historia de la Cartografía, Atlas Minor, Hondius, cartógrafos, Mercator, Península Ibérica, s. XVII, plan cosmográfico.

ABSTRACT

*This article focuses on the study of Hondius Atlas Minor without forgets the precedents of Abraham Ortelius's cartographic base with his work *Theatrum Orbis Terrarum*, the collection *Civitates Orbis Terrarum*, or the ancient cartography of Ptolemy. In spite of all mentioned precedents is notable the lack of maps of Spain and its regions in cartographic collections, a fact that was solved thanks to Iodocus Hondius's production, who decided to realize the edition of the Atlas Minor, encouraged by the success of the first editions of his Atlas. The work Atlas Minor that is really the "pocket" edition of his previous work, being published in this more manageable edition in 1606 and was re-edited and translated in several languages. Among his content are analyzed the descriptions of towns and regions, marshes, seas, rivers, etc. and are provided abstracts of metrological and physical geography such as is specified in this article along to the frontispiece of his Atlas and an annex of the maps of Spain and his regions.*

Keywords: History of Cartography, Atlas Minor, Hondius, cartographers, Mercator, Iberian Peninsula, s. XVII, cosmographic plan.

Antecedentes inmediatos

En el año 1570 se publicó en Amberes la primera recopilación cartográfica de los tiempos modernos: *Theatrum Orbis Terrarum*, la obra más conocida de Abraham Oertel (Ortelius), de la que se hicieron numerosas reediciones actualizadas hasta comienzos del siglo siguiente, fuente de inspiración de la célebre colección *Civitates Orbis Terrarum*, en la que también colaboró. Esa es la razón de que se suele considerar a Ortelius como el creador de los atlas, aunque la asociación entre ese personaje mitológico(1) y la cartografía fuera debida realmente a su amigo Gerard Cremer (Mercator)(2). En efecto, diez años antes de que apareciese el trabajo de Ortelius, había diseñado Mercator un ambicioso plan cosmográfico, contemplando las cinco fases siguientes: a) la creación del mundo, b) la descripción del universo, c) descripción de las tierras y mares, d) genealogía e historia política y e) cronología. Sin embargo, la envergadura del proyecto era tal que difícilmente se podría llevar a buen término sin una financiación adecuada, se explica así que Mercator pospusiera sus planes a favor de Ortelius, cuya situación financiera

⁽¹⁾ En la mitología griega se suponía que Atlas era el titán principal, hijo del también titán Jápeto y de la ninfa Climene. Atlas fue el padre de las Hespérides y de las Pléyades. Cuando los titanes fueron derrotados por los dioses, Zeus decidió condenarlo a cargar sobre sus hombros con la esfera de los cielos, para mantenerla así separada de la Tierra. Entre las muchas versiones sobre la verdadera identidad del personaje, destaca la de Diodoro de Sicilia, para el que se trató de un rey mítico de Mauritania, matemático y astrónomo, constructor del primer globo celeste; de ahí que se idealizase con la figura humana que lleva el firmamento sobre sus hombros.

⁽²⁾ Al analizar el éxito desigual de los trabajos de Ortelius y de Mercator, no puede obviarse que en el primer caso se trataba de un producto genuinamente comercial, mientras que en el segundo primaba más el aspecto académico; Mercator actuaba sin prisas por estar imbuido de un mayor rigor y espíritu crítico. El análisis pormenorizado de ambos productos cartográficos figura en la Historia de la Cartografía (Volumen tres. Cartografía en la Europa Renacentista, parte segunda). Concretamente en su capítulo 44: Commercial Cartography and Map production in the Low Countries, 1500-ca.1672 (C. Koeman, G. Schilder, M. van Edmond y P. van der Krogt).



Figura 1. Fuente de Mercator en la ciudad alemana de Duisburg

parecía más boyante. De hecho, la primera parte se publicó en el año 1595, justo un año después de su fallecimiento. La segunda nunca vio la luz. La tercera, que se dividió en tres partes, apareció parcialmente en su *Tabulae Geographica* (incorporada sin ultimar en su Atlas) y en los Mapas de Tolomeo (1578), quedando inédita su geografía Antigua. La genealogía se incluyó en los textos descriptivos que acompañaron al Atlas. Por último, la cronología se publicó en el año 1569. Al final solo se pudo llevar a cabo la mitad de la sección cartográfica de ese proyecto de Mercator, editándose los primeros 28 mapas en su Geografía de Tolomeo. Las primeras tres entregas de su *Tabulae Geographica* (1585) fueron ilustradas con 51 mapas: 16 de Francia, 9 de los Países Bajos y 26 de Alemania. Al actualizarla en 1589, incluyó 22 mapas de Italia y de los Balcanes.

Tras la muerte de Mercator, su hijo Rumold intentó publicar la cosmografía que había dejado inacabada, incorporando a lo ya publicado de la *Tabulae Geographica* 34 nuevos mapas de Islandia, islas Británicas y otros países del Norte y este de Europa; además de un mapamundi, que él mismo había hecho en 1587, y de otro mapa menor de Europa. Con él colaboraron sus dos sobrinos Gerard y Michael, hijos de su hermano Arnold(3), que



Figura 2. Frontispicio en el primer Atlas de Mercator (1595)

participaron en la grabación de tres mapas continentales basados en el mapamundi que había ultimado su padre en 1569. Todos esos mapas, hasta un total de 107, formaron la segunda parte del Atlas. Asimismo incluyó un texto inédito sobre la historia de la creación, que también había dejado preparado el fundador de la dinastía. Fue de ese modo como se desembocó en la publicación del año 1595: Atlas sive Cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura, en cuyo frontispicio aparece una bella imagen del Atlas midiendo el mundo y coronado por una esfera amilar sostenida por los clásicos putti. La introducción de la obra, tan crucial en la historia de la cartografía, fue una biografía del gran Mercator realizada por Walter Ghim, magistrado de Duisburg, la ciudad alemana en la que desarrolló la mayor parte de su labor. El prólogo fue firmado por Rumold Mercator, siendo su sobrino Johannes el autor de varios poemas, incluidos en la introducción, y de la grabación de la mayoría de los mapas que aparecieron por primera vez en esa obra. El nieto homónimo de Mercator hizo los mapas de África y Asia, grabando su herma-

⁽³⁾ Mercator se había casado en el año 1536 con Bárbara Schelleken, con la que tuvo seis hijos: tres hembras y tres varones. Su primogénito fue Arnold (1537) y su hijo menor Rumold.

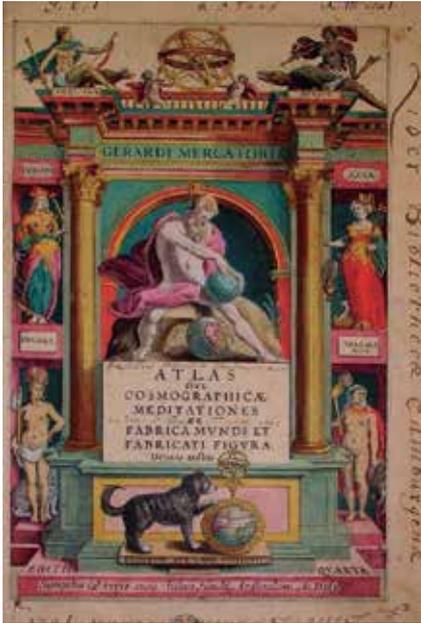


Figura 3. Nuevo frontispicio en el Atlas de Mercator-Hondius, edición de 1616

no Michael el de América.

Con independencia de la importancia de esa monumental obra cartográfica, no hay duda de que se trató de un trabajo incompleto, una anomalía de la que era consciente el propio Rumold y que trató de subsanar, pero murió prematuramente en 1599. Aunque sus dos sobrinos Johannes y Gerard intentaron seguir sus pasos no lo consiguieron por carecer de la iniciativa necesaria. Michael Mercator también trató de continuar con las tareas de su abuelo, pero terminó por centrarse en los negocios vitivinícolas. Y es que la tercera generación de los Mercator no fue especialmente hábil en las tareas cartográficas, explicándose así la desaparición de la dinastía. La última edición del atlas se publicó en el año 1602, en la editorial de Bernard Buys (Duisburg). La empresa fue liquidada por Gerard Mercator dos años después, al vender las planchas de cobre por un total de 2000 *daalders*(4).

Es incuestionable que llama poderosamente la atención la falta de mapas de España y de sus regiones en esa colección

cartográfica, máxime cuando esta ocupaba un lugar tan determinante en la política de la época y el propio Mercator fue cartógrafo del emperador Carlos V. Tan inexplicable ausencia, extensible también a Portugal, la explicaba perfectamente el historiador Geoffrey Parker(5), al asegurar que los compiladores cartográficos de aquel tiempo no contaban con mucha información geográfica relativa a la Península Ibérica. Incluso concretaba que Mercator fue incapaz de hallar mapas fiables para poderlos incluir en su celebrada *Tabulae* de 1585, una dificultad similar a la que tuvieron sus hijos al ampliarla con el atlas de 1595. Solamente se solventó esa anomalía, cuando se incorporó a la producción cartográfica Joost van Hondt, más conocido con el nombre latino de *Iodocus Hondius*, el cual llegó a hacerse con las planchas originales que había venido usando la familia de Mercator. No obstante, tales mapas hispánicos no fueron de una calidad comparable a la que tenían, por aquel entonces, sus homólogos de Francia, Italia y Holanda. Una razón de peso pudo ser el hecho de que los cartógrafos responsables no fuesen españoles, pues se daba además la circunstancia de que sus trabajos no obedecían a encargo oficial alguno, ni eran convenientemente subvencionados. En cualquier caso, como bien apuntaba Parker, deberían de haber sido mejores, puesto que los bancos de datos topográficos eran muy asequibles en España(6). Sin embargo la tónica del siglo XVI era opuesta a utilizar datos que no fuesen esencialmente cartográficos, y poco dada a visitar la zona objeto de estudio, con lo que la posibilidad de efectuar el correspondiente levantamiento resultaba impensable.

Aunque durante mucho tiempo se haya asegurado que el primer comprador de las planchas de Mercator fue Hondius, parece que realmente fue Cornelis Claesz, el cual estaba al tanto de las dificultades económi-

cas de sus descendientes y pretendía ampliar su negocio desde 1602, para dedicarse también a la venta de atlas en formato folio. De acuerdo con esa hipótesis, Hondius solo pudo adquirir las planchas en el año 1609, una vez fallecido aquel. Lo cierto es que las planchas se trasladaron desde Duisburg hasta Amsterdam, publicándose en el año 1605 la Geografía con textos en latín y griego; siendo entonces cuando se imprimió el primer libro con texto griego en esa capital, lo cual contribuyó a la popularidad de Hondius(7) y Claesz, como firmantes del mismo. Al año siguiente se publicó de nuevo el atlas titulado: *Atlas sive Cosmographicae meditationes*, con los 107 mapas de la edición de 1595 y otros 37 de diversos autores, que fueron grabados por Hondius. Hasta entonces no se completó la colección con los mapas del territorio peninsular, un total de siete: 1) *Hispania*(8), 2) *Portugallia olim Lusitania*(9), 3) *Biscaia et Legio*, 4) *Castilia Vetus et Nova*, 5) *Andaluzia*, 6) *Regni Valentiae Typus* y 7) *Arragonia et Catalonia*. Asimismo se añadieron cuatro mapas regionales de África, once de Asia y cinco de América, dándose pues por completado. El texto del atlas fue escrito por Pieter van den Berg (Petrus Montanus), profesor de latín y cuñado de Hondius, al estar casado con su hermana Jacomina, que, como su hermano, era una excelente calígrafa y había estado trabajando en Inglaterra(10).

Tanto la Geografía como el Atlas fueron publicados conjuntamente por Hondius y Claesz, figurando ambos nombres en la

(7) Hondius había estudiado lenguas clásicas en la Universidad de Leiden, volviendo a ella con 39 años para hacer lo mismo con las matemáticas.

(8) En este mapa se apreciaban todavía las influencias de las múltiples versiones del supuestamente atribuido a Tolomeo.

(9) Cuando se concibió el Atlas Minor, reinando Felipe III, Portugal era parte de España

(10) Durante la estancia de Hondius en Inglaterra, entró en contacto con científicos y geógrafos; valorándose siempre sus habilidades como grabador. De hecho así lo hizo con las planchas de la edición inglesa del atlas marítimo *Spiegel der zeevaart* (The Mariner's Mirror), de Lucas Waghenaeer, uno de las obras mejor presentadas del siglo XVI.

(4) Moneda holandesa acuñada en el año 1601, similar a los ocho reales, de cuya denominación procede la del dólar.

(5) Map and Ministers: The Spanish Habsburgs. 1992.

(6) Incluso citaba dos ejemplos sobresalientes: Repertorios de caminos realizados por Juan Villuga en 1546 y por Alonso de Meneses en 1576.

página principal de la primera, aunque se conserven también copias del segundo en cuyos frontispicios aparecen tanto juntos como por separado. En el nuevo frontispicio del atlas se conservó la imagen central del original y se mantuvo en todas las ediciones comprendidas entre los años 1606 y 1630, llegando a incorporar en ellas tanto el nombre de Hondius, como el de Henricus, su hijo mayor. Aunque se mantuviera la imagen del personaje mitológico midiendo con un compás el globo terráqueo, la novedad principal fue la inclusión de siete alegorías, entre las que destacaba el papel reservado a Europa, que figuraba a la derecha de Atlas y llevando un cetro, como símbolo de su autoridad. A las de los dos continentes, África y Asia (en la parte superior derecha de la página), se añadieron tres de los territorios americanos, identificadas con los nombres de Mexicana, Peruana y Magalánica; en esta última sobresalía la antorcha encendida que portaba, referencia expresa a los fuegos del litoral patagón y origen del topónimo Tierra de Fuego.

En el año 1609 se hizo la primera versión del atlas en lengua vulgar, al haberla traducido al francés el historiador Henri Lancelot-Voisin⁽¹¹⁾, considerada como la tercera edición y varias veces reimpressa. En el año 1611 apareció la siguiente edición con un total de 150 mapas. Cuando Hondius murió en 1612, su viuda⁽¹²⁾ e hijos se hicieron cargo de la empresa y continuaron publicando el atlas. A ella se debió el célebre grabado del doble retrato de Mercator y su marido, con el que se ilustraron todos los atlas a partir del año 1613. Su hijo Jodocus reimprimió la cuarta edición hasta el año 1619. A partir de 1620 se retomó la publicación del atlas, por parte de Henricus Hondius, hermano menor de Jodocus, apareciendo la quinta edición en 1623. Veinticinco años mantuvo



Figura 4. Mercator y Hondius, según la viuda del segundo. Grabado en el atlas de 1613 (Rijksmuseum. Amsterdam)

esta familia el monopolio de la publicación de los atlas Mercator-Hondius. No obstante, el respeto a la tradición, que había caracterizado a su padre, fue roto por Henricus, el cual llegó a colocar su nombre en varios de los mapas originales de Mercator que figuraron en una edición del año 1628, e incluso optó por un nuevo frontispicio, como el que figuraba en una edición de 1633. Desde la primera edición se hicieron 50 ediciones del Atlas en los principales idiomas europeos, además de la versión realizada por el geógrafo turco Katip Çelebi.

Tres años antes había entrado en escena un nuevo cartógrafo: Jan Janszoon (*Johannes Janssonius*), casado con Elisabeth, hija de Joost van Hondt, y por tanto cuñado de Henricus. Con su intervención apareció el nuevo atlas con un total de 164 mapas, pero pronto se percataron de que se enfrentaban a una tarea no exenta de dificultades. En efecto, sabedor Willem Blaeu de las desavenencias familiares surgidas tras el fallecimiento de Jodocus Hondius (hijo), adquirió las planchas de cobre que había

venido usando este, antes de que pudiesen hacerlo Henricus Hondius y Johannes Janssonius, sus más directos competidores; después de 1636 se acuñó el término Atlas Novus, bajo la supervisión del segundo. La guerra comercial, y cartográfica, desatada entre ambas firmas fue sin cuartel durante los treinta años siguientes, proliferando atlas que tenían prácticamente el mismo título.

El Atlas Minor

Animado por el gran éxito logrado con las ventas de las primeras ediciones del atlas, decidió Hondius hacer una versión de bolsillo, creyendo que de ese modo se consolidaría la difusión de la obra, sin un incremento excesivo de coste, y se atenderían las quejas formuladas a propósito del manejo de las ediciones normales. No obstante, ha de tenerse en cuenta que no se trató de un trabajo banal, pues hubo que volver a grabar las planchas para adaptarlas al nue-

⁽¹¹⁾ Señor de la Popelinière.

⁽¹²⁾ Hondius se casó con Coletta van den Keere, hermana de Pieter van den Keere (Petrus Kaerius), también relacionado con el mundo editorial y con la cartografía. Este último fue, como muchos de sus contemporáneos, claro exponente de la época dorada que alcanzó la disciplina en Holanda.



Figura 5. Frontispicio del Atlas de 1666. En él aparecen, de izquierda a derecha, Johannes Janssonius, Willem Blaeuw y Gerardus Mercator

vo tamaño, alrededor de 21x17 cm, justo la mitad del original; de ahí el nombre con el que fue bautizado *Atlas Minor*. Su primera edición se realizó en el año 1606. Esta versión reducida del atlas también fue muy bien acogida, como prueban sus numerosas reediciones y su publicación en varios idiomas. En la introducción, firmada por el propio Joost van Hondt, se comentaba que, con esa edición tan manejable, el atlas sería más asequible a los estudiosos de la Geografía.

Una disciplina liberal de la que cantaba sus virtudes, señalando que era una de las que tenía mayores aplicaciones en la vida, no solo porque sin ella se haría incomprensible la lectura de los antiguos y pesada la narración de sucesos memorables, sino también por la ayuda imprescindible que podía suponer a los Príncipes en sus deliberaciones públicas o en aquellas decisiones que afectarían, de una u otra forma a los límites de sus dominios. Por otro lado, la geografía suscitaba, a su juicio, una gran expectación en los lectores, cuando se refería a las tierras y mares tan admirables de las diferentes partes del mundo. Entre sus con-

METROLOGÍA EN EL ATLAS MINOR		
Unidades	Lugar	Equivalencia
Milla común	Alemania	15 en el grado
Milla común	idem	12 en el grado
Milla grande	idem	10 en el grado
Milla común	Francia	25 en el grado
Milla grande	idem	20 en el grado
Milla común	Italia	60 en el grado
Milla común	Inglaterra	50 en el grado
Legua	idem	20 en el grado
Legua	España	17.5 en el grado
Legua	Suecia	10 en el grado
Legua horaria*		20 en el grado
*Se refiere al trayecto recorrido en un día de marcha		

tenidos citaba las descripciones de pueblos y regiones, islas, ciudades, mares, ríos, lagos, pantanos, bosques, vientos, longitudes y latitudes en grados y minutos; además de la posibilidad de recordar con ella acontecimientos memorables y las excelencias de cada región, tanto en tiempos de paz como de guerra. Nada puede haber más útil y conveniente para la sagacidad humana, concluía Hondius.

Acto seguido, quiso Hondius reconocer las aportaciones, realizadas en ese arte, de personajes tan notables como Abraham Ortelius, Daniel Cellarius⁽¹³⁾, Paulus Merula⁽¹⁴⁾, Pierre Bertius⁽¹⁵⁾ y otros, aunque delante de todos ellos colocase al «muy noble matemático Gerard Mercator,

⁽¹³⁾ También conocido como Ferimontanus, fue el autor de *Speculum Orbis Terrarum* (1578).

⁽¹⁴⁾ Profesor de historia en la Universidad de Leiden y cronista oficial de la Unión de Provincias.

⁽¹⁵⁾ Su verdadero nombre era Peter de Bert. Fue profesor de geografía en la Universidad de Leiden y autor de una *Geografía de Tolomeo*, basada en la previa de Mercator. Después se trasladó a Francia y llegó a ser geógrafo de Luis XIII. Fue cuñado y colaborador de Willem Blaeuw y de Petrus Kaerius.

mi compatriota, cuya muerte impidió que completase el trabajo que identificó con el nombre de Atlas». También justificó su decisión de publicarlo de nuevo y ampliarlo, para hacerlo así aún más patente. Al referirse concretamente al *Atlas Minor*, comentó que su menor formato no había impedido mantener el contenido del atlas original; es más, además de las descripciones de este, se incluyeron otras, a modo de colofón, referidas al mundo antiguo.

Mención especial merece el apretado resumen metroológico que figuraba antes del índice de la obra, con las unidades lineales empleadas al fijar las escalas gráficas de los mapas, pues reflejaba con toda crudeza el caos existente en ese campo. Aunque se tratase de referir sus equivalencias al desarrollo del grado terrestre, a esas alturas del siglo XVII, aún no se sabía con certeza el valor del radio de la Tierra⁽¹⁶⁾, de modo que tampoco se podría averiguar la ver-

⁽¹⁶⁾ Hubo que esperar hasta el año 1670, en que el francés Jean Picard halló el valor aproximado del radio terrestre, 6370 km, cumpliendo así el mandato de la Academia de Ciencias de París.

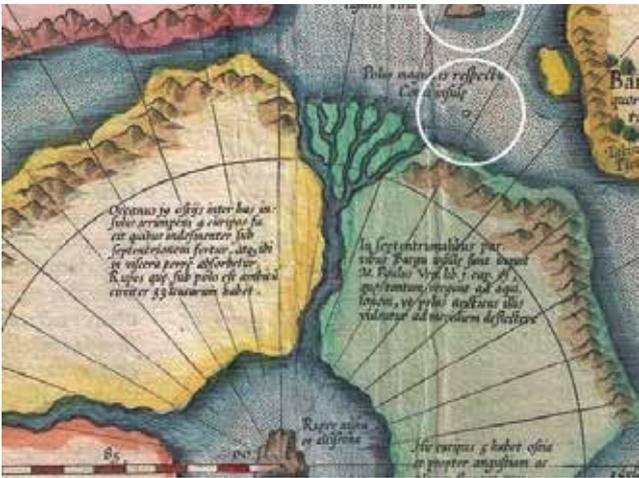


Figura 6. Localización de los dos polos magnéticos en el mapa de Mercator, incluido en el Atlas Minor

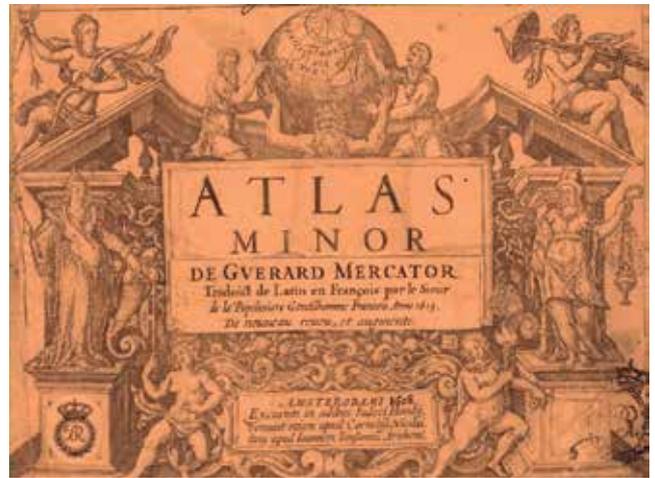


Figura 7. Frontispicio del Atlas Minor de Mercator-Hondius. Edición francesa de 1613

dadera magnitud de dicho desarrollo ni la de la unidad en cuestión.

El texto del *Atlas Minor*, escrito en un principio en latín, se estructuró en torno a un total de 232 epígrafes relacionados con los mapas en él representados, que en la edición consultada⁽¹⁷⁾ (1613) ocuparon un total de 640 páginas. La primera parte del relato se refirió a los cuatro continentes conocidos, para hacerlo después con la zona del polo ártico, incluyendo el mapa que había confeccionado Mercator⁽¹⁸⁾. En él aparecían además del mítico Estrecho de Anián, las dos imágenes del Polo Norte Magnético con las leyendas siguientes: *Polus magneti respectu Corui insulae* y *Polus magnetis respectu insularu capitivis Viridis*. Hondius, imbuido sin duda por su espíritu religioso⁽¹⁹⁾, incluyó un interesante anexo dedicado a la Vieja geografía, que justificaba así: «He añadido a nuestro pequeño Atlas Geográfico de Gerard Mercator, los siete mapas siguientes, atendiendo al posible interés de los amantes y protectores del Historia Sagrada y Prof-

ana». Los mapas en cuestión, debidamente comentados por él, fueron:

- 1) El Paraíso, situado en la antigua Mesopotamia, junto a los ríos Tigris y Éufrates, 2) La Peregrinación de los israelitas en el desierto, 3) Las Religiones del mundo, 4) Los Viajes de San Pablo, 5) La imagen del mundo romano, 6) La expedición de Alejandro Magno y 7) La Navegación de los troyanos.

La Península Ibérica figura descrita entre las páginas 148 y 183 de la edición anterior, bajo los epígrafes de España (148-159), Portugal y Algarve (160-163), Vizcaya, Guipúzcoa y León (164-167), Castilla: Vieja y Nueva (168-171), Andalucía (171-175), Valencia (176-179), Aragón y Cataluña (180-183); que como resulta obvio aparecían iluminados por los mapas correspondientes, ya mencionados. Vaya por delante que aunque el atlas pretendiera paliar la omisión del que realizaron los herederos de Mercator, solo lo consiguieron en parte. Ciertamente, al examinar tanto el texto como los mapas respectivos, se observa que faltan dos zonas tan extensas y sobresalientes como los antiguos reinos de Galicia y Granada. No obstante, ha de hacerse la salvedad de que el segundo figura parcialmente representado y rotulado, en el mapa de Andalucía, si bien solo en su extremo más occidental, que como es notorio alcanzó el Peñón de Gibraltar. De manera que nada se comentó

en el atlas del resto del litoral mediterráneo, que tras superar el Cabo de Gata, llegaba a limitar con el reino de Murcia.

La descripción de España no la pudo empezar mejor P. Montanus, ya que la consideró una de las más nobles provincias de Europa. Después se centró en una serie de consideraciones etimológicas apoyadas en los comentarios atribuidos a los autores clásicos, aunque estaba también al tanto de los estudios realizados por Benito Arias Montano, quien recordó que los hebreos la llamaban Sefarad. Igualmente recurrió a ellos al hablar de su forma y límites, reproduciendo la idea, defendida por Estrabón, de que era semejante a la piel de toro extendida. Figura después el análisis del clima, producción agrícola y fauna. El apartado dedicado al poder y gobierno es el más extenso, con un resumen del paso de los griegos y romanos; incidiendo en la conocida división administrativa de estos últimos: Bética, Lusitania y Tarraconensis, identificadas en el texto con Andalucía, Portugal y Aragón. Se comentó asimismo la invasión de los bárbaros del Norte y la posterior de los sarracenos, que entraron por el Estrecho de Gibraltar.

Trajo luego a colación la división peninsular en los cinco reinos: Castilla, Aragón, Portugal, Granada y Navarra. Que en la época del atlas se habían transformado

⁽¹⁷⁾ Versión francesa custodiada en la Biblioteca Nacional de España.

⁽¹⁸⁾ Septentrionalium Terrarum Descriptio.

⁽¹⁹⁾ Joost van Hont, como tantos otros de sus compatriotas, tuvo que refugiarse en Inglaterra, huyendo de la persecución religiosa desencadenada en su país.

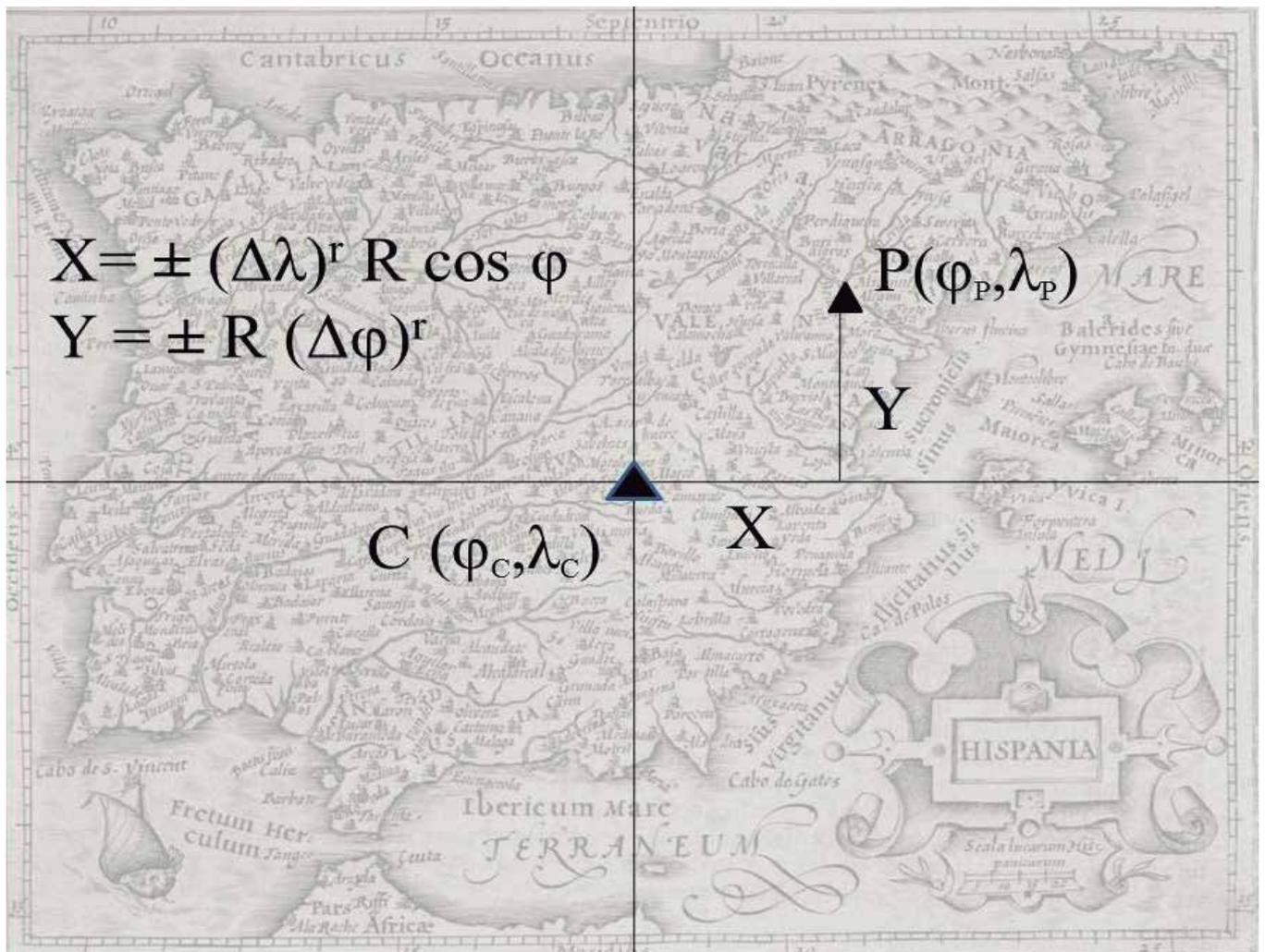


Figura 8. Posible sistema cartográfico empleado en el Atlas

en solo tres: Aragón, Castilla y Portugal. Bajo el primero de ellos situó las regiones de Aragón, Cataluña, Valencia, Mallorca y Menorca. A Castilla pertenecían Vizcaya, León, Asturias, Galicia, Extremadura, Andalucía, Granada y Murcia, y las dos Castillas, con el aditamento de Canarias. En el reino de Portugal se incluyó naturalmente su región más meridional, esto es el Algarve. La mención de las principales capitales de la península no quedó al margen de la descripción, es más se decía que en tales reinos había ciudades «casi innumerables», considerando principales las que se indican a continuación: Sevilla, Madrid, Tarragona, Lisboa, Granada, Pamplona, Valencia, Barcelona, León, Sanlúcar, Córdoba, Lebrija,

Compostela, Toledo, Salamanca, Zaragoza, «Asturica, Augusta y muchas otras».

Al abordar las cuestiones relacionadas con la geografía física, se hizo evidente la falta de información geográfica, limitándose a citar solo aquellos detalles topográficos próximos a los caminos muy transitados e incluso a hacerse eco de algunas leyendas sin ningún fundamento. Sirvan de ejemplo los dos casos que se detallan a continuación. Primeramente el supuesto ruido emitido por unos peces de un lago cerca de Béjar, similar al mugido de un toro, que podía oírse a dieciocho mil pasos de distancia. El otro se refiere al lago existente en la cumbre del monte Stella, en el que solían aparecer restos de embarcaciones,

aunque estuviese alejado del mar más de doce leguas, y del que los lugareños aseguaban que se reflejaban en el mismo las tempestades del mar(20). En el listado de los ríos sobresalía el Ebro, denominado Iberus por Tolomeo, el Duero, «el más grande de España por el número de sus afluentes», el Tajo, con una desembocadura que tenía un ancho de dos mil pasos. Acto seguido se mencionaron los ojos del Guadiana y el gran río (Guadalquivir), el Betis de Estra-

(20) Esta información la obtuvo Montanus del humanista de Brujas Jan Waes (Johannes Vasaetus). Se da la circunstancia de que Vaseo se trasladó a España, por iniciativa de Fernando Colón, llegando a ser catedrático en la Universidad de Salamanca.

bón, que según los antiguos era portador de oro y olivas. La relación de montañas es un tanto farragosa, citándose al principio los Pirineos, que separaban a España de Francia, llamados así por Tolomeo. Además de la Sierra Morena, se refiere también el Peñón de Calpe(21) y la Peña de los Enamorados (localizada en las proximidades de Archidona), dando a entender que estos dos últimos eran visibles entre sí. La lista la cerraba la montaña barcelonesa de Montjuïc, «que algunos interpretan *Mont Jovis*: pero otros mejor, *Mons Judeorum*».

Parecida filosofía informó la descripción de las peculiaridades de cada región peninsular, cuyo resumen no nos ha parecido especialmente interesante. Tanto estas como los comentarios anteriores, se ilustraron, como ya se dijo, con un total de siete mapas: uno general y seis locales. Aunque no se especifique en el atlas el sistema cartográfico empleado para confeccionar los mapas, es probable que se usara uno policéntrico. El plano del mapa coincidiría, en tal caso, con el plano tangente a la esfera terrestre trazado por el punto cuya imagen fuese el centro del mapa respectivo. De modo que tomándolo como origen de coordenadas, la abscisa de un punto genérico sería el producto de su longitud, con relación al mismo y expresada en radianes, por el coseno de la latitud genérica; en cuanto a la ordenada, sería igual al producto del radio de la Tierra por la diferencia de latitudes, entre el origen y el punto genérico, expresada igualmente en radianes. Evidentemente, tales resultados habría que reducirlos de acuerdo con la escala gráfica indicada en el mapa respectivo.

Todos los mapas son sensiblemente rectangulares, estando enmarcados por las imágenes de los paralelos y de los meridianos, graduadas en fracciones de grado (de longitud y latitud). En el centro de cada uno de los bordes están escritas las cuatro direcciones

cardinales, a saber: Septentrio (N), Meridies (S), Oriens (E) y Occidens (O). Todas las longitudes geográficas estuvieron referidas a las Islas Canarias, sin que se especificase claramente si fue a la Isla de Hierro o a la de Gran Canaria(22). En cada uno de los mapas figura una cartela barroca, bellamente elaborada, con el título del mismo y las escalas, gráficas correspondientes. Una última característica que comparten todas esas imágenes cartográficas del territorio peninsular es la de una grabación muy esmerada de cada uno de los detalles topográficos, y de los rótulos que los identifican, hasta el punto de que se pueden ampliar, excesivamente, sin que pierda calidad la nitidez de los mismos.

Tanto el mapa de la península como los de sus regiones, son meras representaciones planimétricas, a pesar de que, ocasionalmente, se intentara simular el relieve de algunas zonas con la incorporación de perfiles abatidos y sombreados. En todos ellos se usaron líneas de puntos para delimitar zonas de diferente interés. La red hidrográfica parece fiable, puesto que en cada cuenca figuran el río principal y sus principales tributarios, aunque no siempre estuviesen debidamente identificados, dibujándose en ambos casos las dos orillas. Todo el perímetro del litoral se puso más de manifiesto gracias a un estético rayado horizontal. También aparecen en el mapa los núcleos urbanos, aunque su imagen sea un simple signo convencional compuesto por un círculo, o por una corona circular si es de importancia mayor, con un gran punto en su centro, junto al esquema de una edificación. La toponimia está debidamente jerarquizada, sobresaliendo la letra itálica en la mayoría de los rótulos; reservándose la romanilla (mayúscula o minúscula, vertical o inclinada) para los detalles más relevantes. El dibujo de los mapas se completó con adornos tales como barcos, e incluso con algún que otro monstruo marino o con un pez montado por un jinete desnudo, fiel reflejo del horror vacui.

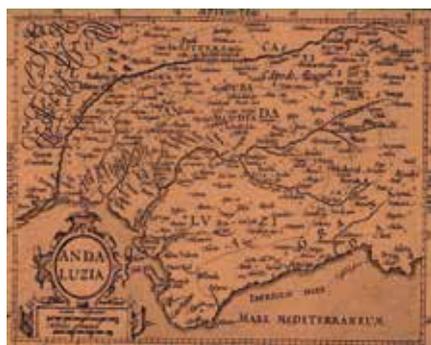
El campo de cada mapa era variable, el de la península estaba comprendido entre

unas latitudes próximas a los 35º y 44º, y unas longitudes orientales de 10º E y 25º E. En su escala gráfica aparecieron reducidas 20 leguas (*Scala lucarum Hispanicarum*). El mapa de Portugal representa la zona que se encuentra entre las latitudes de 37º y 42º, y las longitudes de 10º 10' E y 14º 10' E. Su escala gráfica fue doble: una de 24 leguas de 17.5 en el grado y otra de 15 millas germánicas en el grado; para mejorar su presentación se colocó el Oeste en la parte superior del cuadro. El mapa de Vizcaya y León estaba limitado por los paralelos de latitud 41º y 43º 50', y por los meridianos definidos por las longitudes 13º E y 18º 25' E. Este mapa presenta la particularidad de ofrecer la imagen de zonas boscosas, con el dibujo de pequeños grupos de árboles, a uno y otro lado de la Ría de Bilbao, igualmente representada. También figuraba aquí una doble escala gráfica de 5 leguas hispánicas y de 5 millas germánicas.

El mapa de Castilla estuvo encuadrado entre los 37º 40' y los 43º de latitud, y las longitudes de 12º E y 22º E. En cuanto a la escala gráfica, también se hizo doble: 14 millas germánicas y 14 leguas hispánicas. En el mapa de Andalucía solo se ofreció la imagen parcial del territorio que ahora la conforma, quedando sin representación el extremo más oriental de la misma (integrado por entonces en el último reino musulmán de *al-Andalus*). Los límites geográficos de su campo fueron fijados por las longitudes 11º 30' E y 18º E, y las latitudes de 32º 50' y 39º 30'. La escala gráfica fue asimismo doble: 16 leguas hispánicas y 12 millas germánicas. El mapa del reino de Valencia se presentó en el atlas como el de Portugal, es decir con el Oeste en la parte superior del dibujo. Los límites del campo fueron en este caso, las longitudes de 20º E y de 22º E, y las latitudes de 38º 5' y 40º 30'. La escala gráfica fue única y de 5 leguas hispánicas. Finalmente, los límites del campo del mapa correspondiente a Aragón y Cataluña, fueron los siguientes: longitudes de 17º 50' E y 25º E, y latitudes de 39º 5' y de 43º. La escala gráfica fue aquí doble: 10 leguas hispánicas y 8 millas germánicas.

(21) Se estaba refiriendo al peón de Gibraltar, que los griegos llamaban Calpe. Se trataba de una de las míticas columnas de Hércules, la otra, en el lado africano, era Monte Abyla o Jebel Musa.

Mapas de España y sus regiones



UAVs: Patrimonio y precisión

Cuatro jóvenes ingenieros han creado la empresa española Soluciones Aéreas no Tripuladas Azor, S.L. Este equipo multidisciplinar diseña, construye, pilota y gestiona la información de sus propios UAVs de ala fija y multihélices; los cuales utilizan en múltiples labores, tales como teledetección en agricultura y medio ambiente, gestión de emergencias, defensa y seguridad o aplicaciones en ingeniería civil.

En el diseño y construcción de sus drones destacan el constante desarrollo para proporcionar a estos de mayor autonomía y realizar labores cada vez más complejas, utilizando materiales muy ligeros y baterías de alto rendimiento que consiguen, con la misma carga nominal que las convencionales, una reducción de peso de un 25%.

Actualmente participan en proyectos de investigación que consisten en la aplicación de diversas técnicas para la documentación y puesta en valor del patrimonio ingeniero-arquitectónico, en colaboración con Digitalizados3D empresa marcada por el carácter tecnológico e investigador para el tratamiento de información en tres dimensiones.

En los últimos años existe una demanda emergente de nuevos métodos de documentación y estudio, que reduzcan costes y aumente eficacia, por lo que Azor, S.L. apuesta por una integración de esta tecnología y participa activamente dando respuesta en el ámbito de los vehículos aéreos no tripulados mediante el uso de drones de despegue vertical. Junto con Digitalizados3D han garantizado su participación en diversos trabajos de investigación donde se pondrá en práctica esta técnica la cuál mostrará al público una reconstrucción virtual de una antigua muralla en la Edad Media mientras pasean por el entorno real.



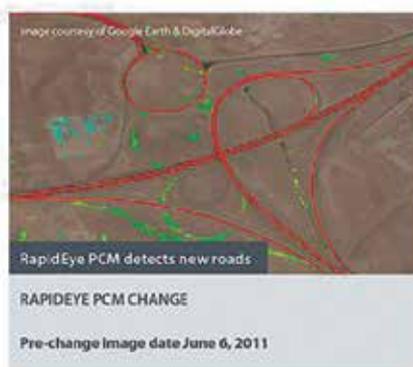
BlackBridge y MDA lanzan solución para el monitoreo de cambios persistentes

BlackBridge anuncia colaboración estratégica con la compañía estadounidense MDA Information Systems LLC (MDA) y el lanzamiento al mercado de una solución de monitoreo de cambios. Ésta incorpora imágenes satelitales RapidEye y la tecnología Persistent Change Monitoring (PCM™) de MDA. La solución RapidEye PCM™ ha sido muy bien recibida por socios de ventas y clientes después de su presentación en el Simposio GEOINT 2013*, la Conferencia ENABLE2014 de BlackBridge y la Conferencia de Usuarios de Esri 2014.

Esta nueva solución permite realizar actualizaciones cartográficas de manera simple y rápida. Añadiendo RapidEye PCM al proceso de actualización cartográfica, los usuarios pueden reducir el coste y tiempo requerido para dichas actualizaciones.

RapidEye PCM utiliza la tecnología patentada de MDA para la detección de cambios, la cual aplica algoritmos independientes de la escala y el sensor para comparar varias imágenes de diferentes fechas e identificar áreas con cambios persistentes en el tiempo, eliminando así cambios estacionales, por ejemplo. Mediante la identificación únicamente de este tipo de cambios, tales como nuevas construcciones o cambios permanentes en infraestructuras, RapidEye PCM ayuda a ahorrar hasta un 90% del esfuerzo y coste requerido si se compara con la misma tarea realizada visualmente.

Este proceso aprovecha la resolución



y capacidad de adquisición de los satélites RapidEye, además del amplio archivo de imágenes disponible. Con RapidEye PCM, los usuarios pueden localizar pequeños cambios de hasta 5 por 5 metros, que con la utilización posterior de imágenes de mayor resolución, permite actualizar cartografía de escalas hasta 1:5.000.

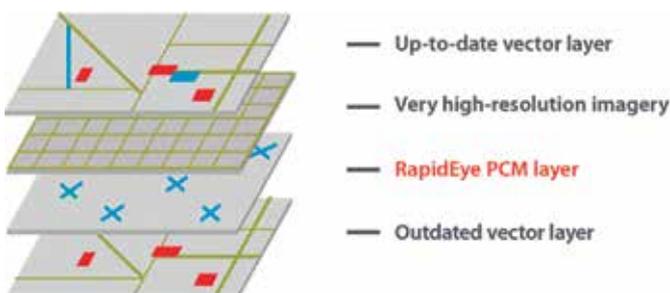
Scott Douglass, gerente de producto de BlackBridge, comenta, «Queremos encontrar maneras más fáciles y eficientes de servir a nuestros clientes y

socios. RapidEye PCM es nuestra respuesta a su necesidad de actualizar cartografía de una forma más simple y menos costosa.»

Roger Mitchell, vicepresidente senior de MDA Information Systems LLC añade, «con el lanzamiento de PCM para imágenes RapidEye, MDA Information Systems y BlackBridge han creado la posibilidad concreta de incrementar significativamente la productividad del proceso de actualización cartográfica.»

Para conocer más acerca de cómo puede usar RapidEye PCM, visite nuestra web (<http://blackbridge.com/rapideye/products/pcm.htm>).

**BlackBridge: www.BlackBridge.com
MDA: www.mdaus.com**



Crean un escáner 3D más barato y con mayor resolución

Investigadores de la UPC han creado un dispositivo capaz de crear representaciones digitales tridimensionales de toda clase de objetos, con más resolución y a un coste menor que los actuales.

La Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) ha desarrollado una cámara láser de reconstrucción 3D que, además de mejorar la calidad de las imágenes resultantes, abarata el proceso de obtenerlas. Según sus creadores cuesta la mitad que los equipos existentes.

La cámara, un proyecto promovido a través del centro de innovación tecnológica CD6, funciona con una sucesión de pulsos láser que miden la distancia entre diferentes puntos. En base a estos es capaz de elaborar una reconstrucción digital y tridimensional de toda clase de objetos.

El dispositivo incorpora un nuevo sistema de escaneo patentado por el equipo de investigadores del CD6 que obtiene prestaciones superiores en cuanto al coste, la resolución espacial, la distancia de medida y la resistencia a condiciones ambientales como la lluvia o la nieve. La patente se ha extendido a los países europeos, Estados Unidos, Israel, Japón y China.

«Ya ha despertado el interés de inversores para aplicarla en ámbitos como la aeronáutica o los vehículos robóticos»

Segundo prototipo

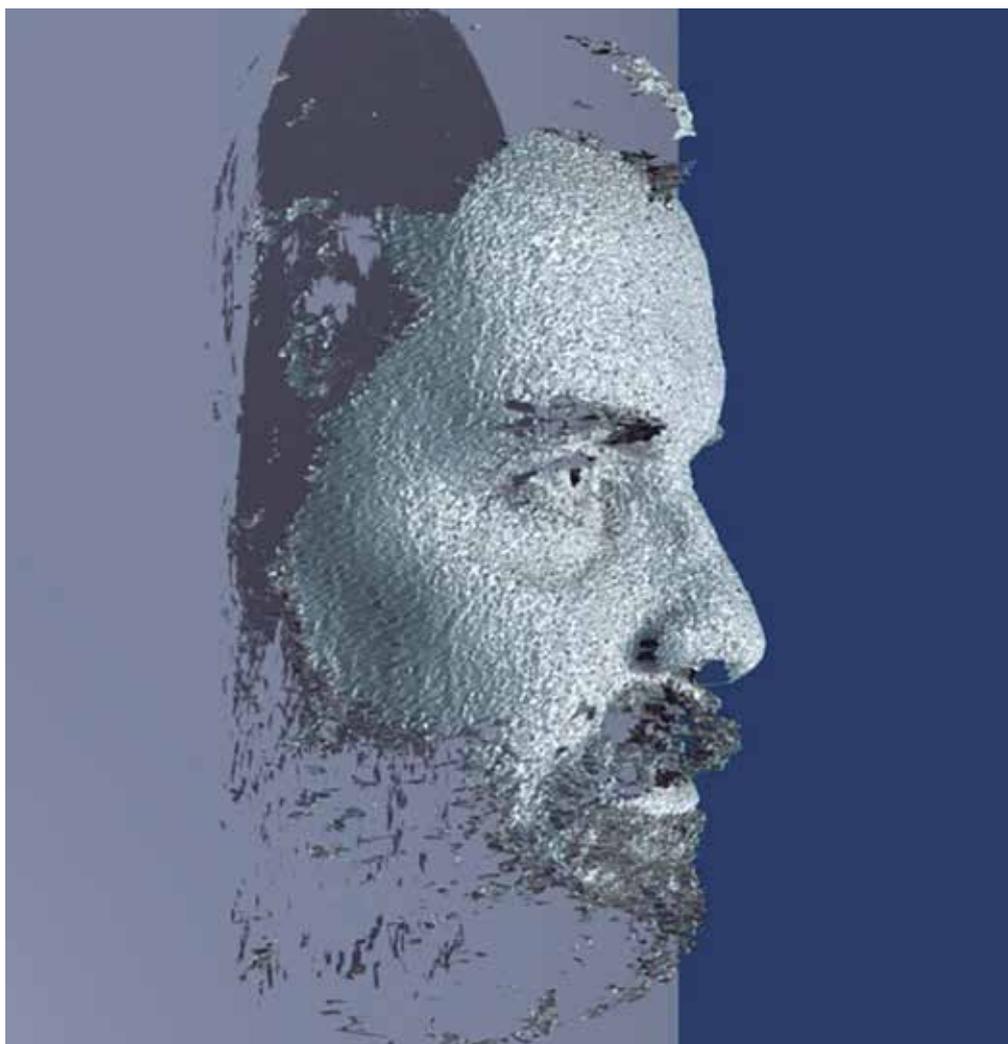
El nuevo desarrollo cuenta

con el apoyo de la Generalitat a través de ACCIÓ -la agencia para la competitividad de la empresa catalana- y del programa Valtec dirigido a impulsar los procesos de valorización de la tecnología para que llegue al mercado. Según Santiago Royo, director del centro CD6, «la cámara ya ha despertado el interés de inversores para aplicarla en ámbitos concretos, como la

aeronáutica o los vehículos robóticos».

Con el apoyo del programa Valtec, explica Royo, «podemos financiar el coste de un segundo prototipo y acelerar el proceso de comercialización y llegada al mercado». La cámara resultante tendrá un coste aproximado de unos 20.000 euros. Sus características están orientadas a mercados tan diversos como el audiovisual, el ferroviario, la robótica o la aeronáutica.

Fuente: www.larioja.com



Visualizador de cartografía para móvil. OruxICV

Este programa de distribución gratuita para Android basado en OruxMaps permite visualizar cartografía de distintas fuentes (ICV, Google, openstreetmap...) en dispositivos móviles (tablets, teléfonos, etc...) y gracias a la utilización del GPS que está integrado en estos dispositivos, es capaz de situarse en la ubicación del usuario.

Con una interface muy intuitiva y amigable, se acceden entre otras a las siguientes funcionalidades:



- **Visualización de cartografía de diferentes fuentes.** (ICV, openstreetmap, google, etc...).

Desde la aplicación el usuario puede navegar por los diferentes mapas, acercarse, alejarse, superponer capas, componer mapas con diferentes capas, etc

- **Carga y guardado de Tracks/ rutas.** Los ciclistas o senderistas tras guardar sus rutas en formato GPX, pueden compartirlas con otros usuarios, o cargar rutas ya definidas para poder seguir las en campo.
- **Guardado de Waypoints o puntos de interés.** Permite almacenar puntos tomados con el GPS del dispositivo y gestionarlos desde la aplicación (por ejemplo, se le puede pedir que te lleve a un punto guardado desde tu posición) añadiendo diferentes iconos a cada uno.
- **Incorporación de avisos sonoros** (al llegar a un punto definido anteriormente). Se puede configurar para que al aproximarse a un determinado punto de interés suene una alarma y avise de la

proximidad o se active al superar una velocidad predeterminada.

- **Pulsómetro.** Permite la conexión de los pulsómetros más extendidos en el mercado a través de conexión bluetooth y mostrar en pantalla pulsaciones medias, pulsaciones o un avisador si se superan las pulsaciones ya predeterminadas.
- **Multitracking.** Permite compartir la posición con compañeros; se da de alta a otros usuarios y compartes con ellos tu posición, o al revés, puedes consultar en tu dispositivo la ubicación de otros usuarios que te mandan su track.
- **Mapas online.** Permite consultar toda la cartografía básica o compleja, generada por el Institut Cartogràfic Valencià a través de mapas web, que cubren toda la superficie de la C.V. a gran resolución, así como consultar otros mapas disponibles de distintas fuentes.
- **Mapas offline.** Se pueden copiar en el dispositivo mapas para poder visualizarlos sin necesidad de conexión de datos. Esta funcionalidad ahorra mucha batería ya que no se necesita la conexión de datos y funciona independientemente de la cobertura disponible. Solo hay que descargar el mapa offline deseado de la página terrasit.gva.es (IDE de la Comunitat Valenciana) y copiarlo en el dispositivo en la carpeta /OruxICV/Mapfile/. También ofrece la posibilidad de que el usuario cree sus propios mapas offline a partir de los mapas online que se cargan en la aplicación.
- **Visualización 3d de mapas.** Permite ver perspectivas 3d de los mapas (a vista de pájaro) o realizar perfiles longitudinales de los tracks almacenados en el dispositivo.
- **Acceso a utilidades del GPS** como el barómetro, medir superficies, medir distancias, rutero,...

Servicios Terrasit (IDE de la Comunidad Valenciana) en OruxICV:



- **Buscador toponímico** (Toponimia de la AVL). Desde OruxICV se puede acceder al buscador toponímico que está implementado en Terrasit (más de 150.000 topónimos) así como los puntos de interés dados de alta (centros educativos, sanitarios, direcciones, puntos kilométricos, etc...).
- **Cartografía oficial de C.V. como cartografía por defecto** (Ortofoto, Mapa topográfico, Mapa de sombras y todas las capas de Terrasit).
- **Posibilidad de interrogar a la cartografía.** Una vez cargada una capa, por ejemplo, la de "Sanitario", se puede preguntar al icono de una farmacia y te responderá quien es el titular, el teléfono, dirección,...
- **Carga de cartografía offline de la Comunidad Valenciana.** El ICV ha confeccionado una serie de mapas, entre los que destacamos los de Parques Naturales, para poder salir a campo y poder visualizar el mapa sin tener conexión a internet. Esta cartografía hay que copiarla en el dispositivo y no se necesita cobertura para visualizarla. Esta cartografía está disponible en la web de terrasit.

Descargar en <http://terrasit.gva.es/es/oruxicv>

Fuente: Blog IDEE



10 jornadas
internacionales
gvSIG

Estrategias
Siglo
XXI

3-5
Diciembre
2014

10
E
XXI

gv
SIG



<http://jornadas.gvsig.org>

Complejo Deportivo-Cultural
La Petxina
(Valencia - España)

El Instituto Geográfico Nacional ha puesto a descarga en la Red 49.000 mapas de sus Fondos Históricos

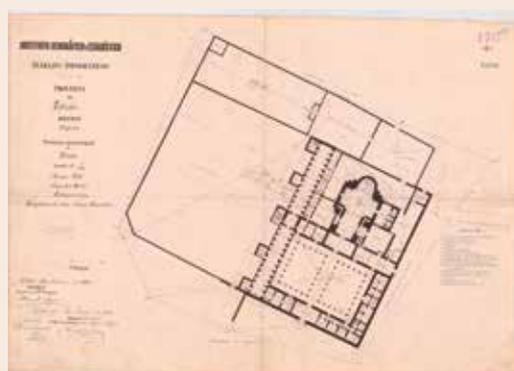
Ya es posible acceder a algunas de las primeras representaciones cartográficas de detalle del territorio. Se han habilitado para descarga las Minutas Cartográficas que sirvieron de base para la realización de las primeras hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Este producto engloba las minutas planimétricas, minutas altimétricas y minutas conjuntas de altimetría y planimetría que se realizaron principalmente entre 1870 y 1950. Son mapas manuscritos realizados a escala 1:25.000, con una precisión de obtención de la información correspondiente a la escala 1:50.000. Estos documentos son fundamentales para entender la evolución del país desde el siglo XIX hasta nuestros días, en algunos casos la información puesta a descarga es 40 años anterior a la publicación del primer mapa oficial. Los originales se encuentran custodiados en el Archivo del Instituto Geográfico Nacional, y la descarga permite obtener cada mapa escaneado en formato jpg con una resolución de 250ppp, así como un archivo georreferenciado en formato ecw con resolución 400 ppp (Sistema Geodésico ED50, Proyección UTM huso 30 extendido).

También se pueden descargar los Planos de Población correspondientes a la digitalización de planos manuscritos de cascos urbanos a escalas 1:1.000, 1:2.000 o 1:5.000 realizados entre 1870 y 1950. Los Planos de Población (12 500 mapas nuevos) son muy variados, desde planos en los que el núcleo urbano se divide en hojas siguiendo una distribución de retícula como por ejemplo el de Almería de 1917 o planos dibujados a escala en la parte posterior de un cuaderno de campo.

Por último se puede acceder a los Planos de Edificios correspondientes a la digitalización de planos manuscritos de edificios singulares. Fueron realizados a diferentes escalas, principalmente 1:250 y 1:500, entre los años 1860 y 1900. No existen documentos de todas las provincias, tan sólo existen planos en las provincias de Badajoz, Ciudad Real, Guadalajara, Madrid, Segovia y Toledo. Destacan por su cantidad y belleza los realizados en la provincia de Toledo a finales del siglo XIX, entre los que se encuentran por ejemplo el de la Fábrica de Armas de Toledo.

Se puede acceder a esta información a través de la página web del IGN, <http://www.ign.es/ign/main/index.do>, pulsando después en el icono «DESCARGAS», o bien directamente en la dirección del Centro de Descargas del CNIG, <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Fuente: Instituto Geográfico Nacional



Diseñar América. El trazado español de los Estados Unidos

Desde el 12 de julio al 12 de octubre de 2014 se puede visitar en la Biblioteca Nacional de España la Exposición **Diseñar América: el trazado español de los Estados Unidos**.

La exposición reúne bajo una misma mirada la amplia aportación española a la construcción del territorio, el paisaje y la ciudad en Estados Unidos, mostrando cómo ésta es una herencia viva en constante renovación. Se trata, por tanto, de un diálogo fluido entre pasado y presente, en el que se exhiben

más de 70 obras originales procedentes de los fondos de la Biblioteca Nacional, del Archivo General Militar y del Archivo del Museo Naval. Asimismo, recoge una colección de los proyectos más destacados de los principales arquitectos y empresas españolas con presencia en Estados Unidos en las últimas décadas.

Con este enfoque novedoso acerca de la historia común de ambos países, la Fundación Consejo España – EE.UU., institución sin ánimo de lucro dedicada a impulsar las relaciones entre ambos países a través de la sociedad civil, se suma a las celebraciones de las importantes efemérides para las relaciones bilaterales que se suceden entre los años 2013 y 2015. En este período bianual,



Mapa datado en 1612

se celebra el V centenario del Descubrimiento de la Florida por Ponce de León, el V centenario del Descubrimiento del Pacífico por Núñez de Balboa, el III centenario del nacimiento de Fray Junípero Serra, fundador de California y el cuatrocientos cincuenta aniversario de la fundación de la primera ciudad estadounidense (San Agustín, Florida), por Menéndez de Avilés.

Mediante el diálogo entre los documentos históricos y la narración compuesta de textos, imágenes y audiovisuales, se ofrece al visitante la oportunidad de conocer los hechos históricos, políticos y culturales que han marcado el transcurso de los quinientos años de historia en común entre Estados Unidos y España, cuya huella sigue siendo visible en el suelo norteamericano.

Historias fragmentarias como los 40 años de influencia española en Nueva Orleans o el despliegue empresarial que Rafael Guastavino construyó de costa a costa de los Estados Unidos comparten espacio con la historia de cómo España dibujó el Nuevo Mundo o cómo sobre suelo español fue donde se fundó la primera ciudad de esclavos liberados.

La exposición toma la forma de un **recorrido abierto y transversal a través de los ámbitos de la arquitectura, el urbanismo y el territorio**. Esta triada marca también la organización de la

muestra, que hace un recorrido por la influencia que los españoles dejaron y mantienen al otro lado del Atlántico; ciudades tan emblemáticas como Nueva York, San Francisco o Nueva Orleans mantienen en su estructura, su cultura y su patrimonio actuales una innegable e interesante presencia española. Éste es tan sólo un ejemplo de lo que se puede descubrir recorriendo la exposición *Diseñar América: el trazado español de los Estados Unidos*.

Información práctica

- Del 4 de julio al 12 de octubre de 2014
- Sala Recoletos
- **Comisariado**
Juan Miguel Hernández León, director del Grupo de Investigación Paisaje Cultural de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.
- **Organiza**
Fundación Consejo España – Estados Unidos
- **Colabora**
Biblioteca Nacional de España
- **Patrocinan**
Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, Fundación ACS, Obra Social "la Caixa", OHL, Técnicas Reunidas, Ferrovial, Acciona, Fundación Abertis, Fundación Repsol y Hewlett Packard.

Fuente: *Biblioteca Nacional de España*

Aplicaciones para la geolocalización de imágenes tomadas por la Estación Espacial Internacional

Con el objetivo de catalogar el archivo de imágenes nocturnas de la Estación Espacial Internacional, investigadores del departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Complutense de Madrid han creado un proyecto de ciencia ciudadana en la que se publica un catálogo con cerca de 1.700 imágenes nocturnas de todo el mundo para uso de los medios de comunicación, disfrute de los ciudadanos y uso científico. [1]

Más de 1.200.000 imágenes han sido tomadas por los astronautas de la Estación Espacial Internacional desde 2003, de las cuales unas 300.000 son imágenes nocturnas. Sin embargo, sólo el 1% de las imágenes están catalogadas, al haber sido hechas de manera manual por los astronautas.

El catálogo se ha llevado a cabo gracias a la desinteresada colaboración de estudiantes, voluntarios de varios países, personal de la Universidad Complutense y la Universidad Libre de Berlín

En la web del proyecto, traducida a 13 idiomas, también han colaborado otras entidades y organizaciones como MediaLab-Prado, la Red Española de Estudios en Contaminación Lumínica, el portal Crowdcrafting, la red europea de investigación Loss of the Night, la asociación Celfosc y la red AstroMadrid.

Acompañando este catálogo se presentan también 3 aplicaciones de ciencia ciudadana para que cualquier persona pueda contribuir a la investigación sin importar sus conocimientos:

Dark Skies of ISS (Cielos Oscuros de la ISS) pretende que los ciudada-

nos ayuden a clasificar las imágenes entre distintos tipos: Imágenes de ciudades, imágenes de estrellas y otros. No requiere ningún conocimiento previo, tan solo disponer de internet. Es la más sencilla. [2]

Lost at Night – Locate images from ISS. (Perdido en la noche – Localiza imágenes desde la ISS) presenta un reto a los ciudadanos. Se muestra una imagen de la cual sólo se conoce su posición con un error máximo de 500 km y los ciudadanos tienen que tratar de identificar a que ciudad corresponde. [3]

Night Cities (Ciudades en la noche) pretende servirse del conocimiento local distribuido. Presenta imágenes de ciudades del mundo junto a mapas. Los ciudadanos deben identificar puntos en las imágenes nocturnas que sean visibles en los mapas. [4]

En la primera etapa, el proyecto clasificó las imágenes tomadas por los astronautas Shkaplerov, Burbank, Ivanishin, Kuipers, Kononenko y Pettit. Especialmente por la presencia durante la misión ISS030 en que se usó del trípode motorizado Nightpod fabricado por la ESA. Está

fue operado principalmente por los astronautas de la ESA André Kuipers y de la NASA Don Pettit (pionero en fotografía nocturna espacial).

La toma de imágenes nocturnas desde la Estación Espacial Internacional es de gran importancia ya que mejora en un factor 75 la resolución (10 m afrente a 750 m) del satélite dedicado a imagen nocturna (Suomi-NPP/VIIRS) y actualmente es el único dispositivo espacial capaz de tomar imágenes en color (tres bandas en el espectro visible). Además, la toma pseudo-aleatoria de las imágenes permite tener imágenes de las ciudades a diferentes horas. Cosa que no es posible con otros satélites.

Las imágenes de satélite de la ISS son las únicas capaces actualmente de distinguir entre diferentes tecnologías de iluminación en las ciudades, por ello son esenciales para un control eficaz del gasto en alumbrado público, estudios estadísticos sobre otras áreas como la seguridad vial o ciudadana, incidencia epidemiológica de cáncer de próstata y mama y otros efectos de la contaminación lumínica (pérdida de biodiversidad, efectos en la salud humana, pérdida

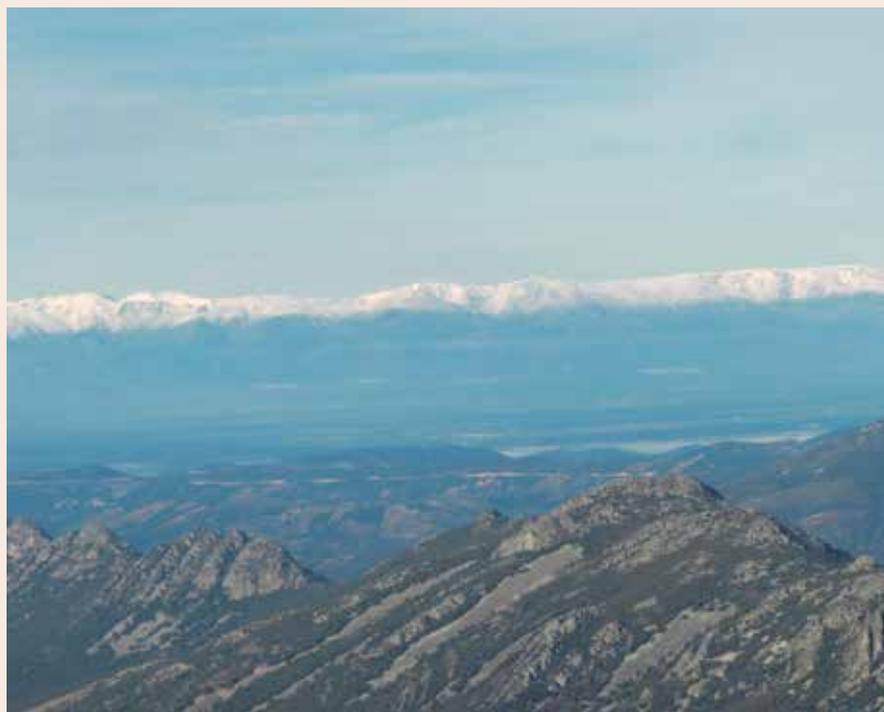
del patrimonio cultural, incremento de la contaminación química del aire, etc.)

El equipo quiere dar las gracias a los astronautas que tomaron las imágenes, especialmente a los astronautas Sochi, Haldfield, Kupiers, Fyodor, Pettit y Parmitano, así como a quienes hacen posible la ISS y este trabajo a través de la cooperación internacional: NASA; Agencia Espacial Federal Rusa ROSCOSMOS; ESA (Agencia Espacial Europea); JAXA (Agencia Japonesa de Exploración Espacial); CSA-ASC (Agencia Espacial Canadiense).

1. <http://www.citiesatnight.org>
2. <http://crowdcrafting.org/app/darkskies/>
3. <http://crowdcrafting.org/app/LostAtNight/>
4. <http://crowdcrafting.org/app/nightcitiesiss/>
5. <http://guaix.fis.ucm.es/DarkSkies>

Firmado: Alejandro Sánchez de Miguel, José Gómez Castaño, Jaime Zamorano, Sergio Pasvual
Departamento de Astrofísica y CC de la Atmósfera - UCM.

Fuente: Blog IDEE



El Sendero Internacional de los Apalaches

El Sendero Internacional de los Apalaches (SIA) es un proyecto basado en recorrer la geología de los Apalaches ahí donde ésta se encuentre y representa la unión de pueblos y culturas entre Norte América y Europa, siendo nuestra misión la de crear, desarrollar y mantener un sendero de largo recorrido que se extienda más allá de las fronteras geográficas de las regiones que formaron parte de las montañas Apalaches originadas hace más de 400 millones de años en el super-continente Pangea.

Además de conectar gentes y lugares, nuestro fin es promover el patrimonio natural y cultural, la salud y el deporte, respetando el medio ambiente, el compañerismo y la cooperación transfronteriza, así como el desarrollo económico y rural a través de un hábito saludable y recreativo como es el senderismo.

La primera idea de crear el Sendero Internacional de los Apalaches surge de Richard Anderson, biólogo marino, en 1991, no siendo hasta abril de 1994, cuando se hizo por primera vez pública en un acto, presentado por Joe Brennan (Candidato a Gobernador del Estado de Maine) en el día de la tierra.

Desde 1991, hasta el día de hoy el SIA cuenta con asociaciones en 20 países o regiones de todo el mundo trabajando en completar el sendero.

La primera fase del desarrollo del SIA en España, ha sido localizar y diferenciar en la geografía española todos los terrenos representativos de la geología de los Apalaches. Posteriormente y siguiendo el sentido del plegamiento que dio origen a los Apalaches NW-SE, se han buscado caminos o senderos de relevancia, que permitan al senderista, poder continuar de forma continúa su trazado.

En España, tenemos representación de esta geología en varias regiones, teniendo que unir nuestro sendero con nuestro vecino Portugal, la zona Norte de León a Santiago de Compostela pasando por Gijón, la zona Central de Alcántara a las Villuercas-Ibores-Jara y la zona Sureste desde Puerto Rey a Córdoba.

Creemos que la mejor forma de crear y difundir el sendero, es aportando al mismo un carácter cultural e histórico además del puramente geológico.

Más información: <http://senderointernacionalapalaches.org/>

Restauración de dos esferas en el IPCE

El Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) está llevando a cabo la restauración de dos esferas, una terráquea y otra celeste, realizadas por el geógrafo francés Didier Robert de Vaugondy a mediados del siglo XVIII.

Tras la contextualización de ambas obras y la explicación de sus características materiales, los asistentes han podido conocer las causas que han producido su deterioro y la propuesta de intervención realizada por el Servicio de restauración de Libros y Documentos del IPCE. Los dos globos habían sufrido golpes que causaron deformaciones, pérdidas de soporte y fisuras que afectaban incluso a los ejes de meridianos, dañando el mecanismo de rotación. En otros elementos se observaba, además, la alteración sufrida por determinados materiales con el paso del tiempo; tal era el caso de los anillos de horizonte, integrados en el soporte de madera de cada una de las esferas, en los que el uso de betún de Judea había propiciado la aparición de una veladura oscura por la reacción de tinta y aceites, o las agujas horaria de los círculos de meridiano que estaban bloqueadas por aceites y grasas.

Para recuperar los dos globos se procedió a la eliminación del barniz mediante bisturí, tras lo que se realizaron pruebas de solubilidad y control del pH para determinar

el tratamiento adecuado de limpieza. Posteriormente se procedió a consolidar y reintegrar los volúmenes con papel y estuco, tras lo que se llevó a cabo la recuperación de los soportes de las grafías a los que se les ha aplicado un tratamiento de protección, además de un barnizado final. La intervención ha incluido, también, la recuperación de los elementos y mecanismos que permiten devolver a ambas obras el carácter de objeto científico con el que fueron concebidas.

Fuente: IPCE



ForoMundoUNIGIS

ForoMundoUNIGIS

Creando la Comunidad SIG en América Latina

01-10-2014 / 10-12-2014

- **Argentina, Perú, Colombia, Ecuador, Brasil**
- **Contact:** rresl@usfq.edu.ec
- **Website:** <http://foromundo.unigis.net/>

12th Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage



06-10-2014 / 08-12-2014

- **Darmstadt, Alemania**
- **Contact:** info-GCH2014@eg.org
- **Website:** <http://diglib.eg.org/GCH2014>

Joint International Conference on Geospatial Theory, Processing, Modeling and Applications



06-10-2014 / 08-12-2014

- **Toronto, Canadá**
- **Contact:** <http://www2.isprs.org/2014GeoTPMA/contact.html>
- **Website:** <http://www2.isprs.org/2014GeoTPMA/home.html>

INTERGEO



07-10-2014 / 09-10-2014

- **Berlin, Alemania**
- **Contact:** <http://www.intergeo.de/intergeo/kontakt/kontakt.php>
- **Website:** <http://www.intergeo.de>

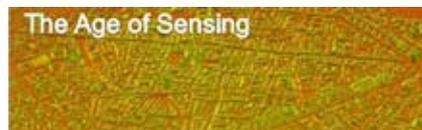
XVII Congreso Peruano de Geología



12-10-2014 / 15-10-2014

- **Lima, Perú**
- **Contact:** congreso@sgp.org.pe
- **Website:** <http://www.congresosgp.com>

5th International Conference on Remote Sensing in Archaeology



13-10-2014 / 15-10-2014

- **Durham, Carolina del Norte**
- **Contact:** space2place@duke.edu
- **Website:** <http://space2place.classicalstudies.duke.edu/>

International RADAR Conference 2014



13-10-2014 / 17-10-2014

- **Lille, Francia**
- **Contact:** <http://www.radar2014.org/contact>
- **Website:** <http://www.radar2014.org/>

XI SenGeF



14-10-2014 / 16-10-2014

- **Curitiba, Brasil**
- **Contact:** <http://www.11sengef.com.br/meusdados/>
- **Website:** <http://www.11sengef.com.br/home/>

ARQUEOLÓGICA 2.0



15-10-2014 / 17-10-2014

- Ciudad Real, España
- Contact: secretaria@arqueologiavirtual.com
- Website: <http://www.arqueologiavirtual.com/arqueo/>

CONFERENCIA ESRI 2014

Conferencia Esri España 2014,
22 y 23 de octubre, Madrid

22-10-2014 / 23-10-2014

- Madrid, España
- Contact: <http://evento.esri.es/es/ce14/contenido/contacto/266/>
- Website: <http://evento.esri.es/es/ce14/>

VI IBERCARTO



23-10-2014 / 24-10-2014

- Madrid, España
- Contact: ibercarto@fomento.es
- Website: <http://www.ibercarto.ign.es/home>

Congreso Internacional de Geografía



24-10-2014 / 27-10-2014

- San Juan, Argentina
- Contact: informes@gaea.org.ar
- Website: <http://www.gaea.org.ar/>

Trimble DIMENSIONS 2014



03-11-2014 / 05-11-2014

- La Vegas, Estados Unidos
- Contact: <http://www.trimbledimensions.com/contact-us.aspx>
- Website: <http://www.trimbledimensions.com/>

JIIDE 2014



05-11-2014 / 07-11-2014

- Lisboa, Portugal
- Contact: jiide2014@dgterritorio.pt
- Website: <http://www.jiide.org/>

XIV Coloquio Ibérico de Geografía



11-11-2014 / 14-11-2014

- Guimarães, Portugal
- Contact: xivcig@gmail.com
- Website: <http://xivcig-es.weebly.com/>

10 Jornadas Internacionales gvSIG



03-12-2014 / 05-12-2014

- Valencia, España
- Contact: conference-contact@gvsig.com
- Website: <http://www.gvsig.org/web/community/events/jornadas-gvsig/10as>

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.
- **Curriculum:** se debe incluir un breve curriculum 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.mappinginteractivo.es> en el apartado «**Envío de artículos**», o mediante correo electrónico a info@mappinginteractivo.es. 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: ____/____/____

SUSCRIPCIÓN / SUBSCRIPTION:

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

Precios de suscripción por año completo 2013 (6 números por año) Prices year 2013 (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

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: CAIXAESBBXXX)

Distribución y venta / Distribution and sale:

Departamento de Publicaciones de eGeoMapping S.L.

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

Tels: (+34) 91 301 05 64 ; (+34) 655 95 98 69

Fax: (+34) 91 746 70 06

e-mail: info@mappinginteractivo.es

www.mappinginteractivo.es

Firma _____



TOPCON GNSS RECEIVERS

Batería De Larga Duración

Bluetooth Incorporado

Robusto

Varios canales (multi-canal)

GPS+ GLONASS

Tecnología Inspirada

Comunicación Dual

GSM or CDMA

Precisión RTK

Fabricado en USA

Ligero



A veces necesita un receptor rover rápido y ágil. Otras veces necesita el receptor más resistente y sofisticado del planeta. No importa lo que necesite, se merece la tecnología más avanzada.

Desde hace más de una década, Topcon ha liderado la innovación en tecnología GNSS.

Y seguimos haciéndolo hoy.

www.topconpositioning.es



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@cniq.es

CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS

<http://centrodedescargas.cniq.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.