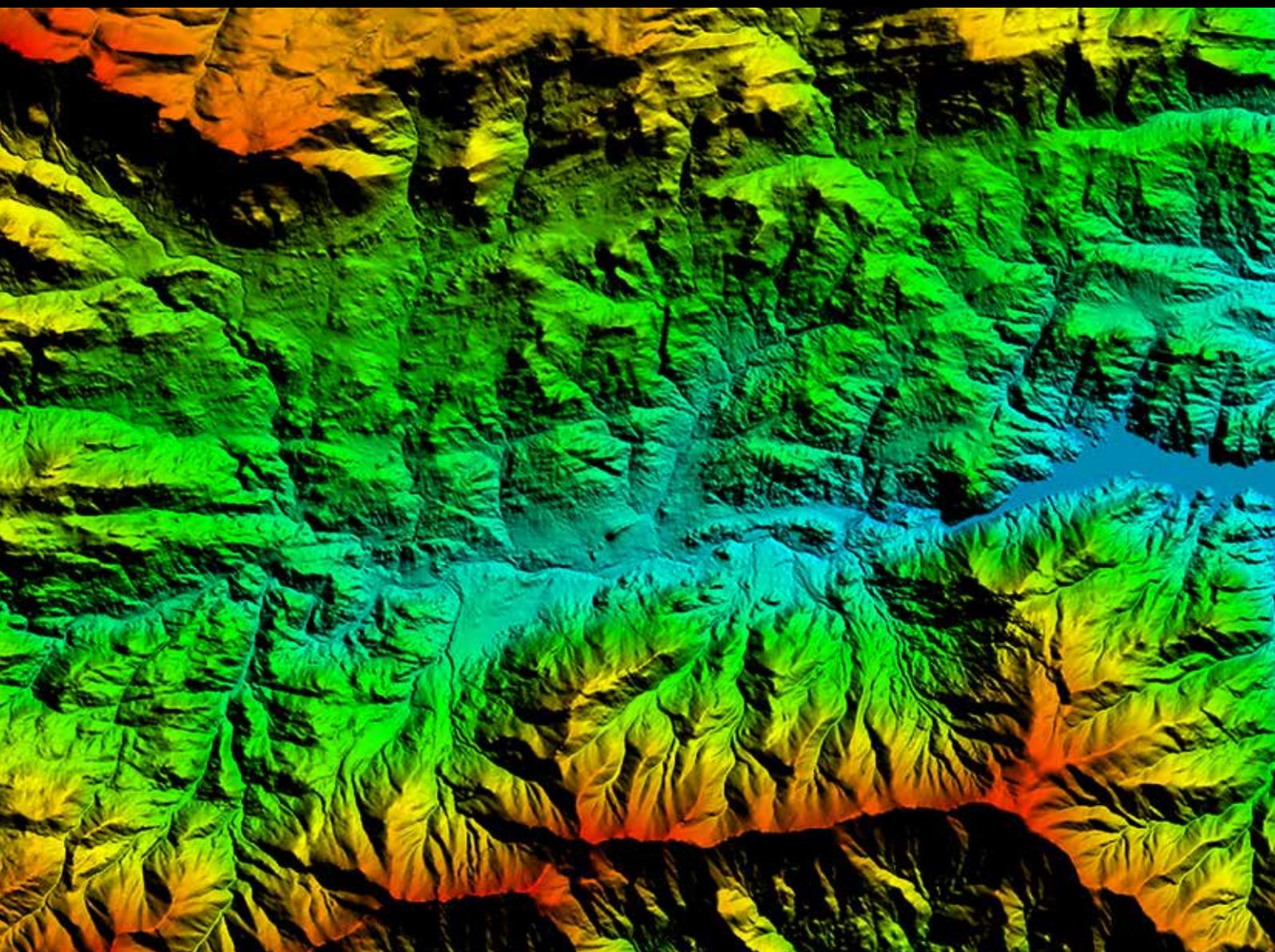


MAPPING

VOL. 32 • Nº 212 • 2023 • ISSN: 1131-9100



Nueva Fórmula del coeficiente de escala UTM

Comparación de métodos para la reducción de datos LiDAR en la generación de modelos digitales de elevación

Cartografía vectorial para móviles del IGN-CNIG

IDE para el inventariado turístico georreferenciado en la mancomunidad del Pla de Mallorca

HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA

MUNDO BLOG

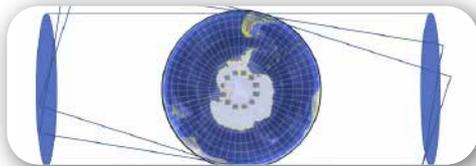
MUNDO TECNOLÓGICO

NOTICAS

MAPPING

VOL.32 N° 212 2023 ISSN 1131-9100

Sumario



Pág. 4

Nueva fórmula del coeficiente de escala UTM.

New formula for the UTM scale coefficient

José Ignacio Rivas Negreira



Pág. 10

Cartografía vectorial para móviles del IGN-CNIG. Creación del proyecto. *IGN-CNIG mobile vector cartography. Project creation*

Jacinto J. Fernández Carmona, Santiago Prieto del Caño, Ana Pozuelo Ortega

Metodo	Eficiencia	C1	C2	C3	C4
Algoritmo de Optimización de M	La aplicación de un método de reducción optimiza la generación de MDE con menor tiempo de procesamiento, mejorando la calidad del terreno. Agilita el procesamiento de puntos.	Comercio	Industria	Medio	No
Reducción hasta un 50% de los					

Pág. 16

Comparación de métodos para la reducción de datos LiDAR en la generación de modelos digitales de elevación. *Methods comparison for LiDAR data reduction in the generation of digital elevation models*

Ramiro Alfredo Torrico Irahola



Pág. 24

IDE para el inventariado turístico georreferenciado en la mancomunidad del Pla de Mallorca. *SDI for georeferenced tourist inventory in the Pla de Mallorca consortium*

Álvaro Anguix Alfaro, Amparo Cisneros García



Pág. 30

Historia de la cartografía.



Pág. 34

Mundo Blog.



Pág. 38

Mundo Tecnológico.



Pág. 44

Noticias.

El conocimiento de hoy es la base del mañana

MAPPING es una publicación técnico-científica con 32 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 32 years of history which aims to disseminate the research, projects and work done in the framework of the disciplines that make Geomatics (GIS, Cartography, Remote Sensing, Photogrammetry, Surveying, GIS, Spatial Data Infrastructure, Land Registry, Environment, etc.) applied in the field of Earth Sciences (Geophysics, Geology, Geomorphology, Geography, Paleontology, Hydrology, etc.). It is a bimonthly magazine with double-blind peer review. MAPPING is aimed at the scientific, academic and business community interested in the dissemination and teaching of Geomatics and their applications in different areas of knowledge that make up the Earth Sciences (Seismology, Geodynamics, Volcanology, Urban Planning, Sociology, History, Architecture Archaeology , Planning, etc.)

MAPPING

VOL.32 Nº212 2023 ISSN 1131-9100

DISTRIBUCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y VENTA

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

MAQUETACIÓN

elninjafluorescente.es

IMPRESIÓN

Podiprint

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

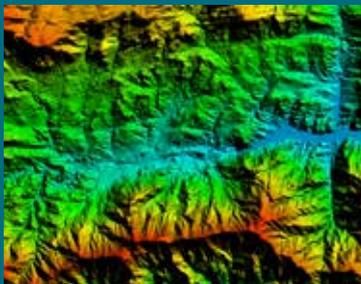


FOTO DE PORTADA:

«Imagen de un modelo digital del terreno»

Autor: Instituto Geográfico Nacional

Depósito Legal: M-14370-2015

ISSN: 1131-9100 / eISSN: 2340-6542

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

PRESIDENTE

Benjamín Piña Patón

DIRECTOR

Miguel Ángel Ruiz Tejada
maruiz@geomapping.com

REDACTORA JEFA

Marta Criado Valdés
mcriado@geomapping.com

CONSEJO DE REDACCIÓN

Julián Aguirre de Mata
ETSITGC. UPM. Madrid

Manuel Alcázar Molina
UJA. Jaén

Marina A. Álvarez Alonso
ETSII. UPM. Madrid

Gersón Beltrán
FGH. UV. Valencia

Carlos Javier Broncano Mateos
Escuela de Guerra del Ejército. Madrid

José María Bustamante Calabuig
Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz

Antonio Crespo Sanz
Investigador

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

Mercedes Farjas Abadía
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen Femenia Ribera
ETSIGCT. UPV. Valencia

Javier Fernández Lozano
ESTMinas. Ule. León

M^a Teresa Fernández Pareja
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen García Calatayud
Biblioteca Nacional de España

Florentino García González
Abogado

Diego González Aguilera
EPSA. USAL. Salamanca

Álvaro Mateo Milán
CECAF. Madrid.

Israel Quintanilla García
ETSIGCT. UPV. Valencia

Antonio Federico Rodríguez Pascual
Revisor de estilos

Pilar Sanz del Rio
URBASANZ Estudio Jurídico S.L.

Roberto Rodríguez-Solano Suárez
EUITF. UPM. Madrid

Andrés Seco Meneses
ETSIA. UPNA. Navarra

Cristina Torrecillas Lozano
ETSI. US. Sevilla

Antonio Vázquez Hoehne
ETSITGC. UPM. Madrid

Jesús Velasco Gómez
ETSITGC. UPM. Madrid

CONSEJO ASESOR

Ana Belén Anquela Julián
ETSICT. UPV. Valencia

Maximiliano Arenas García
Acciona Infraestructuras. Madrid

José Juan Arranz Justel
ETSITGC. UPM. Madrid

César Fernando Rodríguez Tomeo
IPGH. México

Ignacio Durán Boo
Ayuntamiento de Madrid

Francisco Javier González Matesanz
IGN. Madrid

Ourania Mavrantza
KTIMATOLOGIO S.A. Grecia

Julio Mezcuca Rodríguez
Fundación J. García-Siñeriz

Ramón Mieres Álvarez
TOPCON POSITIONING SPAIN. Madrid

Benjamín Piña Patón
Presidente

Nueva fórmula del coeficiente de escala UTM

New formula for the utm scale coefficient

José Ignacio Rivas Negreira

REVISTA **MAPPING**

Vol.32, 212, 4-9

2023

ISSN: 1131-9100

Resumen

El objetivo de la investigación es determinar una nueva fórmula para el cálculo del coeficiente de anamorfosis de las coordenadas UTM respecto a las distancias reales medidas en campo.

No existen desarrollos sencillos y demostrables para dicho cálculo ya que todos se basan en desarrollos sucesivos de aproximaciones.

Abstract

The aim of the research is to determine a new formula for the calculation of the anamorphosis coefficient of the UTM coordinates with respect to the real distances measured in the field.

There are no simple and demonstrable developments for such a calculation as they are all based on successive developments of approximations.

Palabras clave: Escala, Fórmula, Anamorfosis, Mercator

Keyword: UTM, Scale, Formula, Anamorphosis, Mercator

José Ignacio Rivas Negreira.
Ingeniero Técnico en Topografía UPM
jirivasnegreira@gmail.com

Recepción 07/06/2023
Aprobación 10/07/2023

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad todos los trabajos de topografía y la obtención de coordenadas se apoyan en redes topográficas y coordenadas UTM, los trabajos realizados con GPS y fotogramétricos se apoyan en coordenadas UTM. Aunque se ha desarrollado el sistema de coordenadas UTM con el fin de que la diferencia de distancias entre las coordenadas UTM y las distancias reales en campo puedan alcanzar casi el 1:1.000 en casos extraordinarios, esto hace que para las construcciones civiles estos errores sean inadmisibles. Por ello todos los trabajos de topografía en los que son necesarias las distancias reales han de ser corregidos por el factor de escala UTM.

Actualmente el cálculo se resuelve con el *software* de topografía, y los desarrollos que dan su resultado tienen un alto grado de complejidad e iteraciones y solo son utilizados en el diseño de los programas topográficos donde su base es desconocida incluso por los profesionales. Además, tenemos una serie de fórmulas resumidas, cuyos errores en la mayoría de los casos salen de tolerancia.

Objetivos Generales

La razón por la cual se decide indagar sobre este tema es que no existen demostraciones sencillas del coeficiente de anamorfosis de UTM. El presente artículo para que todos los profesionales tengan una fórmula sencilla de fácil aplicación independientemente del elipsoide que se utilice y del lugar del mundo en que se quiere determinar dicho coeficiente.

Objetivos Específicos

Fórmula sencilla para el cálculo de K en un determinado punto.

- Desarrollar una fórmula simple para calcular el coeficiente K en un punto específico.
- Presentar una demostración clara y sencilla que cualquier estudiante de topografía con conocimientos de trigonometría pueda comprender, añadiendo un valor educativo significativo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición

El sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) se basa en la proyección cartográfica transversal de Mercator, una adaptación de la proyección de Mercator que se hace tangente a un meridiano en lugar de al ecuador y se ajusta mediante un factor

de escala de 0.9996 para reducir errores. La principal ventaja del sistema UTM es que las coordenadas se expresan en metros, lo que actualmente facilita el manejo de deformaciones en las distancias, las cuales son generalmente inferiores a 1:1000. Sin embargo, cuando se requieren medidas exactas, es necesario calcular el factor de escala para cada punto con el fin de corregir estos errores. Hasta la fecha, las fórmulas disponibles eran o bien demasiado complicadas para demostrar o simplificaciones empíricas. El objetivo es proporcionar una fórmula con una demostración sencilla, pero con un alto grado de precisión.

2.2 Distintas fórmulas para el cálculo del coeficiente de escala UTM.

Seguidamente se exponen las fórmulas para el cálculo del coeficiente de anamorfosis más comunes que se utilizan normalmente.

Ecuación simplificada

$$K = K_0 * \left[1 + \frac{(\Delta\lambda)^2 * (\cos\varphi)^2}{2} \right]$$

La ecuación simplificada aproximada

$$K = K_0 * \left[1 + \frac{x}{2(R_m)^2} \right]$$

La ecuación simplificada aproximada

$$q = \frac{(X - 500.000)}{2v^2}$$

$$K = K_0(1 + 0.12325 * q^2)$$

La ecuación completa

$$(XVIII) = \frac{(1 + e'^2 \cos\varphi)}{2v^2} * \left(\frac{1}{K_0^2} \right) * 10^{12}$$

$$e'^2 = \frac{e^2}{(1 - e^2)}$$

$$K = K_0[1 + (XVIII)q^2 + 0.00003q^4]$$

3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCALA UTM

3.1 Variables para el cálculo del coeficiente de escala

Para calcular la proyección del elipsoide en el cilindro elíptico.

La deformación en el meridiano central tangente al cilindro es 0 de ahí va aumentando hacia el exterior.

Definimos las siguientes variables:

R= Radio de curvatura en un punto dado de la misma latitud, coincide tanto el del elipsoide como la tierra

AX=Coordenada X-500.000,00 m de tal modo que trasladamos el 0 al meridiano central del huso

AXf=proyección del arco del punto dado + 1 m desde el elipsoide desde el cilindro tangente

AXa=Arco en el elipsoide (Tierra) dese el meridiano Central hasta el punto dado.

Y= El ángulo en el elipsoide desde el meridiano central al punto dado con el Radio correspondiente a ese punto. R

Y1= ángulo del arco de 1m en ese punto

DX=Diferencia de distancias en el elipsoide entre los puntos AX_f-AX

Ko=Coefficiente de reducción de 0.9996 que se reduce el cilindro elíptico tangente que hará que se introduzca en el elipsoide.

Adicionalmente tenemos las siguientes variables

a= Semieje mayor del elipsoide

α= Aplanamiento

X= Coordenada X del punto dado en UTM

Y= Coordenada Y del punto dado en UTM

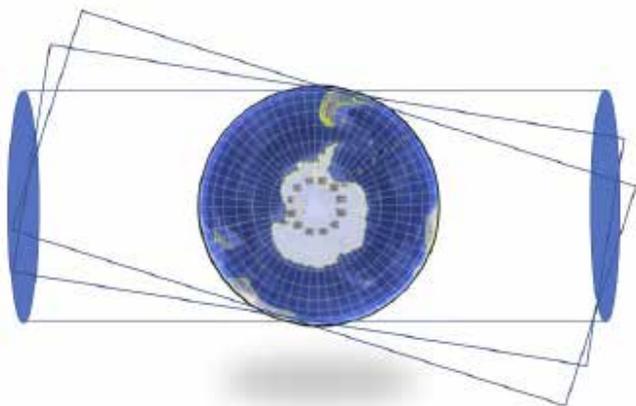


Figura 1. Imagen obtenida del Google earth.

3.2 Cálculo del radio de curvatura de la esfera tangente al elipsoide en un punto dado

Partimos de la definición del elipsoide

El elipsoide se define por su semieje mayor y su excentricidad

Semieje menor:

$$b=a*(1-\alpha)$$

Primera excentricidad

$$e = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$$

Segunda excentricidad

$$e' = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b}$$

Para calcular el radio de la esfera en el punto local Usando la coordenada Y.

$$\rho = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}}$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}}$$

Al final el radio de la esfera en el punto se calcula:

$$R = \sqrt{\rho * N}$$

Para el hemisferio Norte

$$\varphi \text{ (rad)} = Y * \frac{\pi/2}{10.000.000}$$

Para el hemisferio Sur

$$\varphi \text{ (rad)} = (10.000.000 - Y) * \frac{\pi/2}{10.000.000}$$

Agrupando los términos anteriores podríamos calcular directamente e

$$e = \frac{\sqrt{a^2 + (a * (1 - \alpha))^2}}{a}$$

Por tanto, la ecuación del radio de curvatura de la tierra en un punto dado será:

$$R = \sqrt{\left(\frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2(Y * \frac{\pi/2}{10.000.000}))^{3/2}} \right) \left(\frac{a}{(1-e^2 \sin^2(Y * \frac{\pi/2}{10.000.000}))^{1/2}} \right)}$$

3.3 El cálculo final de coeficiente K escala UTM

$$AX = |X - 500.000|$$

$$AX_a = R * \operatorname{arccotg} \left(\frac{X - 500.000}{R} \right)$$

El ángulo desde el meridiano central del huso al punto dado

$$\gamma = \frac{AX_a}{R}$$

El ángulo correspondiente a 1 m

$$\gamma_1 = \frac{1}{R}$$

De tal modo la proyección del arco sobre el cilindro incluido el arco de 1 m

$$AX_f = R * \operatorname{tg}(\gamma + \gamma_1)$$

$$AX = R * \operatorname{tg}(\gamma)$$

En consecuencia, la proyección del arco de 1 metro en el cilindro elíptico será la diferencia de las 2 proyecciones

$$DX = AX_f - AX$$

Agrupando los términos

$$DX = R * (\operatorname{tg}(\gamma + \gamma_1) - \operatorname{tg}(\gamma))$$

Ya tenemos la proyección del arco de 1 m a una distancia dada, podemos trabajar con la unidad de m ya que no nos cambiará el coeficiente, y como lo comparamos con 1 este será directamente el coeficiente K respecto a las X.

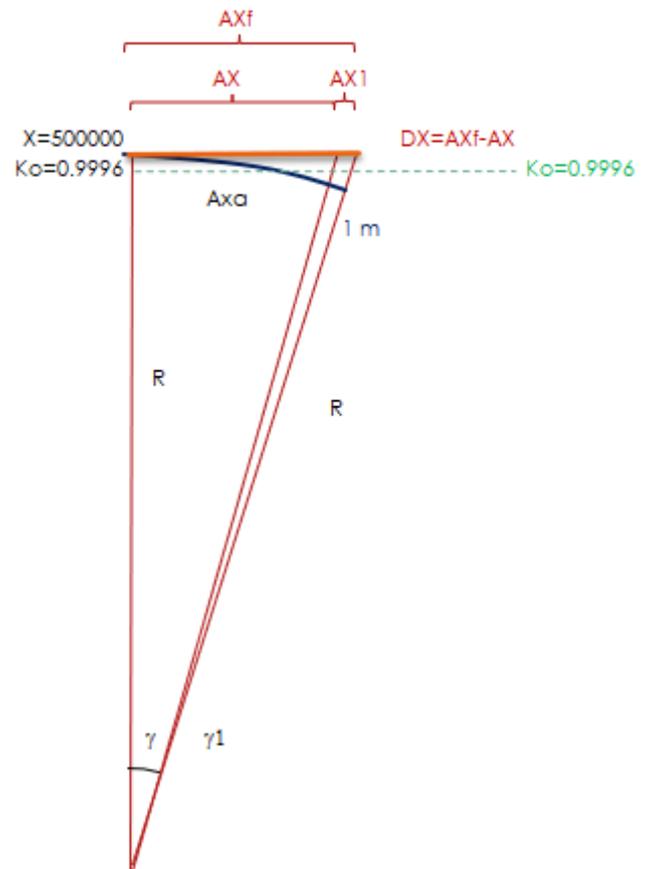
Respecto a las Y el coeficiente es igual a 1 ya que no hay deformación en el sentido de las Y

Reducimos el cilindro elíptico por el factor 0.9996 de tal modo que queda parte dentro del elipsoide de esta forma el coeficiente K es negativo en la parte interna y positivo en la parte externa.

$$K = 0,9996 * \left(\frac{DX + 1}{2} \right)$$

Si hacemos el desarrollo completo sin sustituir ningún valor donde R lo calculamos previamente, con los datos del elipsoide que utilizamos y

$$K_0 = 0.9996$$



$$K(JIRN) = K_0 \left\{ \frac{R \left\{ \operatorname{tg} \left[\operatorname{arccotg} \left(\frac{1500.000 - X}{R} \right) + \frac{1}{R} \right] - \operatorname{tg} \left[\operatorname{arccotg} \left(\frac{1500.000 - X}{R} \right) \right] \right\} + 1}{2} \right\}$$

$$K(JIRN) = K_0 \left\{ \frac{R \left\{ \operatorname{tg} \left[\operatorname{arccotg} \left(\frac{1500.000 - X}{R} \right) + \frac{1}{R} \right] - \left(\frac{1500.000 - X}{R} \right) \right\} + 1}{2} \right\}$$

3.4 Comprobación del resultado de la fórmula propuesta con la calculadora geodésica del Instituto Geográfico Nacional de España para el sistema UTM UD50

Comprobamos la fórmula en los puntos extremos del huso desde el Ecuador 0° de latitud hasta los 81° N, donde la fórmula tendrá las máximas desviaciones



K (CALCULADORA) = 0.99972256
 K (JIRN) = 0.99972207
 Diferencia = 0.00000049



K (CALCULADORA) = 0.99994314
 K (JIRN) = 0.99994272
 Diferencia = 0.00000042



K (CALCULADORA) = 1.00040728
 K (JIRN) = 1.00040679
 Diferencia = 0.00000049



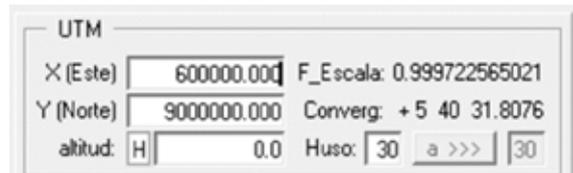
K (CALCULADORA) = 1.00081717
 K (JIRN) = 1.00081708
 Diferencia = 0.00000009



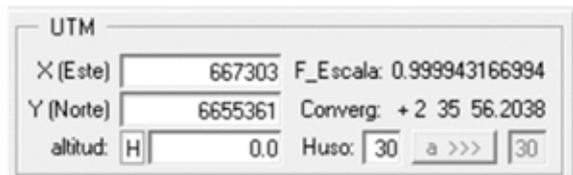
K (CALCULADORA) = 1.00097950
 K (JIRN) = 1.00097967
 Diferencia = -0.00000017

3.5 Comprobación del resultado de la fórmula propuesta con la calculadora geodésica de <https://enmaderal.jimdofree.com/> para el sistema de UTM WGS84

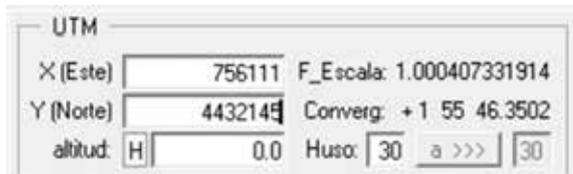
Comprobamos la fórmula en los puntos extremos del huso desde el Ecuador 0° de latitud hasta los 81° N, donde la fórmula tendrá las máximas desviaciones



K (CALCULADORA) = 0.99972256
 K (JIRN) = 0.99972208
 Diferencia = 0.00000048



K (CALCULADORA) = 0.99994320
 K (JIRN) = 0.99994275
 Diferencia = 0.00000045



K (CALCULADORA) = 1.00040730
 K (JIRN) = 1.00040684
 Diferencia = 0.00000046

UTM	
X (Este)	813939 F_Escala: 1.000817240019
Y (Norte)	2214322 Converg: +1 1 37.0541
altitud: H	0.0000 Huso: 31 a >>> 30

K (CALCULADORA) = 1.00081724
K (JIRN) = 1.00081703
Diferencia = 0.00000016

UTM	
X (Este)	833991 F_Escala: 1.000979567437
Y (Norte)	0 Converg: +0 0 0.0000
altitud: H	0.0000 Huso: 32 a >>> 30

K (CALCULADORA) = 1.00097960
K (JIRN) = 1.00097967
Diferencia = -0.00000007

4. CONCLUSIONES

La fórmula obtenida es una fórmula sencilla fácilmente demostrable sin tener que realizar iteraciones ni demostraciones complicadas que permite obtener el coeficiente de escala UTM, en un punto dado de una forma muy sencilla. La demostración tiene un alto valor didáctico, porque se puede demostrar y conseguir una fórmula entendible para todos los estudiantes sin necesidad de grandes conocimientos matemáticos.

La ventaja de este sistema es que podemos utilizar cualquier elipsoide y solo necesitamos cambiar los parámetros del cálculo del radio.

Se podría hacer una fórmula simplificada para establecer el radio del elipsoide dependiendo de la Zona UTM.

La discrepancia en el coeficiente de anamorfosis entre distintas calculadoras geodésicas y la fórmula propuesta no excede 0.0000005 en ningún punto del planeta. Esto significa que el error en mediciones de 1.000 metros no superará los 0.5 milímetros, incluso en los extremos más distantes. Por lo tanto, esta fórmula es perfectamente adecuada para cualquier tipo de trabajo topográfico. En el caso de distancias mayores, es necesario calcular los coeficientes para los puntos visados e intermedios, asegurando así que el error se mantenga a un nivel submilimétrico, prácticamente inexistente, incluso en mediciones de largo alcance.

AGRADECIMIENTOS

A Miguel Angel López Gaitano, por su revisión, crítica y consejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Deformación de Distancias Horizontales en la Proyección UTM, obtenido de: <https://mundogeo.com/2000/01/01/deformacion-de-distancias-horizontales-en-la-proyeccion-utm/>
- Fernández Coppel, I.A., (2001) La proyección UTM (Universal Transversa Mercator), Universidad de Valladolid.
- Javier Sánchez Espeso; Raúl Pereda García; 1. Geodesia y Proyección UTM, Universidad de Cantabria, https://ocw.unican.es/pluginfile.php/713/course/section/736/b2_tema1_geodesia_y_proyeccion_UTM.pdf
- Miguel Torres Mondejar, Director/s: Sergio González López, M. Amparo Rubio Cerdá, 2015. Desarrollo de aplicaciones de cálculo para topografía en proyección UTM, Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77269/memoria.pdf>
- Sistema de Coordenadas Geográficas: UTM obtenido de <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-utm>
- Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas_universal_transversal_de_Mercator
- <https://www.ign.es/web/ign/portal/calculadora-geodesica>
- <https://enmaderal.jimdofree.com/descargas/calculadora-utm/>

Sobre el autor

José Ignacio Rivas Negreira

Profesional con amplia experiencia en el Desarrollo de Negocio en España y América de Sur (Uruguay, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Perú, Brasil) durante los últimos 20 años. Gran conocimiento de obras civiles e Infraestructuras con aporte de soluciones constructivas y de diseño. Miembro del comité de gerencia de varios consorcios de obras de infraestructuras. Miembro de la Mesa de Organización de la Feria EXPO ECOMIN. Socio de MENSA PERÚ. Profesor de Topografía y Geodesia en Ingeniería Ambiental y Arquitectura en la Universidad Privada del Norte.

Cartografía vectorial para móviles del IGN-CNIG. Creación del proyecto

REVISTA **MAPPING**
Vol.32, 212, 10-14
2023
ISSN: 1131-9100

IGN-CNIG mobile vector cartography. Project creation

Jacinto J. Fernández Carmona, Santiago Prieto del Caño, Ana Pozuelo Ortega

Resumen

Recientemente se ha publicado un nuevo producto cartográfico en formato vectorial destinado para su descarga directa y uso sin conexión desde las aplicaciones Mapas de España y Mapas de España Básico del Centro Nacional de Información Geográfica a partir de las fuentes de creación del Mapa Topográfico Nacional y del Modelo Digital del Terreno 1:25.000 (MDT25) del Instituto Geográfico Nacional.

El producto está compuesto por un archivo de sombreado en formato ráster, un archivo de datos en formato vector y archivos comprimidos que incluyen toda la simbología del producto. Para ello, se han utilizado diferentes *softwares* como GDAL, Adobe Illustrator o Mapbox.

Partiendo del objetivo inicial de que el producto ocupara menos de 2 *Gigabytes*, se ha hecho un estudio pormenorizado de la información disponible para representar cada una de las capas del producto en su nivel mínimo de representación, para que ocuparan lo menos posible.

En cuanto a la simbolización, se ha creado un estilo compuesto de fuentes tipográficas de libre uso y de archivos de simbolización (denominados *sprites*) de tipo puntual, lineal y superficial interpretando la simbología del Mapa Topográfico Nacional.

Finalmente se ha hecho una conversión y compresión de todos estos recursos en cada uno de los niveles de representación para crear el producto final.

Abstract

Recently a new cartographic product in vector format was published for its direct download and off-line use from National Centre of Geographic Information mobile applications Mapas de España and Mapas de España Básico as of National Geographic Institute National Topographic Map and Terrain Digital Model (1:25.000).

The product consists of a hillshade file in raster format, a data file in vector format and zipped files which include all the symbolization. For that purpose, different software are used like GDAL, Adobe Illustrator or Mapbox.

Based on the product initial objective to take up less than 2 gigabytes of storage, a detailed study of available information was done to represent each feature in its minimum level of representation, to take up less as possible.

In terms of symbolization, a style was done consist of free use typographic fonts and point, line and polygon symbolization files (called sprites) interpreting National Topographic Map symbology.

Finally, all features were transformed and compressed in each level of representation to create the final product.

Palabras clave: : IGN, CNIG, Aplicaciones móviles, Vector, Off-line, Android, iOS.

Keywords: IGN, CNIG, Mobile applications, Vector, off-line, Android, iOS.

Jacinto J. Fernández Carmona
Centro Nacional de Información Geográfica
jacinto.fernandez@cnig.es
Santiago Prieto del Caño
Instituto Geográfico Nacional
sprieto@mitma.es
Ana Pozuelo Ortega
Centro Nacional de Información Geográfica
apozuelo.externo@cnig.es

Recepción 20/03/2023
Aprobación 26/04/2023

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se viene realizando un esfuerzo por parte del Área de Informática del Centro Nacional de Información Geográfica en aumentar el número y mejorar la calidad de los productos disponibles en las aplicaciones móviles, para dar respuesta a las demandas de los usuarios y para ofrecer productos novedosos y de interés.

Las aplicaciones móviles del CNIG sirven un conjunto de productos cartográficos para su consumo *off-line* en diferentes formatos ráster como *MBTiles*, basados en el Mapa Topográfico Nacional, y para ampliar este conjunto se decidió en mediados de 2020 crear un producto en formato vectorial que se pareciera lo más posible al estilo del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25) y en el que se pudiera tener descargado todo el territorio español en un único producto para descarga y uso desde las aplicaciones móviles Mapas de España y Mapas de España Básicos, además de que no supusiera un almacenamiento excesivo en los dispositivos móviles y que no afectara en el rendimiento en el manejo dentro de las aplicaciones móviles.

Con la ayuda inestimable del personal del Instituto Geográfico Nacional, y partiendo también del trabajo previo en este sentido realizado por iniciativas como el Mapa Base de Información Geográfica Nacional, la aplicación móvil Catalunya-Offline del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) o el proyecto *OpenAndroMap* y después de un estudio exhaustivo se decidió que el formato final del producto sería el de *MBTiles vector tiles* (MVT), de Mapbox. Este formato admite la carga de archivos de sombreado, por lo que se decidió incluir además del archivo de recursos y de los archivos de simbolización un archivo de sombreado en formato *MBTiles* ráster para mejorar la simbolización del producto.

El producto en su totalidad ocupa actualmente 1.7 *gigabytes*, cumpliendo el objetivo inicial de tener menos de 2 *gigabytes* de almacenamiento. Este límite es el establecido por el CNIG para aquellos productos que se utilizan únicamente en móviles cuyo uso implica su consumo sin conexión a Internet. Además, este producto solo es accesible desde las aplicaciones móviles Mapas de España y Mapas de España Básicos, para su consumo exclusivo dentro de esas aplicaciones.

A principios de 2022 se finalizó una primera versión de este producto, que ha tenido pequeños ajustes y modificaciones en el estilo a medida que se han ido desplegando en las aplicaciones móviles, finalizando su publicación total junto con las nuevas versiones de estas aplicaciones en febrero de 2023.

2. DATOS INICIALES Y SOFTWARE UTILIZADO

Los datos iniciales de este producto se encuentran alojados en un servidor de bases de datos, el Servidor Español de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional. Además, se han usado bases de datos secundarias, concretamente la del Mapa Automático, para la puesta en producción de la serie del Mapa Topográfico Nacional en formato 1:25.000 por métodos automáticos. Ambas bases de datos se encuentran en formato *PostGIS*.

También se ha puesto a disposición información acerca de la simbología utilizada en el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, concretamente toda su simbología y orden de representación tanto de las diferentes capas como del etiquetado, las especificaciones de la Base Topográfica Nacional 1:25.000 en 2021 y toda la documentación de trabajos previos al respecto.

En cuanto al *software* utilizado, se ha escogido *Tippecanoe* como *software* para la creación de los archivos *Mapbox Vector Tiles* (MVT). *Tippecanoe* es una herramienta de *Mapbox* que crea conjuntos de datos vector desde *GeoJSON*, *Geobuf* o *CSV*. Además, permite en la creación establecer condiciones como límites de almacenamiento o procesos de generalización.

Para pasar de la base de datos a los formatos aceptados por *Tippecanoe* de entrada, se ha usado *GDAL*, que es una biblioteca que sirve para traducir formatos de datos geoespaciales, con los plugins incluidos de *PostGIS* y *GeoJSON*, que fue el formato final de entrada escogido para usarlo en *Tippecanoe*. Así se han creado archivos para cada una de las capas del Mapa Topográfico Nacional, intentando que ocuparan lo menor posible para cumplir con el objetivo de tamaño final sin perder demasiada información.

Para el archivo de sombreado, se han usado programas como *rio-rgbify*, de *Mapbox* y también *GDAL*, con comandos como *gdalwarp* partiendo de los archivos en formato ASCII del Modelo Digital del Terreno (1:25.000) del Instituto Geográfico Nacional.

En cuanto a la simbolización, se han usado para la creación de los archivos de simbolización Adobe Illustrator junto con *Spritezero*, que es un *software* libre para la creación de estos archivos (*sprites*) de *Mapbox*. También se ha usado *Maputnik*, que es un *software* para hacer estilos de forma sencilla.

Todo el *software* se ha distribuido en máquinas Linux para establecer unos entornos seguros y eficientes para la creación del producto.

3. OBTENCIÓN DE FICHEROS

3.1 Archivo de capas

Las especificaciones de la Base Topográfica Nacional 1:25.000 cuya información se aloja en el Servidor Español de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional constan de diez dominios, dentro de los cuales existen conjuntos de datos vectoriales de carácter topográfico de diversas fuentes, tanto obtenidos directamente sobre el terreno o mediante técnicas fotogramétricas como de otros organismos o comunidades autónomas.

Finalmente, se ha partido de un conjunto de 95 capas, de las cuales se hizo un estudio en que se analizó qué información era necesaria para la creación de ese producto haciendo hincapié en el tamaño de la información extraída.

Todo este estudio se plasmó en un conjunto de sentencias SQL, que incluidas en peticiones a la librería GDAL en las que se obtenía la información y se transformaba a GeoJSON obtuvieron los archivos de entrada para Tippecanoe, uno por cada capa de información. El estándar GeoJSON usado es RFC7946, cuyas coordenadas se encuentran representadas en el sistema EPSG:4326 contando con siete decimales de precisión.

Con todos estos archivos GeoJSON y el estudio de cómo se iba a hacer la simbolización final y en qué niveles de información se iban a mostrar cada una de las capas del producto, a través de Tippecanoe se crearon archivos PBF para cada capa distribuidos en directorios, uno para cada nivel de representación. Algunas capas han sufrido procesos de generalización o de fusión de elementos de área muy pequeña en aras de cumplir el objetivo final.

La mayoría de estas capas se hicieron solo en un nivel, el nivel mínimo de representación, para que ocuparan el menor espacio posible en el producto final. Así, se tienen 95 directorios con archivos PBF para crear el estilo que las represente.

3.2 Archivo de sombreado

No podía faltar en el producto final el sombreado, tan importante para dar una sensación espacial de relieve al usuario además de hacerlo más atractivo.

Para la generación de este archivo de sombreado, se ha partido de los Modelos Digitales del Terreno (MDT) en formato ASCII (matriz ESRI .asc) disponibles para su descarga gratuita en la página web de IGN-CNIG (<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>) siendo su paso de malla de 25 metros. Con este paso de malla elegido, se consigue que el usuario tenga una percepción del relieve que le permita tener una idea de cómo es el terreno sobre el que está geolocalizado.

Por otra parte, para la generación de este archivo de sombreado, se ha recurrido a GDAL y a herramientas de Mapbox libres.

Al ser un ráster que va a ser utilizado sobre la pantalla de



Figura 1. Cartografía Vectorial para Móviles en la aplicación móvil Mapas de España

un dispositivo móvil y cuyos colores se definen mediante una combinación RGB (Red Green Blue (Rojo Verde Azul)), es necesario codificar a través de *rio-rgbify*, de Mapbox, la información en formato ASCII del Modelo Digital del Terreno en niveles digitales para que pueda ser visualizado en una pantalla.

Una vez realizada esta codificación que nos permite compatibilizar el archivo del MDT para ser visible en una pantalla, se utiliza el programa de GDAL *gdalbuildvrt* que nos permite construir un VRT que representa a un conjunto de datos virtual, es decir, el conjunto de datos GDAL de entrada que, en este caso, son todos los Modelos Digitales del Terreno 1:25.000 (MDT) que cubren el territorio nacional.

Para que exista continuidad en el territorio, pues estos Modelos Digitales del Terreno (MDT) se distribuyen por hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50), es necesario que se realice un mosaico en formato TIF de todos los MDT partiendo del archivo VRT creado anteriormente y que para su consecución se utiliza *gdalwarp* siendo ésta una utilidad de mosaicado de imágenes y que permite, además, re proyectar a cualquier proyección cartográfica.

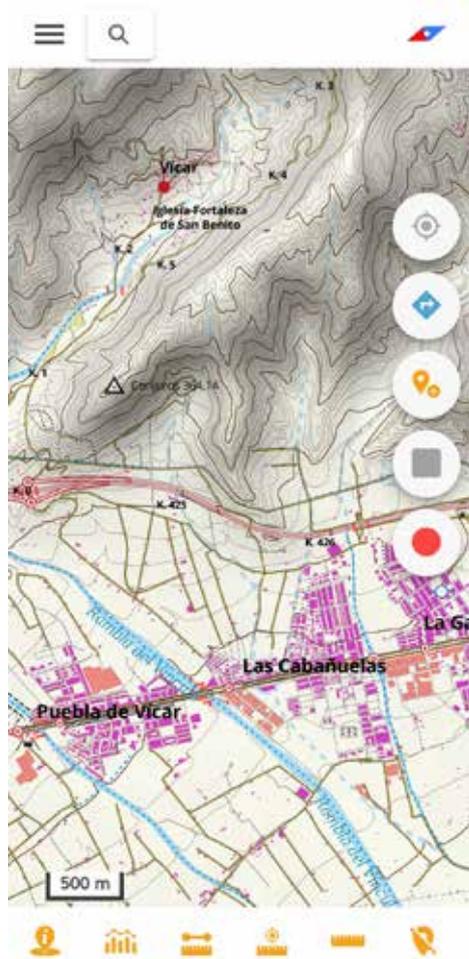


Figura 2. Cartografía Vectorial para Móviles en la aplicación móvil Mapas de España Básicos

Finalmente, utilizando de nuevo rio-rgbify se hace la transformación de formato TIF a formato MBTiles ráster. Además, en vez de servirse como PBF se sirve en formato PNG (Portable Networks Graphics) siendo este formato el preferido en la web para mostrar imágenes de alta calidad además de ofrecer una compresión sin pérdida de datos y permitir la transparencia, tan necesaria para dar una sensación realista de relieve pues se «mezcla», concretamente, con las capas de coberturas y usos del suelo manteniéndose sin mezclar en los casos de masas de aguas, vías de comunicación y construcciones.

Así, se obtiene el archivo de sombreado en formato MBTiles ráster, que será cargado como una capa de tipo hillshade (sombreado) en el estilo final.

4. SIMBOLOGÍA

Para la representación de los elementos de este producto se ha partido de la simbología que se utilizó previamente en la generación del Mapa Topográfico

Nacional. De este último se han podido extraer cada uno de los elementos puntuales, lineales y superficiales representados en el mapa y su correspondiente toponimia que posteriormente se ha utilizado para la clasificación de entidades geográficas en nuestro mapa. Para ello, ha sido necesario realizar varios procesos de extracción y edición de los símbolos en su conjunto hasta obtener cada uno de ellos de forma individualizada.

En primer lugar, se ha partido de un único archivo en formato Adobe Illustrator en el que se encuentran todos los elementos puntuales pertenecientes al Mapa Topográfico Nacional. De este archivo se ha realizado una extracción propia de cada uno de los símbolos mediante la utilización de aplicaciones de edición de archivos vectoriales como *Inkscape* para conseguir la transformación de estos elementos en archivos SVG optimizados. Los elementos lineales y superficiales del mapa se han generado directamente combinando líneas, superficies y tramas hasta obtener el símbolo deseado. Los nuevos archivos resultantes de esta transformación se han procesado mediante un programa de edición de imagen hasta convertirlos en sprites (imágenes asociadas a un archivo JSON). Cada uno de los sprites se ha generado para ser visualizados en diferentes niveles de resolución: un nivel alto para las escalas más pequeñas y otro nivel de resolución más bajo para las demás escalas.

Una vez obtenidos los sprites, se ha procedido a personalizar cada una de las capas utilizando el editor visual de código abierto *Maputnik*. Con este programa se han podido editar los estilos de los sprites y de las demás entidades geográficas, modificando su tamaño, color e incluso la orientación del símbolo. Para la toponimia se ha seguido el mismo proceso puesto que cada capa precisaba de unas características concretas para la representación de sus etiquetas, como interlineado, orientación de los caracteres o su sombreado.

Por último, teniendo todas las capas representadas en el mapa, se ha asignado un orden de visualización a cada una de ellas teniendo en cuenta la prioridad e importancia de los elementos contenidos en el mapa. De este modo, en los niveles de visualización más bajos se han de encontrar las capas que sean más recurrentes y cuya búsqueda sea más frecuentada por el usuario, frente a las demás capas que deben ser representadas a partir de niveles de visualización superiores.



Figuras 3,4 y 5. Sprites de central eléctrica, acueducto y salina.

5. OBTENCIÓN DEL PRODUCTO FINAL Y PUBLICACIÓN

Finalmente, para la obtención del producto final, se parte de 95 capas creadas para cada una de las teselas mediante el uso de directorios con los sprites, fuentes, estilos, así como el archivo de sombreado obtenido anteriormente. Cada capa ocupa una tesela.

El objetivo es obtener un archivo *MBTiles* que agrupe todas las capas en una única tesela (partimos de una tesela por capa actualmente) así como también el archivo *MBTiles* de sombreado obtenido anteriormente.

Para cumplir este objetivo se crea un archivo *MBTiles* por cada capa y por cada nivel de zoom en el que haya sido creado. Una vez hecho esto, las capas de cada nivel son fusionadas usando *tile-join*, herramienta de *Tippecanoe*, para que cada nivel contenga las capas correspondientes. Finalmente, se unen todos los *MBTiles* en uno solo utilizando de nuevo «*tile-join*» para ello.

Finalmente, es de reseñar que los estilos se adaptan para aplicar overzoom sin que existan distorsiones. El overzoom es una técnica en la cual permite representar cualquier fuente de información a un zoom mayor al que se ha creado esta fuente. Así, se ha usado esta técnica para simbolizar todas las capas hasta el nivel 20, el máximo de representación.

6. CONCLUSIONES

La creación de este producto ha definido una metodología de trabajo y acceso a recursos y a nuevas tecnologías que se planea que sirvan para futuros trabajos en el Instituto Geográfico Nacional y Centro Nacional de Información Geográfica y para el mantenimiento activo de este producto. Actualmente se está trabajando en una nueva versión con las nuevas especificaciones de la Base Topográfica Nacional de 2021, estudiando nuevos métodos para optimizar recursos y para una mejora de la simbolización en los diferentes dispositivos móviles. También próximamente se publicarán los archivos del proyecto en el Centro de Descargas del IGN- CNIG.

AGRADECIMIENTOS

Todo este proyecto ha sido de financiación pública, al ser el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica organismos públicos.

Agradecemos a Alejandro García Barroso, Carlos Bustos Plaza y a todo el personal tanto del Instituto Geográfico Nacional como del Centro Nacional de Información Geográfica que ha colaborado en la creación de este producto.

REFERENCIAS

- Aplicaciones móviles del Instituto Geográfico Nacional (2023). Recuperado de <https://www.ign.es/web/dir-aplicaciones-moviles>
- Mapbox (2023). Recuperado de <https://www.mapbox.com/>
- GDAL (2023). Recuperado de <https://gdal.org/>
- Inkscape (2023). Recuperado de <https://inkscape.org/es/>
- Maputnik (2023). Recuperado de <https://maputnik.github.io/>

Sobre los autores

Jacinto J. Fernández Carmona

Ingeniero Técnico en Topografía por la Universidad de Extremadura y Máster Universitario en Geodesia y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid.

En el año 2015 comienza a trabajar en el Centro Nacional de Información Geográfica con una beca en el área de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España. Desde 2017 entra a formar parte en el Cuerpo de Ingenieros Técnicos en Topografía, trabajando desde ese año en el Área de Informática del Centro Nacional de Información Geográfica, en la sección de aplicaciones móviles.

Santiago Prieto del Caño

Ingeniero Técnico en Topografía por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y Graduado en Geomática y Topografía por la Universidad de Salamanca.

En el año 2019, entra a formar parte del Cuerpo de Ingenieros Técnicos en Topografía siendo destinado al Servicio de Edición y Trazado donde se ocupa, principalmente del desarrollo de procesos de simbolización automática en el Mapa Topográfico Nacional a escalas 1:25000 y 1:50000. En el año de 2022, entra en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos realizando, además de las funciones correspondientes a dicho cuerpo, las que venía desempeñando en el anterior puesto.

Ana Pozuelo Ortega

Graduada en Ingeniería Geomática y Topografía por la Escuela Politécnica Superior de Jaén perteneciente a la Universidad de Jaén.

En el año 2020 empezó a formar parte del Centro Nacional de Información Geográfica en el área de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España con una beca de formación, desempeñando las labores de mantenimiento de los portales IDE y colaborando con la generación de servicios web del IGN.

MINISTERIO DE FOMENTO
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

cartografía digital

www.ign.es



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

CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS

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

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

MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50,25),

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

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

Comparación de métodos para la reducción de datos LiDAR en la generación de modelos digitales de elevación

REVISTA **MAPPING**
Vol.32, 212, 16-22
2023
ISSN: 1131-9100

Methods comparison for LiDAR data reduction in the generation of digital elevation models

Ramiro Alfredo Torrico Irahola

Resumen

Los Modelos Digitales de Elevación (MDE) se consideran actualmente como una herramienta fundamental para el estudio de la superficie terrestre permitiendo facilitar evaluaciones de ingeniería y en diversas áreas del conocimiento; entre los diferentes métodos para la obtención de data de entrada, la tecnología LiDAR proporciona un proceso de captura de mayor eficiencia y rentabilidad, obteniéndose una nube de puntos que permite la construcción de MDE de mayor resolución y alta calidad; sin embargo, el aumento de la densidad y volumen de dicha nube de puntos es un factor que dificulta el procesamiento de datos y puede generar errores en el MDE; en la actualidad existen diferentes métodos que son utilizados para su reducción. El objetivo principal del presente estudio está dirigido a comparar los métodos de reducción de data LiDAR más relevantes y las nuevas propuestas con la finalidad de establecer cuál de ellos posee mayor factibilidad técnica; con base a los resultados obtenidos se determinó que los métodos que presentan mayor rendimiento en la reducción de data LiDAR son los algoritmos uniformes, el algoritmo RpA y las nuevas propuestas como el método OptD y el método PpC.

Abstract

Digital Elevation Models (DEM) are currently considered as a fundamental tool for the study of the earth's surface, allowing to make engineering and scientific evaluations easier. Among the different methods for obtaining input data, LiDAR (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) technology provides a more efficient and cost-effective capture process, obtaining a point cloud that allows the construction of higher resolution and high quality DEMs. However, the increase in the density and volume of the point cloud is a factor that makes data processing difficult and can generate errors in the DEM. Currently, there are different methods that are used for the reduction of LiDAR data. The main objective of this study is to compare the most relevant LiDAR data reduction methods and the new proposals, in order to establish which of them has greater technical feasibility. According to the results obtained, it was determined that the methods with the best performance in LiDAR data reduction are the uniform algorithms, the RpA algorithm and the new proposals such as the OptD method and the PpC method.

Palabras clave: Modelos Digitales de Elevación (MDE), LiDAR, Algoritmos uniformes, OptD, RpA, PpC.

Keywords: Digital Elevation Models (DEM), LiDAR, Uniform Algorithms, OptD, RpA, PpC.

Ramiro Alfredo Torrico Irahola
Centro de Investigación, Universidad Martí, Veracruz, México
ramirotorrico@umarti.edu.mx

Recepción 25/05/2023
Aprobación 17/06/2023

1. INTRODUCCIÓN

Un Modelo Digital de Elevación (MDE) es una representación matemática y espacial de la elevación de la superficie terrestre que permite expresar sus atribuciones morfológicas de manera precisa y exacta. Los MDE son herramientas muy utilizadas en la actualidad, adquiriendo relevancia en diversos campos científicos, que con el pasar de los años han representado una herramienta fundamental en diversas áreas de las geociencias e ingeniería para el modelado y análisis de superficies, planificación territorial y estudios topográficos. (Duque, 2015). La obtención de la data necesaria para la generación de los MDE por lo general se realiza a través de dos metodologías: la directa y la indirecta.

Los métodos directos parten de la obtención de la información directamente de la superficie a estudiar por medio de la altimetría, GPS, métodos topográficos y sistemas láser, esto sin la necesidad de consultar fuentes secundarias de información; en sentido contrario, los métodos indirectos proporcionan información que fue generada previamente a través de la restitución fotogramétrica, autocorrelación de imágenes, digitalización cartográfica de mapas y radar. En tal sentido, se ha podido observar que en las últimas décadas, en sintonía con los avances tecnológicos y la necesidad de mejorar los MDE, la tecnología LiDAR, acrónimo que proviene del inglés *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* que se traduce al castellano como sistema de medición y detección de objetos mediante láser, es un método de obtención de data para la construcción de estos modelos y ha establecido una firme presencia en el medio por brindar un producto final con alta calidad y mayor resolución de manera rentable.

El Sistema LiDAR Aerotransportado en la actualidad es la principal técnica de obtención de datos en la generación de MDE por su alta calidad y precisión de los modelos correspondientes a áreas extensas, esto debido a que proporcionan información 3D de manera eficaz (Yilmaz y Uysal, 2017). La particularidad de la tecnología LiDAR es poder generar una nube de puntos que conserve todas las atribuciones morfológicas propias del terreno bajo estudio, en efecto la nube se conforma con miles de millones de puntos con esta información. En muchos casos, el uso de esta cantidad de puntos no es necesario ni rentable para la obtención de un modelo representativo, aun considerando la medición de alta calidad en periodos cortos de tiempo; en tal sentido, no es factible el uso de toda la data obtenida requiriéndose métodos que reduzcan la nube

de puntos sin poner en riesgo la representatividad de la información (Paredes, Salina, Martínez y Jiménez, 2013).

En el mismo orden de ideas, la fidelidad del MDE como reproducción de un terreno bajo estudio estará sujeta a diversos factores: a) la precisión del modelo, es una función que dependerá de las irregularidades y características de la superficie, b) los métodos de interpolación, y c) los atributos relacionados a los datos de entrada; es decir, la exactitud, densidad y distribución de los mismos (Błaszczak-Bąk y Sobieraj-Żłobińska, 2018). En el primer caso, este factor se maneja a modo de incertidumbre como un aspecto no tangible que pueda ser corregido en el proceso de construcción del modelo al igual que el segundo factor, que estará asociado a los métodos o técnicas empleadas para representar adecuadamente la realidad, y el tercer factor se relaciona directamente con la calidad de medición, filtrado y reducción de la nube de puntos.

Es evidente que con el paso de los años el uso de la Tecnología LiDAR para la obtención de datos de elevación se ha convertido en un procedimiento estándar, y los avances tecnológicos han fomentado la mejora del proceso de obtención de datos causando un aumento en la resolución de los MDE y en la densidad de la nube de puntos. Sin embargo, estos cambios generaron a su vez dificultades en el manejo de la información debido a que la alta densidad de la nube significa un aumento del volumen de datos, ocasionando que procesos como el almacenamiento, procesamiento y manejo de esta información se convierta en una tarea tediosa (Yilmaz y Uysal, 2017). En este sentido, en las últimas décadas el estudio y análisis de diferentes métodos que permitan reducir la cantidad de datos LiDAR para la generación de MDE ha sido un tema de investigación relevante y abordado por diversos profesionales del campo.

Los efectos como resultado de los procesos de reducción propician la construcción del modelo, la optimización del proceso en general, la calidad y representatividad del producto final, a pesar que se trata de un tema que circunda el campo científico desde hace muchos años, pocos son los estudios relacionados en cuanto a metodologías que faciliten y optimicen el proceso de construcción de los MDE basados en la reducción de datos. Algunos autores con el paso del tiempo han favorecido algunas metodologías y otros han realizado estudios propios sobre nuevos métodos; no obstante, este sigue siendo un tema que no ha sido expuesto a fondo y que en la actualidad supondría un aporte significativo para la optimización del proceso de generación de los MDE.

Existen diversas técnicas para la representación digital de terreno considerando la tecnología informática actual; entre ellos los relacionados a la construcción de modelos digitales de elevación (MDE) que consiste en la representación numérica y estadística de la elevación de una superficie a partir de un conjunto de puntos que representan coordenadas X, Y y Z (Li, Zhu y Gold, 2005). De acuerdo a las diferentes concepciones sobre el MDE, este es considerado como una representación simbólica de la realidad construido por medios digitales e informáticos, y se genera a partir de expresiones matemáticas; en efecto, el MDE es un conjunto de datos matemáticos que describen las características de una superficie terrestre, específicamente la variación de la altitud. (Duque, 2015).

Uno de las tecnologías que se utilizan para la para la construcción de los MDE es el LiDAR, este sistema consiste en sensores remotos que obtienen información de la superficie a evaluar mediante millones de impulsos laser que son enviados a dicha superficie, los impulsos enviados retornan al sensor con información de ubicaciones espaciales tridimensionales; es decir, con coordenadas en los ejes «(X, Y, Z)», también el impulso registra información en relación a la naturaleza del objeto con el que tuvo «contacto» (Fagua, Campo y Posada, 2016). Con respecto a la precisión de estos modelos, se han realizado diversos estudios en torno a la identificación y análisis de los factores que afectan la generación de un MDE y a la evaluación de procedimientos que permitan obtener una mayor precisión de estos modelos basados comparaciones entre métodos existentes y las propuestas de nuevas técnicas.

En la mayoría de los estudios se llegó al consenso de que los factores que afectan a la generación de un MDE de calidad son los relacionados a las características topográficas del terreno y las irregularidades que presenta; por ejemplo, en zonas de montaña y de altas pendientes los métodos iterativos son utilizados para su construcción y obtención de características de los datos relacionados al insumo: la precisión, la distribución de los puntos y la densidad de la nube (Buján, González - Ferreiro, Cordero y Miranda, 2019). Asimismo, el sistema de obtención de data LiDAR brinda una gama de beneficios que lo convierten en una tecnología rentable y eficaz; sin embargo, la alta densidad de datos conduce a un aumento en el volumen de puntos a procesar, lo que resulta en un procesamiento de la nube de puntos más complejo de lo requerido.

Por ello, la relevancia de realizar estudios que ofrezcan una solución en cuanto a métodos que

reduzcan la nube de puntos LiDAR y permitan optimizar el proceso de generación de los MDE (Yilmaz y Uysal, 2017); en otras palabras, estos métodos posibilitan una definición más exacta de las zonas de investigación; en consecuencia, facilita la planificación precisa de futuros trabajos y la generación de imágenes del lugar con mapas de alturas e integrarlos con las curvas de nivel (Santecchia y Span, 2020). Por su parte, con respecto a los métodos de reducción, el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de data de insumo para los MDE, como el sistema de escaneo láser aerotransportado (LiDAR) ofrecen mejorar la calidad de los modelos generados, aumentando la precisión y disminuyendo el tiempo de adquisición de los datos; aun así, esto genera un nuevo desafío al procesamiento de un mayor volumen de datos que contienen información de millones de puntos (Becek y Boguslawsk, 2018).

Debido a que este sistema de obtención suministra un alto volumen de información variada, en muchas ocasiones la densidad de puntos no se ajusta a las necesidades del usuario y el modelo; al trabajar con un volumen tan alto de datos nace la necesidad de reducir esta nube de puntos para garantizar un proceso más eficaz que logre reducir el tiempo de procesamiento sin dejar de lado las características del terreno (Błaszczak-Bąk, 2012). La reducción de esta nube de puntos LiDAR ha sido objeto de debate desde hace muchos años por diversos autores, considerando temas como el efecto de la reducción de datos en el proceso general de construcción de MDE, la comparación de métodos de reducción y la propuesta de nuevas metodologías y algoritmos que permitan optimizar la construcción de estos modelos; actualmente, se conocen varios algoritmos para la reducción de datos con fines de representación cartográfica digital; no obstante, un número reducido son los estudios que proporcionan una respuesta concisa sobre la idoneidad de un método de reducción en comparativa con otro.

Con base en los anteriores planteamientos, este estudio se centra en la comparación de métodos empleados en la reducción de información (nube de millones de puntos) producto de la tecnología LiDAR y que representa el insumo principal para la generación de diferentes MDE. En efecto, se realizará una revisión y selección documental con el objetivo de obtener conocimiento relacionado a cada uno de los métodos de reducción de datos, sus fundamentos y aplicabilidad, a partir de los hallazgos se realizará un análisis comparativo por medio de matrices de pares o matriz de priorización a fin de determinar el método(s) idóneo para la reducción de información.

2. MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio comparativo se enfoca en la búsqueda, recopilación y análisis documental en base de datos especializadas con el fin de realizar un estudio comparativo de cada uno de los métodos utilizados para la reducción de data LiDAR que sirve de insumo principal para la generación de diferentes MDE determinando la precisión y exactitud, así como su eficacia en casos particulares. En este sentido, se analizaron diferentes métodos de amplia aceptación en el campo científico y de los cuales han surgido nuevas técnicas, como el método Optimum Dataset; asimismo, se identificó la información de relevancia para su evaluación como método idóneo en la reducción de información.

3. RESULTADOS

Como resultado del estudio comparativo se presentan 9 métodos de reducción de datos LiDAR que son la base para la generación de MDE: Algoritmos de Optimización (V-W), Algoritmos uniformes (reducción mediante celdas 3D), Algoritmos aleatorios (Reducción de datos aleatorio), Método OptD (*Optimum Dataset*), Árbol Q (modificado), Algoritmo RpA (Aleatorio por área), Algoritmo SRpC (Semi - Aleatorio por Celda), Algoritmo ThinData y Método PpC (*Proportional per Cell*). La Tabla 1 muestra el resumen de resultados donde C1 es la conservación de las características del terreno, C2 corresponde al nivel de densidad, C3 a las condiciones para la reducción y C4 considera el mayor rendimiento sobre otros métodos.

Tabla 1. Matriz de similitud y diferencia: generalidades y criterios de eficacia y factibilidad de los métodos de reducción

Método	Eficacia	C1	C2	C3	C4
Algoritmo de Optimización (V-W)	La aplicación de un método de reducción optimiza la generación de MDE conservando su precisión. Mantiene las características del terreno. Agiliza el procesamiento de puntos.	Conserva	Reduce	Utiliza	No
Algoritmos uniformes (reducción mediante celdas 3D) Incorporado en el Software Geomagic Studio 12	Reducción hasta un 50% de los datos manteniendo la precisión del MDE. Algoritmo uniforme presenta mayor precisión que el algoritmo aleatorio de acuerdo a las medidas estadísticas de error.	Conserva	Reduce	No utiliza	Si
Algoritmos aleatorios (Reducción de datos aleatorio) Incorporado en el Software Geomagic Studio 12	Reducción hasta un 50% de los datos manteniendo la precisión del MDE.				
Algoritmos aleatorios (Reducción de datos aleatorio) Incorporado en el Software Geomagic Studio 12	Reducción hasta un 50% de los datos manteniendo la precisión del MDE.	Conserva	Reduce	No utiliza	No

OptD (Optimum Dataset)	<p>Genera un MDE optimo y preciso. Presenta mejores resultados que el algoritmo de optimización (V-W). Conserva las características esenciales del terreno. Selecciona el conjunto de datos más favorable. Es automático. Genera diferentes densidades en base a las características del terreno. MDE generado es similar a MDE generados sin la reducción.</p>	Conserva	Reduce	Utiliza	Si
Árbol Q (modificado)	<p>Mantiene las características del terreno. Genera un MDE de alta precisión. para diferentes niveles de diezmado. Supera en rendimiento al método de aleatorio de referencia.</p>	Conserva	Reduce	Utiliza	Si
RpA (Aleatorio por área) <i>Incorporado en el Software R de R Core Team</i>	<p>Mantiene las características originales en nubes de puntos reducidas.</p>	Conserva	Reduce	No utiliza	Si
SRpC (Semi - Aleatorio por Celda) <i>Incorporado en el Software R de R Core Team</i>	<p>No tuvo un buen rendimiento en la distribución de puntos y proporción de puntos terrestres y no terrestres Presenta limitaciones para obtener la densidad deseada</p>	No conservó	No reduce	Utiliza	No
Algoritmo ThinData <i>Incorporado en el software FUSION</i>	<p>No tuvo un buen rendimiento en la distribución de puntos y proporción de puntos terrestres y no terrestres Presenta limitaciones para obtener la densidad deseada</p>	No conservó	No reduce	No utiliza	No
PpC (Proportional per Cell)	<p>Mayor rendimiento en cuanto a distribución de puntos, proporción de primera y última devolución, proporción de puntos terrestres y no terrestres, concordancia entre el objetivo y la densidad calculada. Mantiene las características originales en nubes de puntos reducidas</p>	Conserva	Reduce	No utiliza	Si

En la tabla anterior se observa que los métodos basados en la reducción a nivel de celda presentan mejores resultados que los otros métodos de la comparativa; ahora bien, algunos presentaron limitaciones mientras que los algoritmos basados en una reducción aleatoria tuvieron un menor rendimiento; por su parte, los algoritmos *SRpC* y *ThinData* no tuvieron un buen rendimiento debido a su cualidad de producir nubes de datos uniformes, obteniendo resultados artificiales y alejados de la realidad. A pesar de que el Algoritmo de Optimización (V-W) es globalmente conocido como un método de reducción de datos en la generalización cartográfica, la investigación no presentó un aporte significativo para el contexto de estudio (no hubo comparación con otros métodos de reducción); no obstante, se evidenció la eficacia en la reducción de datos LiDAR y la optimización de la construcción del MDE.

En relación a los resultados de la eficacia de cada uno de los métodos, se determinaron los siguientes criterios de factibilidad: conservación de las características del terreno, nivel de densidad, condiciones para la reducción y mayor rendimiento sobre otros métodos; la conservación de las características del terreno se refiere a la capacidad del algoritmo en mantener las características esenciales del terreno y garantizando su precisión; el nivel de densidad establece la capacidad del algoritmo de reducir la nube de puntos en diferentes densidades deseadas sin presentar limitaciones. Con respecto, a las condiciones de reducción, este se relaciona con factores o criterios que determinan la reducción de puntos en base a las características del terreno o a favor de un mejor resultado; en última instancia, el mayor rendimiento sobre otros métodos se refiere a la eficacia de este método por encima de los otros algoritmos a los que fue comparado.

Se podría decir que la mayoría de los métodos de reducción cumplen con varias de los criterios establecidos pero el método *OptD* y el algoritmo de Árbol Q modificado, se podría decir que son los únicos que satisfacen todas las condiciones de factibilidad y eficacia. En el mismo sentido, se evidencia que todos los métodos, a excepción de *SRpC* y *ThinData*, mantienen las características del terreno y pueden reducir la nube de puntos en diferentes densidades sin presentar limitaciones; a saber, se esperaba que todos los métodos presentados en la tabla comparativa cumplieran con los criterios de factibilidad y eficacia.

CONCLUSIONES

En la actualidad los avances tecnológicos buscan una mayor calidad de los datos obtenidos con la tecnología LiDAR, pero por una parte son una ventaja porque permite

construir MDE de precisión conservando sus atributos, y por otra parte es una desventaja para la generación del MDE debido a que aumenta el volumen de datos que deben ser procesados, lo cual resulta en un proceso tedioso y poco rentable. Por tanto, es indudable que el estudio de métodos eficaces para reducir este volumen de datos conservando la calidad de los mismos es una necesidad.

Desde una perspectiva general, los métodos basados en la reducción por celda o que aplican un criterio de reducción obtuvieron excelentes resultados en el estudio; además, de mantenerse por encima de los otros métodos. De acuerdo a los resultados obtenidos los métodos que presentan mayor factibilidad en la reducción de datos LiDAR son: algoritmos uniformes, el método *OptD*, algoritmo *RpA* y el método *PpC*; estos métodos obtuvieron un buen rendimiento en cada uno de los estudios donde fueron evaluados cumpliendo con la mayoría de los criterios establecidos; por lo que, se traduce en una mayor eficacia en la ejecución de su tarea; en relación a los métodos *OptD* y *PpC*, los mismos presentan un alto potencial en la optimización de MDE debido a que son nuevos procedimientos que pretenden dar solución a las limitaciones de otros algoritmos y están desarrollados para mejorar el proceso de reducción basados en la realidad actual.

Los resultados obtenidos en este estudio son producto de un análisis y valoración cualitativa a partir de los resultados de diferentes estudios que no convergen en un caso práctico común; por consiguiente, los resultados y la valoración que se realiza sobre la eficacia y factibilidad de cada uno de los métodos está asociada a cierto margen de incertidumbre y se recomienda realizar nuevos estudios destinados a la evaluación comparativa práctica con el fin de proporcionar una buena base técnica que permita determinar la idoneidad de un método en comparación de otro.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de Investigación de la Universidad Martí por el financiamiento de la presente investigación, y un agradecimiento especial a la Rectora Dra. Erika Carolina Rodríguez Castillo por su colaboración y apoyo en la gestión del proyecto de investigación.

REFERENCIAS

Becek, K. y Boguslawski, P. (2018). On volume data reduction for LiDAR datasets. *Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(4), 40-44. Recuperado de <https://www.int-arch->

- photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-4/41/2018/isprs-archives-XLII-4-41-2018.pdf
- Błaszczak-Bąk, W. (2012). The impact of optimizing the number of points of ALS data set on the accuracy of the generated DTM. *Technical sciences*, 2(15), 265-278. Recuperado de http://www.uwm.edu.pl/wnt/technicalsc/tech_15_2/B06.pdf
- Błaszczak-Bąk, W. y Sobieraj-Żłobińska, A. (2018). Standard deviation as the optimization criterion in the OptD method and its influence on the generated DTM. *E3S Web of Conferences*, 63(11), 1-5. Recuperado de https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/38/e3sconf_bgc18_00011.pdf
- Buján, S., González-Ferreiro, E., Cordero, M. y Miranda, D. (2019). PpC: a new method to reduce the density of lidar data. Does it affect the DEM accuracy? *The Photogrammetric Record*, 34(167). Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/phor.12295>
- Duque, J. (2015). Comparación Estadística de Métodos Interpolación Determinísticos y Estocásticos para la generación de Modelos Digitales del Terreno a partir de datos LIDAR, en la parroquia de Tumbabiro, cantón San Miguel de Urucuí, provincia de Imbabura. Recuperado de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3569/1/112296.pdf>
- Fagua, J., Campo, A. y Posada, E. (2016). Desarrollo de dos metodologías para la generación de modelos digitales de terreno (MDT) y superficie (MDS) empleando datos LiDAR y programas de licencia libre. *Tecnologías geoespaciales al servicio del desarrollo territorial*, (49), 82-95. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/303407265_Desarrollo_de_dos_metodologias_para_la_generacion_de_modelos_digitales_de_terreno_MDT_y_superficie_MDS_empleando_datos_LiDAR_y_programas_de_licencia_libre
- Li, Z., Zhu, Q. y Gold, C. (2005). Digital terrain modeling: Principles and Methodology. Recuperado de https://nguyenduylieimgis.files.wordpress.com/2014/11/digital-terrain-modeling-principles-and-methodology_2005.pdf
- Paredes, C., Salina, W., Martínez, X. y Jiménez, S. (2013). Evaluación y comparación de métodos de interpolación determinísticos y probabilísticos para la generación de modelos digitales de elevación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (82), 118-130. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461113727900>
- Santecchia, G. y Span, J. (2020). Comparación de dos modelos digitales de elevación generados a partir de un sistema UAV e instrumental GNSS. *Revista Mapping*, 29(201), 50-56. Recuperado de <http://ojs.revistamapping.com/index.php?journal=MAPPING&page=article&op=view&path%5B%5D=330&path%5B%5D=170>
- Yilmaz, M. y Uysal, M. (2017). Comparing uniform and random data reduction methods for DTM accuracy. *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 2(1), 9-16. Recuperado de <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeg/article/286003>
- Yilmaz, M. y Uysal, M. (2017). Comparing uniform and random data reduction methods for DTM accuracy. *International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)*, 2(1), 9-16. Recuperado de <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeg/article/286003>

Sobre el autor

Ramiro Alfredo Torrico Irahola

Realizó estudios de Posdoctorado en Ciencia y Tecnología, y Doctorado en Ingeniería en la Universidad Martí (México), es Posdoctor en Metodología de la Investigación, Socioformación y Desarrollo Humano por el Centro Universitario CIFE (México), Doctor en Educación con la distinción académica «Suma Cum Laude» por la Universidad de Baja California (México), está en posesión del Diploma de Estudios Avanzados que acredita la suficiencia investigadora en el área del conocimiento de Expresión Gráfica en la Ingeniería por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España), Máster en Administración de Empresas, Máster en Dirección de Recursos Humanos, y Master en Ingeniería del Agua y Gestión de Residuos Urbanos por la Universidad Internacional Isabel I de Castilla (España), Magister en Docencia Universitaria por la Universidad Mayor de San Simón (Bolivia y México), Especialista en Gestión Integrada de Recursos Hídricos por la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (Perú), Especialista en Metodología de la Investigación por la Universidad de Celaya (México), Diplomatura en MDE para el Análisis Morfológico del Terreno y SIG por la Universidad de Buenos Aires (Argentina), Ingeniero Civil por la Universidad Mayor de San Simón (Bolivia, España y México). Actualmente, es investigador adscrito al Centro de Investigación de la Universidad Martí de México.



TRIMBLE X12

Sistema de escaneo láser 3D



Trimble T10X
Trimble Perspective



TRIMBLE R12i

Sistema GNSS integrado



Trimble TSC5
Trimble Access



Soluciones del mañana,
hoy a tu alcance.



DJI MAVIC 3 ENTERPRISE

Tu dron comercial para el día a día.

DJI MAVIC 3E
DJI MAVIC 3T (THERMAL)



TRIMBLE SX12

Estación total para escaneo



Trimble TSC7
Trimble Access



www.al-top.com
al-top@al-top.com
902 88 00 11

Madrid
Avda. Juan Caramuel, 1, Local 2B
Parque Científico Leganés Tecnológico
28919 Leganés (Madrid) • (+34) 91 640 78 31

Barcelona
Bofarull, 14
08027 Barcelona
(+34) 93 340 05 73

- VENTAS Y ASESORAMIENTO
- ALQUILER DE INSTRUMENTOS
- SERVICIO TÉCNICO
- SOPORTE Y FORMACIÓN



IDE para el inventariado turístico georreferenciado en la mancomunidad del Pla de Mallorca

REVISTA **MAPPING**
Vol.32, 212, 24-28
2023
ISSN: 1131-9100

SDI for georeferenced tourist inventory in the Pla de Mallorca consortium

Álvaro Anguix Alfaro, Amparo Cisneros García

Resumen

El objetivo principal del proyecto de elaboración del inventario turístico georreferenciado en la Mancomunidad del Pla de Mallorca es mejorar la gestión turística mediante una plataforma basada en el concepto de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

El proyecto se centra en dos componentes clave: un inventario turístico que utiliza la norma UNE 178503 para la estandarización de datos en Destinos Turísticos Inteligentes (DTI) y la implementación de la IDE para una gestión eficiente de la información turística.

La base tecnológica utilizada ha sido la Suite gvSIG.

El proyecto ha permitido fortalecer la toma de decisiones, mejorar la experiencia turística y avanzar en la implementación del DTI en el Pla de Mallorca, contribuyendo a la modernización de la gestión turística sostenible en la región.

Abstract

The main objective of the project to develop a georeferenced tourist inventory in the Pla de Mallorca Consortium is to enhance tourism management through a platform based on the concept of Spatial Data Infrastructure (SDI).

The project focuses on two key components: a tourist inventory using the UNE 178503 standard for data standardization in Smart Tourist Destinations (STDs), and the implementation of SDI for efficient management of tourist information.

The technological foundation utilized is the gvSIG Suite.

The project has strengthened decision-making, improved the tourist experience, and progressed in implementing STDs in the Pla de Mallorca, contributing to the modernization of sustainable tourism management in the region.

Palabras clave: IDE, DTI, Inventario turístico, gvSIG, UNE 178503.

Keywords: SDI, STD, tourist inventory, gvSIG, UNE 178503.

Álvaro Anguix Alfaro
SCOLAB/Asociación gvSIG
aanguix@gvsig.com
Amparo Cisneros García
SCOLAB/Asociación gvSIG
acisneros@scolab.es

Recepción 10/09/2023
Aprobación 15/09/2023

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de «Elaboración del Inventario Turístico Geo-referenciado en la Mancomunidad del Pla de Mallorca» es una de las actuaciones del Plan de Sostenibilidad Turística del Pla de Mallorca, Convocatoria Extraordinaria 2021, financiada con Fondos Next Generation UE. Se planteó con el objetivo principal de optimizar la gestión del destino turístico mediante la implementación de una plataforma de gestión y difusión de información turística basada en una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Esta iniciativa busca mejorar la toma de decisiones y promover el desarrollo turístico sostenible a través de la disponibilidad de datos estandarizados y una solución tecnológica innovadora que incluye la generación de geoportales tanto públicos como privados, así como una aplicación móvil para la toma y actualización de datos en campo.

El alcance del proyecto abarca dos componentes clave, el inventario turístico por un lado y la IDE por otro, como parte de la construcción futura de un Destino Turístico Inteligente (DTI) para el Pla de Mallorca.

El primer componente conlleva un análisis de la información turística disponible y una revisión y aplicación de las normas desarrolladas para la estandarización de datos en los DTI. En este sentido, es innovadora la aplicación de la norma UNE 178503 «Semántica aplicada a destinos turísticos inteligentes», que define una semántica base que permite representar la información relevante en la que se conforma el destino turístico, asegurando –mediante su uso– la interoperabilidad de sus plataformas turísticas y de la ciudad y el territorio entre sí y con desarrollos de terceros. A partir de estos datos, se propone un modelo de datos acorde a estándares internacionales y se procede a la recolección de información adicional necesaria.

La segunda componente tiene como resultado la implantación de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) para la

gestión eficiente de la información turística del Pla de Mallorca.

Todo el proyecto ha utilizado tecnologías en software libre. La plataforma IDE está desarrollada con gvSIG Online. Para facilitar la toma de datos se ha integrado con la IDE una aplicación móvil basada en gvSIG Mapps.

Mediante la implementación de una plataforma basada en una Infraestructura de Datos Espaciales se espera fortalecer la toma de decisiones por parte de los gestores del destino turístico, ofrecer una experiencia turística enriquecedora tanto para los visitantes como para los actores locales e iniciar con la implementación del DTI en el Plan de Mallorca. Con el uso de estándares y soluciones tecnológicas innovadoras, este proyecto se engloba en un proceso de modernización de la gestión turística sostenible en El Pla de Mallorca.

2. MARCO DEL PROYECTO

El Pla de Mallorca se ubica en la zona central de Mallorca, caracterizada por ser una depresión situada entre las alineaciones montañosas de la Serra de

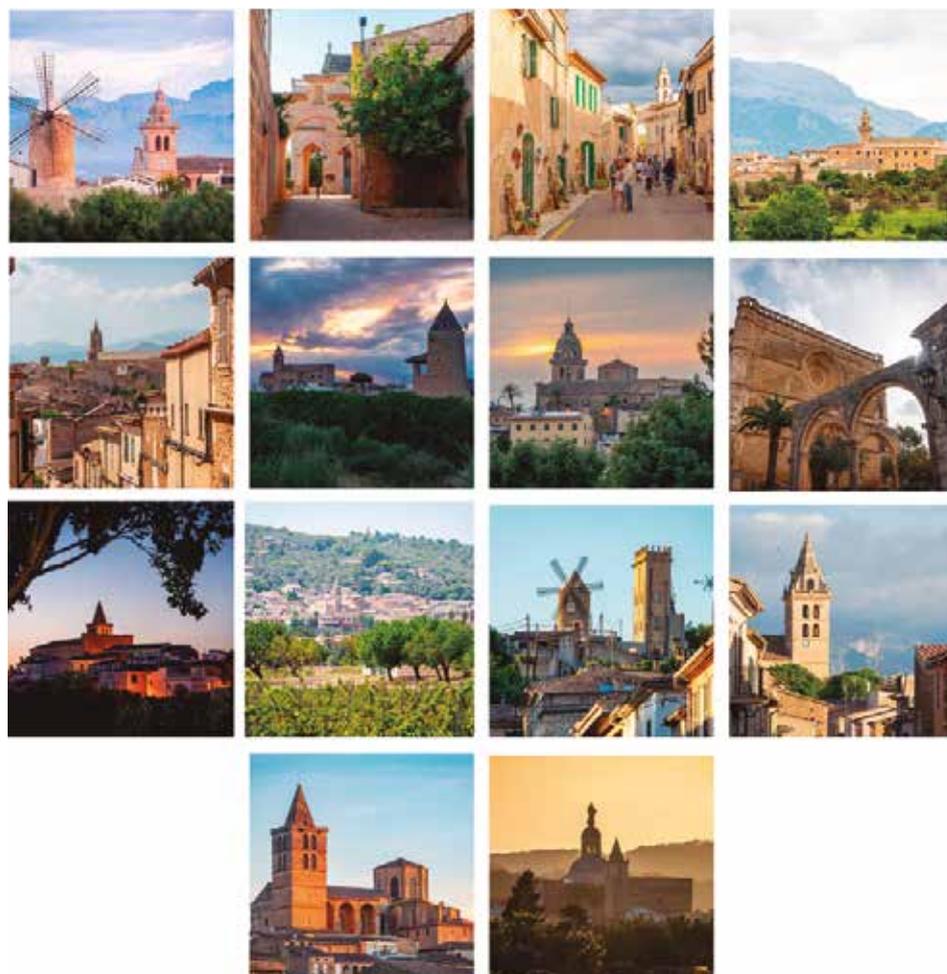


Figura 1. Municipios del Pla de Mallorca

Tramontana y la Serra de Llevant. Son catorce los municipios que componen esta mancomunidad: Algaida, Ariany, Costitx, Lloret de Vistalegre, Llubí, Maria de la Salut, Montuïri, Petra, Porreres, Santa Eugènia, Sant Joan, Sencelles, Sineu y Vilafranca de Bonany.

El proyecto se enmarca en el denominado «Plan Sostenibilidad Turística en Destino (PSTD) de la Mancomunidad del Pla de Mallorca» que tiene como objetivo principal convertir al Pla de Mallorca en un destino sostenible, en el que el turismo contribuya al desarrollo rural equilibrado, ofrezca nuevas oportunidades laborales y mejore la calidad de vida local. Está financiado con Fondos Next Generation UE.

El turismo tiene una relación directa con la dimensión espacial, cualquier actividad turística desarrollada en un territorio, tiene una componente geográfica. Por tanto, un inventario turístico debe tener en cuenta la geolocalización de cada uno de los elementos del mismo como atributo destacado.

La elaboración del inventario turístico georreferenciado desarrollado partía con el objetivo de poner en marcha de un sistema de consulta, análisis y gestión de la información turística del destino desde un punto de vista espacial o geográfico y, para ello utilizar el concepto de Infraestructura de Datos Espaciales, garantizando de estemodo la gestión eficiente de los datos y su interoperabilidad.

Las características principales del proyecto han sido el uso de estándares y de un conjunto de tecnologías en software libre basadas en la Suite gvSIG. Todo ello con una doble orientación, a nivel interno para optimizar la gestión del inventario turístico, a nivel externo para proporcionar una herramienta de consulta y difusión del Pla de Mallorca como Destino Turístico Inteligente. Por último destacar que el proyecto ha sido pionero al realizar el inventario georreferenciado adoptando la Norma UNE 178503 - Semántica aplicada a destinos turísticos inteligentes.

3. METODOLOGÍA Y FASES DEL PROYECTO

Para llevar a buen puerto el proyecto se planificaron una serie de fases que abarcaban tanto la parte de recolección y tratamiento de datos como la relativa a la implantación de la plataforma tecnológica.

La primera fase comprendería la elaboración del inventario turístico. Para ello se realizaron diversas actividades como un análisis de la información y de la Normativa, una propuesta de modelo de datos, una

selección de datos existentes y una recolección de información complementaria.

En primer lugar se llevó a cabo un análisis del mercado e información turística que respondiera a la pregunta: ¿Qué información espera encontrar tanto el turista como la población local en una herramienta como esta?

En paralelo se realizó una revisión y análisis de los datos disponibles en la Mancomunitat de El Pla de Mallorca, relativos a datos en turismo. Las conclusiones principales fueron que una gran parte de la información suministrada por La Mancomunitat del Pla de Mallorca no contaba con atributos de ubicación geográfica, que en ningún caso la estructura de las tablas existentes aplicaban la norma UNE 178503, que era necesario complementar tanto la información existente como el modelo de datos de la norma UNE, que igualmente había campos de la UNE 178503 que no aplican al Pla (un ejemplo visible son los atributos relacionados a actividades que no pueden darse en la Mancomunidad, como estaciones de esquí), que diversos recursos turísticos tenían un acceso restringido por motivos como estar ubicados en parcelas privadas o no estar en explotación, que en otro conjunto de recursos turísticos aplicaban usos polivalentes (por ejemplo un elemento patrimonial que a su vez tiene actividad hotelera y de restauración), que a nivel de geolocalización había que tomar decisiones identificables para recursos cuya dirección es ambigua como ermitas, ferias y fiestas, y por último, había personas físicas con oficios relacionados con cultura mallorquina que no ejercían su actividad en un taller o local fijo.

Por otro lado el análisis de normativa se centró principalmente en la norma UNE 178503:2022 denominada «Semántica aplicada a destinos turísticos inteligentes» y que define una semántica base que permite representar la información relevante en la que se conforma el destino turístico (tipo de turista viajero, Motivación del viaje, Producto, Actividad o el tipo de alojamiento). Un análisis con un enfoque pionero en la adopción de la Norma, el llevar a cabo un inventario turístico georreferenciado.

Otras normas analizadas fueron:

- UNE 178501:2018 Sistema de gestión de los destinos turísticos inteligentes.
- UNE 178502:2022 Indicadores y herramientas de los destinos turísticos inteligentes.
- UNE 178504:2022 Hotel digital, inteligente y conectado (HDIC) a plataformas de destino turístico inteligente.
- UNE 178505:2022 Marco de trabajo para la

Título
UNE 178503:2022 Semántica aplicada a destinos turísticos inteligentes.
Objeto y campo de aplicación
Esta norma define una semántica base que permite representar la información relevante en la que se conforma el destino turístico (destino turístico, recursos turísticos dentro del destino, experiencias de viaje), asegurando –mediante su uso– la interoperabilidad de sus plataformas turísticas y de la ciudad y el territorio entre sí y con desarrollos de terceros.
Objetivo
El objetivo de esta norma de semántica es definir esquemas normalizados en línea con el vocabulario schema.org, ampliándolo pero sin perder la compatibilidad con el mismo, con el fin de modelizar la información turística que constituye un destino. La norma se centra única y exclusivamente en cómo la información debe ser estructurada y transmitida, no pretendiendo definir cómo debe ser generada ni almacenada o procesada.
Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Un vocabulario que plasma la definición precisa del significado de los conceptos manejados por turistas, destinos e industria. El vocabulario asegura el tratamiento homogéneo de la información y permite la interoperabilidad entre las plataformas de destino y de ciudad, así como el análisis de datos. <input type="checkbox"/> Una taxonomía aplicada a la actividad turística en destinos <input type="checkbox"/> Metodologías y herramientas actualmente utilizadas por la industria tecnológica para la serialización, etiquetado y validación de datos.
Diccionario de datos
Ver anexo I

Figura 2. Características principales de la norma UNE 178503:2022

- creación de webs de destino turístico.
- UNE 178506:2022 Metodología para la optimización del posicionamiento en buscadores (SEO) de webs DT
- UNE 178507:2022 Destinos turísticos. Aplicaciones de la conexión wifi en playas.
- UNE 178508:2022 Modelo de aplicaciones (apps) de Destino Turístico para dispositivos móviles.

Ambos análisis, de la información y de la norma, permitieron realizar una primera selección de información y una propuesta de modelo de datos con significativas adaptaciones para adecuar norma e información. Ejemplos de estos cambios van desde la inclusión de campos adicionales para definir qué días se aplica el horario de apertura de un establecimiento a atributos que tuvieran en cuenta la definición de las distintas temporadas turísticas, pasando por la inclusión de información de certificaciones turísticas.

Definido el modelo de datos ya se podría realizar su implementación e inclusión en gvSIG Online, lo que a su vez permitía disponer de la información en la aplicación móvil gvSIG Mapps. Preparada la base tecnológica y el modelo de datos ya se estaba en condiciones de poner en marcha la tarea de recolección y captura de datos.

La fase tecnológica, por tanto, comenzó de forma simultánea a la implementación del modelo de datos. Como ya se ha indicado se adoptó gvSIG Online como solución de Infraestructura de Datos Espaciales integrando gvSIG Mapps para llevar a cabo el trabajo de toma de datos en campo. Ambos productos forman parte de la Suite gvSIG y tienen licencias de software libre. La funcionalidad que permite la creación de geoportales va implícita en las capacidades de gvSIG Online. Más allá del uso de geoportales internos, con una orientación a la gestión, se publicó un geoportal público de divulgación con el inventario turístico

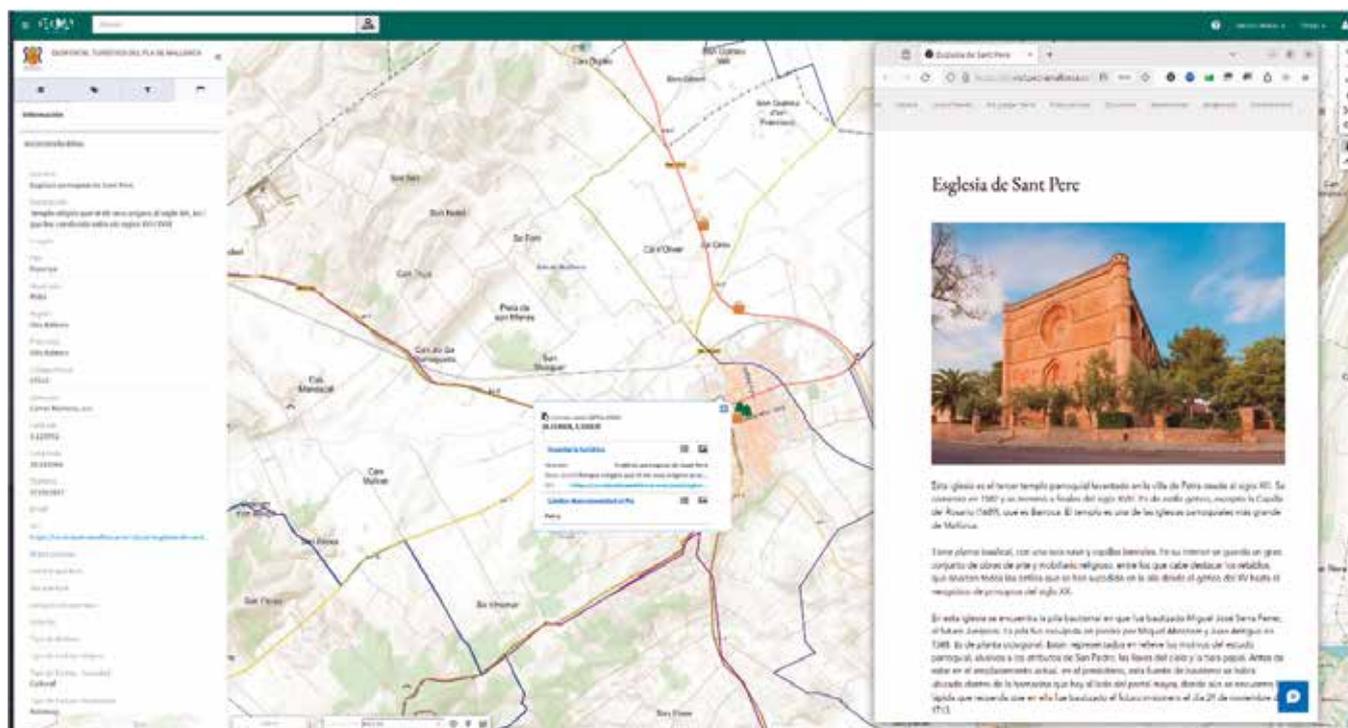


Figura 3. Geoportals con el inventario turístico georreferenciado

georreferenciado. Este geoportals se complementó con capas relacionadas con rutas cicloturísticas y de senderismo.

CONCLUSIONES

La elaboración de un proyecto como el expuesto de «Elaboración del Inventario Turístico Geo-referenciado en la Mancomunidad del Pla de Mallorca» nos permite llegar a la siguientes conclusiones:

La elaboración de un inventario turístico requiere de un análisis exhaustivo de la información turística disponible, con la probable problemática de la falta de atributos de ubicación geográfica en gran parte de los datos suministrados.

El proyecto ha sido pionero en la adopción de la Norma UNE 178503 para la elaboración de un inventario turístico georreferenciado, lo que supone un avance significativo en la gestión de destinos turísticos inteligentes. Esto también ha permitido identificar la necesidad de complementar la información existente en el destino y ajustar el modelo de datos a la normativa UNE 178503.

Las capacidades de la Suite gvSIG son perfectas para proyectos de este tipo, implantando una plataforma que garantiza la eficiencia en la gestión de la información turística del Pla de Mallorca. La implementación de esta plataforma se espera que forta-

lezca la toma de decisiones de los gestores turísticos, mejore la experiencia de los visitantes y promueva el desarrollo turístico sostenible en la región, marcando así un hito relevante en la implementación del Destino Turístico Inteligente en el Plan de Mallorca.

REFERENCIAS

- Geoportals turístico: https://mallorca.gvsigonline.com/gvsigonline/core/load_public_project/inventarituristico/
- IDE de la Mancomunidad de Mallorca: <https://mallorca.gvsigonline.com/gvsigonline/>

Sobre los autores

Álvaro Anguix Alfaro

Director general de la Asociación gvSIG. Ingeniero Técnico en Topografía con más de 20 años de experiencia en proyectos de geomática.

Amparo Cisneros García

Responsable de proyectos de Infraestructuras de Datos Espaciales en SCOLAB Software Colaborativo SL. Es Doctora en Ingeniería de Sistemas Agrícolas.

Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica

Tu mundo,
nuestra referencia



www.ign.es



@IGNSpain



@IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain



IGNSpain

Mapas e imágenes en tu dispositivo móvil

Instituto Geográfico Nacional

O. A. Centro Nacional de Información Geográfica

General Ibáñez de Ibero 3. Madrid, 28003

91 597 95 14, fax: 91 597 97 73

consulta@cnig.es

www.ign.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL





El hallazgo de Argolandia, el continente desaparecido hace 155 millones de años



Australia en una ilustración de un mapa © Proporcionado por BBC News Mundo

Era una de las más grandes incógnitas de la geología y ahora ha sido resuelta: qué pasó con el continente de Argolandia, que se formó hace 155 millones y luego desapareció.

Geólogos de la Universidad de Utrecht, en Países Bajos, anunciaron que lograron hallar el «continente perdido» que por muchos años desconcertó a la comunidad científica.

Se trata de un trozo enorme de tierra, de unos 5 000 kilómetros de largo, que se desprendió del occidente de Australia, cuando ese país formaba parte del antiguo supercontinente de Gondwana, junto con Sudamérica, África, India y la Antártida.

Los científicos sabían de su existencia hace mucho porque habían hallado huellas de su separación de Australia.

No solo lo veían en fósiles, cadenas montañosas y rocas (donde suele haber rastros de divisiones continentales).

La evidencia más clara era el enorme hueco que dejó el trozo que se separó: una cuenca ubicada en las profundidades del océano, al oeste de Australia, llamada la Llanura Abisal de Argo (de ahí el nombre con el que se bautizó al enigmático continente desaparecido). Pero mientras es fácil entender cómo ocurrió la separación de otros continentes que antes estaban unidos en Gondwana -por ejemplo, si uno mira a África y América del Sur ve que encajan a la perfección- faltaba encontrar aquel pedazo de tierra que encajara con Australia.

Los geólogos neerlandeses, dirigidos por Eldert Advokaat, resolvieron el misterio: resulta que no

HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA

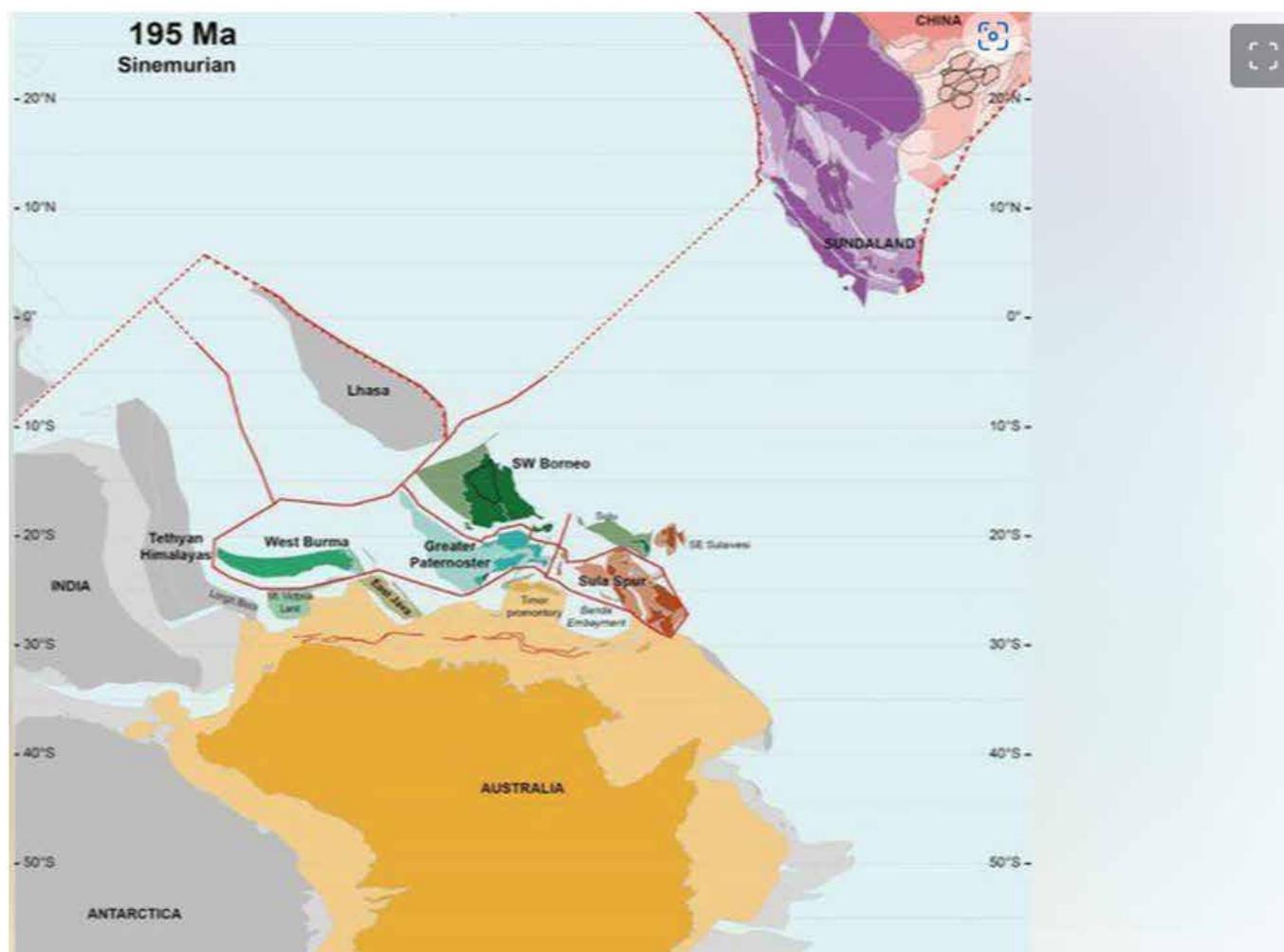


Una imagen de los subcontinentes separados © Proporcionado por BBC News Mundo

hay una gran masa de tierra llamada Argolandia porque ese continente, tras separarse, se fragmentó y se convirtió en un archipiélago.

Una parte se hundió y hoy está bajo el sudeste asiático, en la forma de placas oceánicas. Aunque también hay pedazos de este escurridizo continente

«bajo las verdes selvas de gran parte de Indonesia y Myanmar», según la investigación publicada en la revista científica Gondwana Research.



Hace 195 millones de años, Australia e India estaban unidos a la Antártida. © Proporcionado por BBC News Mundo

Cómo lo hallaron

El equipo de científicos probó distintos modelos informáticos durante siete años para dar con la ubicación de Argoland.

«Estábamos literalmente lidiando con islas de información, razón por la cual nuestra investigación llevó tanto tiempo», explicó Advokaat a través de un comunicado de prensa.

«Argolandia se dividió en muchos fragmentos diferentes. Eso obstruyó nuestra visión del viaje del continente», señaló.

Una vez que entendieron que Argolandia no se había preservado como una masa sólida, sino que se había transformado en una serie de microcontinentes separados por el fondo del océano, Advokaat y su colega geólogo de la Universidad de Utrecht Douwe van Hinsbergen se dedicaron a la tarea identificar cada sector.

También acuñaron un nuevo nombre que define más precisamente la geología actual del continente: «Argopiélago».

La línea de Wallace

Armar el rompecabezas de este continente perdido también podría ayudar a explicar otro misterio que intriga a los científicos, en este caso a los biólogos.

Se trata de la llamada «línea de Wallace». Así se conoce una barrera invisible que separa a la fauna del sudeste asiático de la de Australia.

Los biólogos han notado que los animales de ambos lados de esta línea, que cruza por el sur del archipiélago de Indonesia (un país formado por más de diez mil islas), son muy diferentes entre sí y no se mezclan.

Al oeste de la línea se encuentran mamíferos placentarios como simios, tigres y elefantes, que están casi completamente ausentes hacia el este, donde se pueden encontrar marsupiales y cacaúas, animales típicamente asociados con Australia.

«Mientras que Sundaland (la península malaya y las islas de Sumatra, Java y Borneo) alberga animales «eurasiáticos», Sulawesi es el hogar de animales «australasianos», una mezcla entre animales euroasiáticos y australianos», explicó Advokaat a BBC Mundo.

«Esta mezcla se explica por el hecho de que la parte occidental «eurasiática» de Sulawesi entró en contacto con la parte sureste «australasiana» de Sulawesi hace entre 28 y 3,5 millones de años, como mostramos en nuestra reconstrucción», añadió.

Según los «descubridores» de Argoland, esto podría deberse a que ese continente se llevó su propia vida silvestre cuando se separó

de Australia y se unió al sudeste asiático.

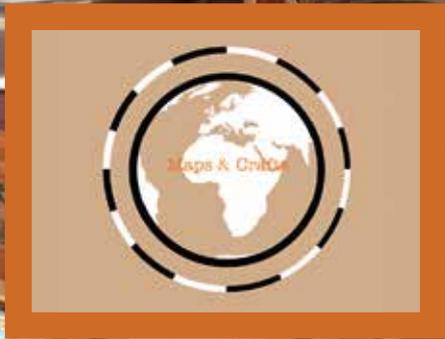
Este bizarro comportamiento no solo es visto en mamíferos y pájaros. Incluso se halló evidencia de que también las primeras especies humanas que habitaron las islas del sudeste asiático respetaban esta barrera invisible.

«Estas reconstrucciones son vitales para nuestra comprensión de procesos como la evolución de la biodiversidad y el clima, o para encontrar materias primas», resaltó van Hinsbergen.

Fuente: El hallazgo de Argolandia, el continente desaparecido hace 155 millones de años (msn.com)

Línea gri© Proporcionado por BBC News Mundo

MAPS & CRAFTS



www.mapsandcrafts.com

info@mapsandcrafts.com



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

GeoParquet 1.0.0 nuevo formato de datos espaciales



GeoParquet 1.0.0 es un nuevo formato que posibilita un acceso más eficiente a los datos espaciales. Entre otras novedades, establece una serie de estándares para varios aspectos clave en la representación de este tipo de datos. Uno de ellos, es que, al igual que su predecesor Apache Parquet, es un formato de datos orientado a columnas; se permite tener múltiples columnas que contengan datos espaciales (punto, línea y polígono), con la designación de una columna como principal. Otro aspecto destacable se refiere a la forma de codificar la información de geometría o geografía, utilizando una codificación binaria conocida y un texto conocido (WKT).

Este formato también permite una especificación del sistema de referencia espacial compatible con varios sistemas de coordenadas, proporciona información sobre la geometría y naturaleza de las coordenadas utilizadas, e incluye metadatos a dos niveles, los correspondientes al archivo y los de columna, con características adicionales para cada geometría: sistema de referencia espacial, tipo de geometría, resolución de geometría, etc.

Geoparque está comprimido de forma predeterminada, lo que le hace ser más rápido y ligero que otros formatos más extendidos. Esto, junto al hecho de establecer una forma común de codificar y describir datos espaciales, le confiere una significativa ventaja para la creación y el intercambio de datos en la nube, y para el intercambio de datos entre sistemas, sin necesidad de transformaciones intermedias.

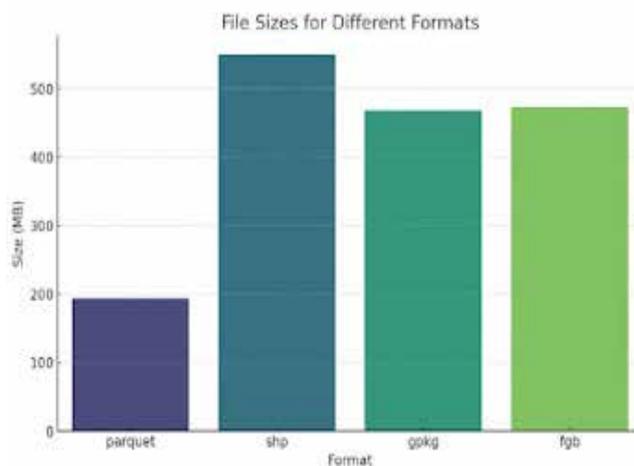
Por todo ello, el formato Geoparque está ganando terreno entre las herramientas modernas de gestión de datos como BigQuery, DuckDB, R, Python, GeoPandas, GDAL, etc., que ya

utilizaban Parquet de forma eficaz y van incorporando cada vez más capacidades de soporte geoespacial. También, dentro del ecosistema SIG: ArcGIS, FME y QGIS (a partir de la versión 3.28), ya se cuenta con soporte para este formato. Definitivamente, GeoParquet ha supuesto un gran avance para la analítica espacial como muestra la gran acogida que ha tenido por parte de las empresas del sector como Carto, Google BigQuery, Planet, entre

otras. Además un nuevo Grupo de Trabajo de OGC de Estándares GeoParquet, está trabajando en promover la adopción de este formato como un estándar de codificación OGC para datos vectoriales nativos en la nube.

La versión 1.0.0, que apareció en agosto de 2023, ya navega hacia el futuro: soporte para coordenadas 3D, partición de datos espaciales que permita la carga de manera eficiente desde el lago de datos, codificación de datos espaciales mediante GeoArrow, índices que agilicen el rendimiento... estas son algunas de las mejoras que se anuncian para la versión 2.0.0. Estaremos atentos.

Fuente: Blog IDEE: GeoParquet 1.0.0 nuevo formato de datos espaciales (blog-idee.blogspot.com)



El Instituto Brasileño de Geografía (IBGE) publica estudio para ampliar la categorización de espacios geográficos

El IBGE divulgó el 16 de Agosto el estudio «Propuesta Metodológica para la Clasificación de Espacios Rurales, Urbanos y Naturales en Brasil», que tiene como objetivo contribuir al debate en torno a la revisión de la clasificación de estos espacios. El documento, que es una investigación experimental del IBGE basada en datos del Censo de 2010 y otras fuentes de referencia, diferencia los espacios del territorio nacional en rurales y urbanos e inserta a la naturaleza como una tercera categoría en la clasificación.

Además, las tres categorías mencionadas se subdividieron en 16 tipos: cuatro típicamente urbanas, cuatro más rurales y cuatro más naturales, así como cuatro tipos que representan zonas en transición o que mezclan dos o tres categorías diferentes con participaciones más equilibradas.

«La idea en la producción de este estudio no fue solo renovar un marco de referencia con esta dimensión de la naturaleza incorporada, ya que la visión dicotómica de lo rural-urbano fue muy debatida, sino también aportar una alternativa. Decidimos avanzar a nivel municipal y hacer esa clasificación por área de ponderación, en un área territorial más pequeña que el municipio», explica la gerente de Regionalización y Tipologías del Territorio del IBGE, Maria Monica O'Neill.

Entre los tipos presentados en el estudio, las Principales Áreas Urbanas de Grandes y Medianas Concentraciones Urbanas - referidas a las capitales brasileñas y a las mayores concentraciones urbanas, con un grado de urbanización que oscila entre el 75% y el 100% - ocupan un área de apenas el 0,4% del territorio. Una característica relevante de este tipo es que más del 90% de su superficie está cubierta por suelo urbanizado y una parte elevada de la población ocupada se encuentra en actividades consideradas como urbanas.



Estudio diferencia espacios del territorio nacional en urbanos, rurales y de naturaleza - Foto: Licia Rubinstein/Agência IBGE Notícias

«Me sorprendió lo pequeña que es el área que consideramos urbana en Brasil y el hallazgo de que la mayor parte de la población brasileña se concentra en esta área más pequeña que consideramos urbana, en solo el 0,4% del territorio. Los recortes que utilizamos sirven para dar una noción más cercana de cuál es la realidad del territorio nacional», destaca el investigador de la Coordinación de Geografía, Paulo Wagner Teixeira Marques.

La clasificación en 16 tipos permite una representación más precisa del territorio nacional

El resultado apunta a algunos patrones geográficos esperados, como la fuerte presencia de Áreas Naturales en la región Norte, pero indicando un avance de la frontera agrícola en Rondônia, en el sudeste de Pará y Tocantins, por ejemplo, lo que identifica un patrón que correspondería al Arco de Deforestación.

En la región del Medio Oeste, la ocupación por Áreas Naturales da paso cada vez más a la presencia de áreas de producción agrícola y las Áreas Urbanas aparecen puntuales, ya que la urbanización no es el proceso regional más dinámico. Sin embargo, el estudio destaca un eje



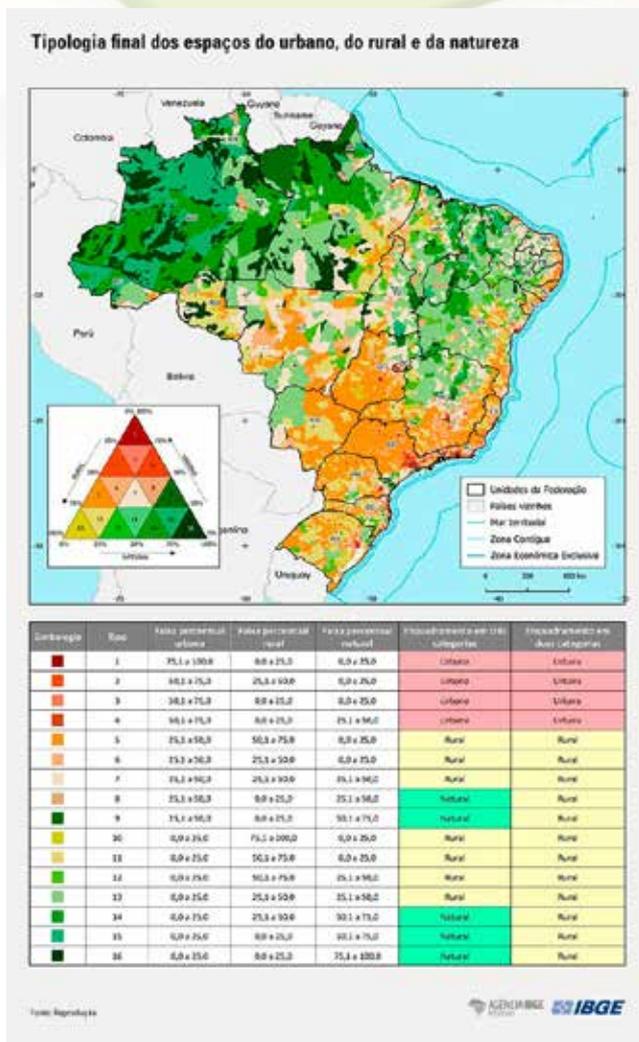
Las capitales y las mayores concentraciones urbanas ocupan sólo el 0,4% del territorio

urbano formado por Goiânia (GO), Anápolis (GO) y el Distrito Federal (DF), con fuertes articulaciones espaciales con el país.

En el Nordeste de Brasil y en el norte de Minas Gerais (MG), la combinación de las tres categorías, Urbano, Rural y Naturaleza, en clases, muestra la presencia de tipos multivariados. La región Nordeste tiene una urbanización a lo largo de la costa combinada con la presencia de Áreas Rurales consolidadas articuladas con centros urbanos grandes y medianos. En el interior del nordeste y norte de Minas Gerais (MG), la presencia de Áreas Naturales en transición a rural es significativa en la región.

Hacia el sur – en Minas Gerais (MG), en el triángulo de Minas Gerais, Sur de Minas Gerais y Zona da Mata (MG), Espírito Santo (ES), São Paulo (SP), Río de Janeiro (RJ) y norte de Paraná (PR) – la configuración espacial denota, principalmente, la importancia de las áreas urbanas y la fuerte presencia de áreas rurales articuladas con los centros urbanos. El resto del Estado de Paraná (PR), Santa Catarina (SC) y Rio Grande do Sul (RS), en la región Sur, tienen Áreas Rurales multivariantes, con actividades agrícolas más consolidadas, además de áreas combinadas con la presencia de Áreas Naturales.

Estudio experimental tiene como objetivo estimular la discusión académica e institucional
La propuesta de tipología de espacios de predominio



La clasificación en 16 tipos permite una representación más precisa del territorio nacional.

de lo rural, urbano y de la naturaleza, en sus diferentes variantes, es relevante para la formulación de políticas públicas y privadas, además de servir de base para la renovación del tema de investigación, desde el punto de vista conceptual y de las categorías pertinentes.

Al tratarse de un estudio aún en fase experimental, y de carácter exploratorio, con el objetivo de discusión académica e institucional sobre las características que definen los espacios rurales, urbanos y naturales, después de la maduración y discusión de este estudio, el IBGE pretende rehacerlo con datos del Censo de 2022, con el fin de proporcionar un marco de referencia que subsidie la planificación territorial en Brasil.

Fuente: IBGE publica estudio para ampliar la categorización de espacios geográficos.
Agencia de Noticias

Códigos electrónicos

Código Geoespacial

Selección y ordenación:
Efrén Díaz Díaz
Abogado, Doctor en Derecho.

Edición actualizada a 4 de mayo de 2022



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

BOE

Publicado el informe de conclusiones de la consulta preliminar del IGN para el uso de la Inteligencia Artificial en productos LiDAR

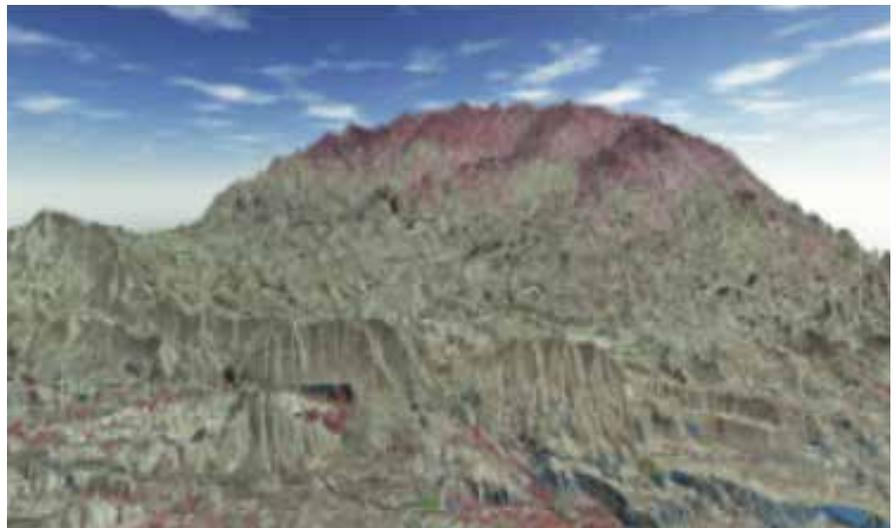
El pasado mes de mayo, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el marco del (PNOA- LiDAR), convocó mediante la plataforma de contratación del sector público, una consulta preliminar del mercado con el objetivo de conocer los avances, alternativas y precios del mercado, así como identificar necesidades y especificaciones técnicas a considerar en los próximos pliegos de prescripciones, en relación con el uso de Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la clasificación de nubes de puntos LiDAR.

Se han recibido seis propuestas de distintas empresas del sector, así como de consorcios de colaboración público-privada. Destacar las interesantes aportaciones realizadas por profesores universitarios de diversas universidades españolas que han colaborado en varias de las propuestas recibidas. Todas las propuestas recibidas han sido interesantes y pertinentes. Las ideas innovadoras recibidas serán tenidas en cuenta por IGN en la preparación de próximas licitaciones públicas.

Después de analizar las soluciones recibidas y extraer las ideas más relevantes, IGN ha publicado un informe de conclusiones, donde se destaca el grado de madurez alcanzado en la aplicación de IA en el proceso de clasificación de nubes de puntos LiDAR, así como los numerosos proyectos I+D en marcha, tanto a nivel empresarial como en el ámbito universitario, y con alto grado de colaboración, que anticipan una fuerte expansión en la implantación de esta tecnología en el sector.

El informe completo se puede consultar [aquí](#), concluyendo que la solución debe incluir las siguientes especificaciones:

1. La solución de IA debe estar basada en algoritmos de Deep Learning, integrando librerías



y código fuente accesible, bien documentado, verificado y contrastado. En las propuestas analizadas se han identificado varios de estos entornos de desarrollo, siendo PointCNN, PointNet++, KPConv y TesorFlow los proyectos más recurrentes y consolidados. El lenguaje de programación Python es el más extendido en la implementación de este tipo de proyectos. El procesamiento en la nube con tecnología GPU es el más adecuado.

2. La correcta ejecución de la fase de entrenamiento del modelo de IA es de vital importancia para

el éxito de la clasificación de nubes de puntos LiDAR. Las muestras utilizadas en el entrenamiento (y en su posterior validación) deben estar preetiquetadas manualmente con la máxima calidad en cada iteración. Igualmente, la definición de una adecuada estrategia de selección de muestras acorde con las características del territorio sobre volado y las clases a identificar en el mismo es clave, siendo conveniente contar para la selección de muestra con información adicional (ortofotografía simultaneas al vuelo LiDAR, imágenes preexistentes, mapas de ocupación de la alta resolución, cartografía, etc.).

3. El proceso de entrenamiento debe ser iterativo, siguiendo etapas marcadas por el análisis estadístico de las métricas obtenidas en la etapa previa. Este análisis determina en cada iteración tanto el número como el tipo de muestras a añadir en la nueva etapa de entrenamiento.

4. Las nubes de puntos obtenidas con la inferencia del modelo provisional resultado de cada iteración, son comúnmente utilizadas como entradas en el etiquetado de las nuevas muestras de entrenamiento a incluir. Otra información auxiliar (cartografía, ortoimágenes, multispectrales, etc.) puede igualmente ser útil para el etiquetado de muestras de entrenamiento.

5. El tipo, tamaño y número de las muestras de entrenamiento y validación necesarias para la correcta clasificación de la nube de puntos difiere de unas soluciones a otras y está condicionado por los resultados estadísticos obtenidos para cada clase en cada iteración. La reutilización de modelos previos preentrenados, así como conjuntos de muestras reales capturadas en coberturas LiDAR anteriores de densidad similar, o sintéticas, propuestos en varias de las soluciones presentadas, puede ser útil para disminuir tiempos de ejecución en la fase de entrenamiento, reduciendo costes y optimizando resultados.

6. En todas las soluciones analizadas el número de clases posibles de identificar mediante esta tecnología oscila entre 8 y 18, lo cual supone un importante incremento en el catálogo de clases avanzadas a ofrecer respecto a la metodología actual. Clases avanzadas complejas como carreteras y vías de ferrocarril, no contempladas en las especificaciones vigentes por

la elevada dificultad que supone su segmentación con los métodos convencionales actualmente implantados, están incluidas en la mayoría de las soluciones propuestas como factibles de abordar.

7. Existe consenso en la industria en cuanto a las métricas a utilizar y la metodología de validación para el control de la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos mediante técnicas de clasificación basadas en IA.

8. El grado de madurez medio de las soluciones propuestas es TRL 6 (sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante). Los distintos proyectos de desarrollo en marcha recogidos en la CPM prevén que la mayoría de las soluciones analizadas alcancen un grado de madurez TRL 8 (sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones), o TRL 9 (sistema probado con éxito en entorno real) en el plazo de un año. Resultado de la consulta se han identificado soluciones en el mercado nacional con grado de madurez TRL 8, y soluciones comerciales con grado de madurez TRL 9 en el seno de la Unión Europea.

9. Se identifican como principales riesgos tecnológicos actuales la gestión y procesamiento del gran volumen de datos implicados, así como el aseguramiento de la calidad en la captura de las nubes de puntos LiDAR.

10. Dada la necesidad de manejar y procesar grandes volúmenes de datos, toda la solución debe basarse en principios de diseño basado en la seguridad y contemplar mecanismos de seguridad en sus componentes y subsistemas que estén integrados y sean interoperables.

El informe indica como conclusiones que: Todas las propuestas recibidas se consideraron interesantes y pertinentes. Las ideas innovadoras recibidas se tendrán en cuenta en la preparación del pliego en caso de realizar una futura licitación pública. La utilización de algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) en el proceso de clasificación de nubes de puntos LiDAR presenta un grado de madurez suficiente para ser considerada como una nueva metodología de producción de posible implantación. Los numerosos proyectos I+D en marcha, tanto a nivel empresarial como en el ámbito universitario, y con alto grado de colaboración, anticipan una fuerte expansión en la implantación de esta tecnología en el sector. La evolución continua de los algoritmos, mejorando su eficacia y fiabilidad en la clasificación básica (suelo, vegetación, edificios, etc.) y añadiendo capacidades de segmentación de nuevas clases minoritarias o avanzadas, detectables en las nubes de puntos LiDAR capturadas cada vez con mayor densidad, unido a la disminución progresiva de los costes de computación, podrían hacer posible su utilización como metodología de producción alternativa, implantada de forma complementaria a la metodología convencional o sustitutiva de esta, en función de los requerimientos de exactitud y el nivel de confianza requerido para cada caso de uso.

El IGN pretende implantar de forma gradual estas nuevas técnicas de clasificación, impulsando procesos de compra pública cuyo objeto sea resolver la necesidad mediante soluciones existentes en el mercado.

Fuente: Noticias - Instituto Geográfico Nacional (ign.es)

La Geo Inteligencia Artificial (GeoIA) revoluciona la Geomática y la Topografía: el futuro de la geoinformación está aquí

En un mundo cada vez más digitalizado e interconectado, la evolución de la inteligencia artificial (IA) y sus aplicaciones no deja de sorprendernos. Hoy en día, una de las áreas más impactantes en la que se está aplicando la IA es la Geo Inteligencia Artificial (GeoIA), una innovación disruptiva que promete transformar el sector de la geomática y la topografía, llevándolo a nuevas alturas nunca antes imaginadas.



La GeoIA es una disciplina emergente que combina el poder de la inteligencia artificial con técnicas y herramientas de geomática y topografía, permitiendo una gestión más eficiente y precisa de la geoinformación y el uso de geotecnologías. Gracias a este matrimonio tecnológico, las capacidades analíticas y predictivas de la IA pueden aplicarse en contextos geospaciales, abriendo nuevas posibilidades para la toma

de decisiones y la planificación en una amplia gama de sectores.

Entre las aplicaciones más prometedoras de la GeoIA, destacan:

1. Análisis de imágenes y datos geospaciales

Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje profundo, la GeoIA permite analizar y procesar grandes cantidades de imágenes y datos geospaciales de manera

más rápida y precisa que los métodos convencionales. Esto resulta especialmente útil en el monitoreo de recursos naturales, la evaluación de riesgos y desastres, o la detección de cambios en el uso del suelo, entre otros.

2. Optimización en la captura de datos y el modelado 3D

La GeoIA también facilita la adquisición y procesamiento de datos geospaciales en tiempo



real, lo que significa que los profesionales de la geomática y la topografía pueden trabajar con información más actualizada y precisa. Además, la inteligencia artificial puede emplearse para mejorar la creación de modelos

3D a partir de datos LiDAR, fotogrametría y otras tecnologías geoespaciales, lo que reduce errores y ahorra tiempo y recursos.

3. Sistemas de Información Geográfica (SIG) inteligentes

La GeolA permite a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) incorporar análisis predictivos y de inteligencia artificial para mejorar la toma de decisiones. Esto incluye la identificación de patrones y tendencias en datos geoespaciales,





la predicción de eventos futuros y la optimización de recursos y rutas.

4. Planificación urbana y gestión del territorio

La GeolA está transformando la planificación urbana y la gestión del territorio al permitir la creación de escenarios virtuales y el análisis de múltiples variables en tiempo

real. Esto facilita la identificación de áreas críticas, la evaluación de políticas y la toma de decisiones basada en datos.

En resumen, la Geo Inteligencia Artificial representa una revolución en el ámbito de la geomática y la topografía, impulsando avances en la adquisición, análisis y uso de la geoinformación. Con su ayuda, la toma de decisiones basada

en datos y la planificación de nuestros espacios se vuelven más eficientes, precisos y sostenibles, lo que se traduce en un futuro más prometedor y equilibrado para todos.

**Fuente: GeolA Revolución en Geomática, Topografía e IA Geoinnovación (linkedin.com).
Autor: Juan Pablo Navarro Batet**





Ángel Collado, integrante del Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica, desarrolla una herramienta informática para transformar el Registro Civil en un Registro Civil Genealógico.

CASTILLA-LA MANCHA - Tema: Catastro-Registro-Notariado

El colegiado nº 8713 de la Delegación de Castilla-La Mancha, profesor e investigador de Ingeniería Geomática en la UCLM en Albacete y representante joven mundial de la Geomática Educativa en la FIG (Federación Internacional de Geomática), es el creador de esta revolucionaria herramienta.

El trabajo que forma parte de su tesis doctoral, trata sobre la administración y gestión de tierras (Catastro-Registro de la Propiedad) a escala municipal, en la población de Jorquera como caso de estudio y le ha llevado dos años de trabajo.

Centra sus esfuerzos en buscar una solución a la problemática nacional, que tienen muchos herederos en zonas despobladas como Jorquera, de geolocalizar fincas rústicas. El conocer en detalle las personas que han vivido allí, así como la relación entre ellas, y que, por lo tanto, han tenido la titularidad de dichas parcelas es algo "esencial para resolverlo", ya que las propiedades se definen, hasta el 2015, exclusivamente por linderos descriptivos indicando los titulares colindantes al Norte, Sur, Este y Oeste, tal y como ha informado el PP en nota de prensa.

Considera que la Ingeniería Geomática es el pilar de la



transformación digital del territorio siendo sus diferentes áreas de conocimiento: la Geoinformación, la Geodesia y la Topografía, la Fotogrametría y Teledetección, la Geoinformática, la Cartografía y la Administración del Territorio.

Para llevar a cabo este proyecto se han digitalizado todos los tomos de nacimientos, matrimonios y defunciones del Registro Civil y se han transformado a una genealogía municipal de más de 24 000 personas de los últimos 300 años juntamente con los datos de los archivos parroquiales.

Del mismo modo, la herramienta desarrollada permite la consulta completa de información personal (nacimiento, matrimonio, defunción) y genealógica de cualquier jorquerano siguiendo las directrices de la nueva ley del Registro Civil (2011) que sí que se aplicarán a los nuevos nacimientos (pruebas piloto en 2021 y 2022 e implementación general ahora y 2024).

En una fase posterior, dichos datos genealógicos serán difundidos en un visor web de mapas dónde estarán

geolocalizados y se podrá consultar información geoestadística y geodemográfica, así como de los apellidos típicos de Jorquera. Del mismo modo, se podrá realizar la geolocalización de las fincas rústicas a través de la aplicación que se está desarrollando para tal efecto.

Fuente: <https://www.coigt.com/noticia/3591>

Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía

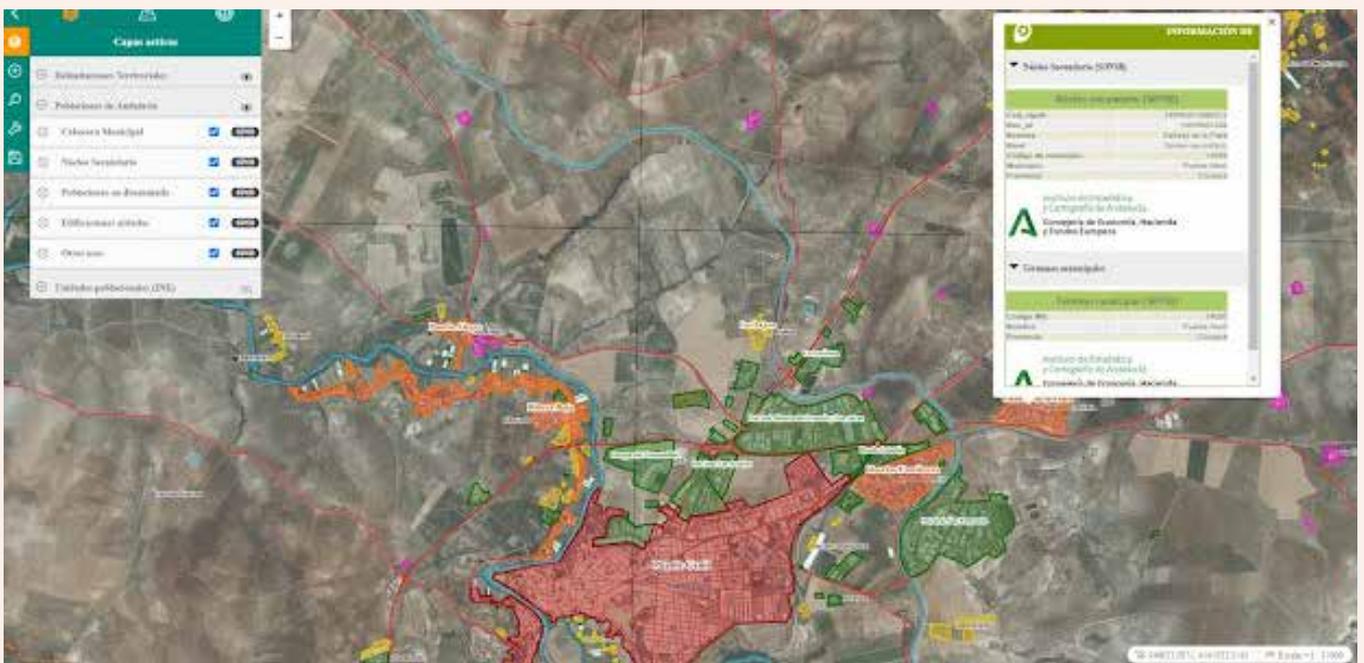
El Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía inició hace más de una década un exhaustivo trabajo de recopilación y análisis de información sobre el poblamiento andaluz, que ahora es recogido en un visualizador denominado Sistema de Información de Poblaciones (SIPob).

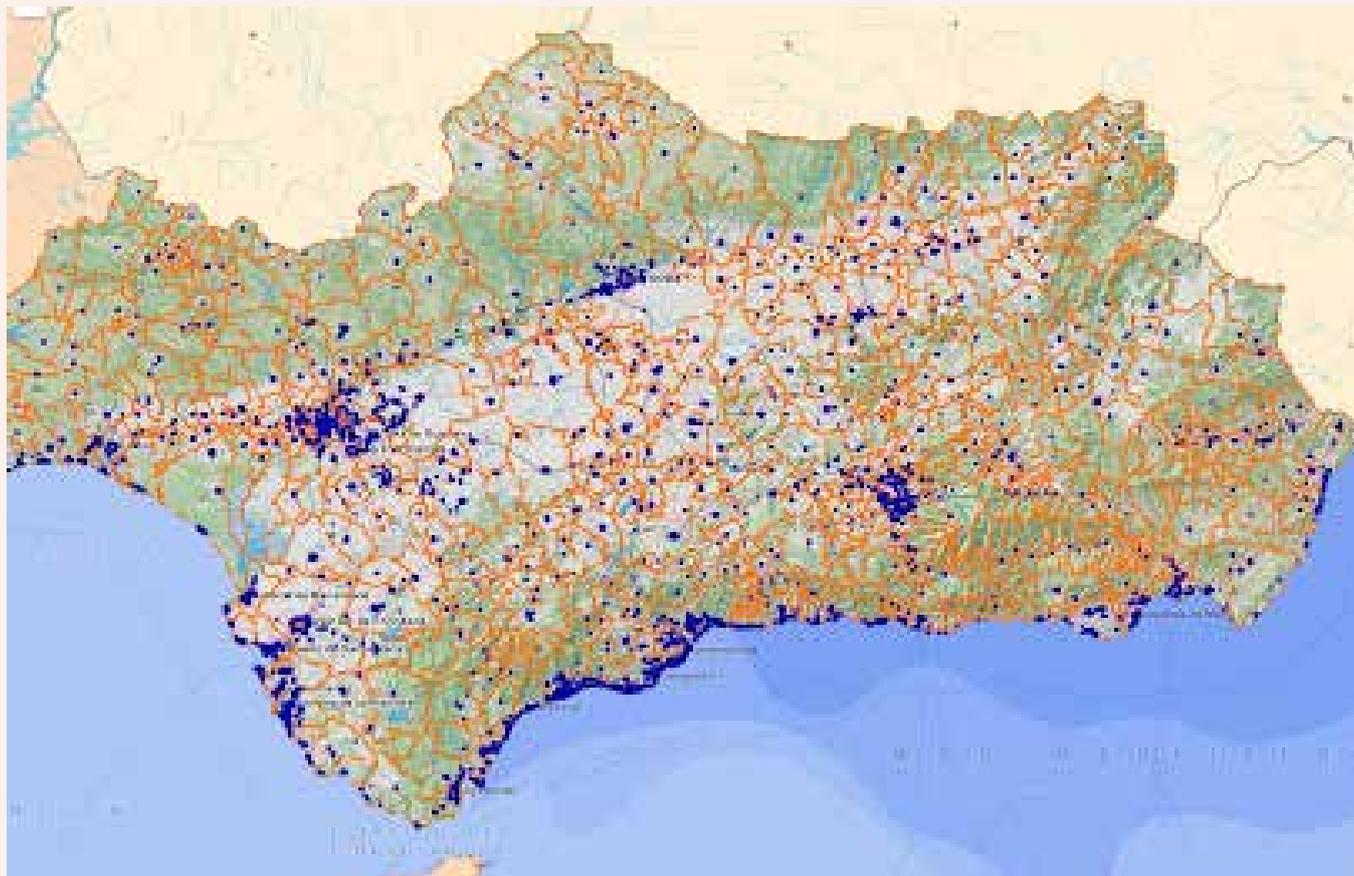
SIPob es un producto de base de datos espaciales, que proporciona información homogénea, precisa

y actualizada de la localización y forma geométrica de las unidades poblacionales en las que se distribuye la población en Andalucía. En ella se identifican las entidades de población, los núcleos y diseminados existentes en cada uno de sus municipios, todos ellos reconocidos con una denominación o identidad propias. Incluye tanto edificaciones de uso residencial y su espacio asociado, como edificios de carácter no residencial y sus estructuras asociadas.

Por otro lado, este visualizador también recoge el Nomenclátor del INE (Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional) territorializado sobre la ortofotografía PNOA más reciente que, además de proporcionar una base de referencia sobre el poblamiento andaluz, genera un marco geográfico continuo y codificado del territorio.

Por tanto, SIPob combina la variable territorial, asociada a delimitación geométrica y georreferenciada de las poblaciones, con la propiamente estadística que proporciona su





código (INE) y con ello, el número de habitantes que el Nomenclátor atribuye a la unidad poblacional a la que pertenece. El desarrollo del conjunto de datos bajo esta doble perspectiva le da mayor potencialidad, siendo de interés en ámbitos muy diversos, como la planificación urbana y territorial, la gestión de las emergencias, la producción de cartografía o la georreferenciación de estadísticas.

Fuente: Blog IDEE: Sistema de Información de Poblaciones de Andalucía (blog-idee.blogspot.com)

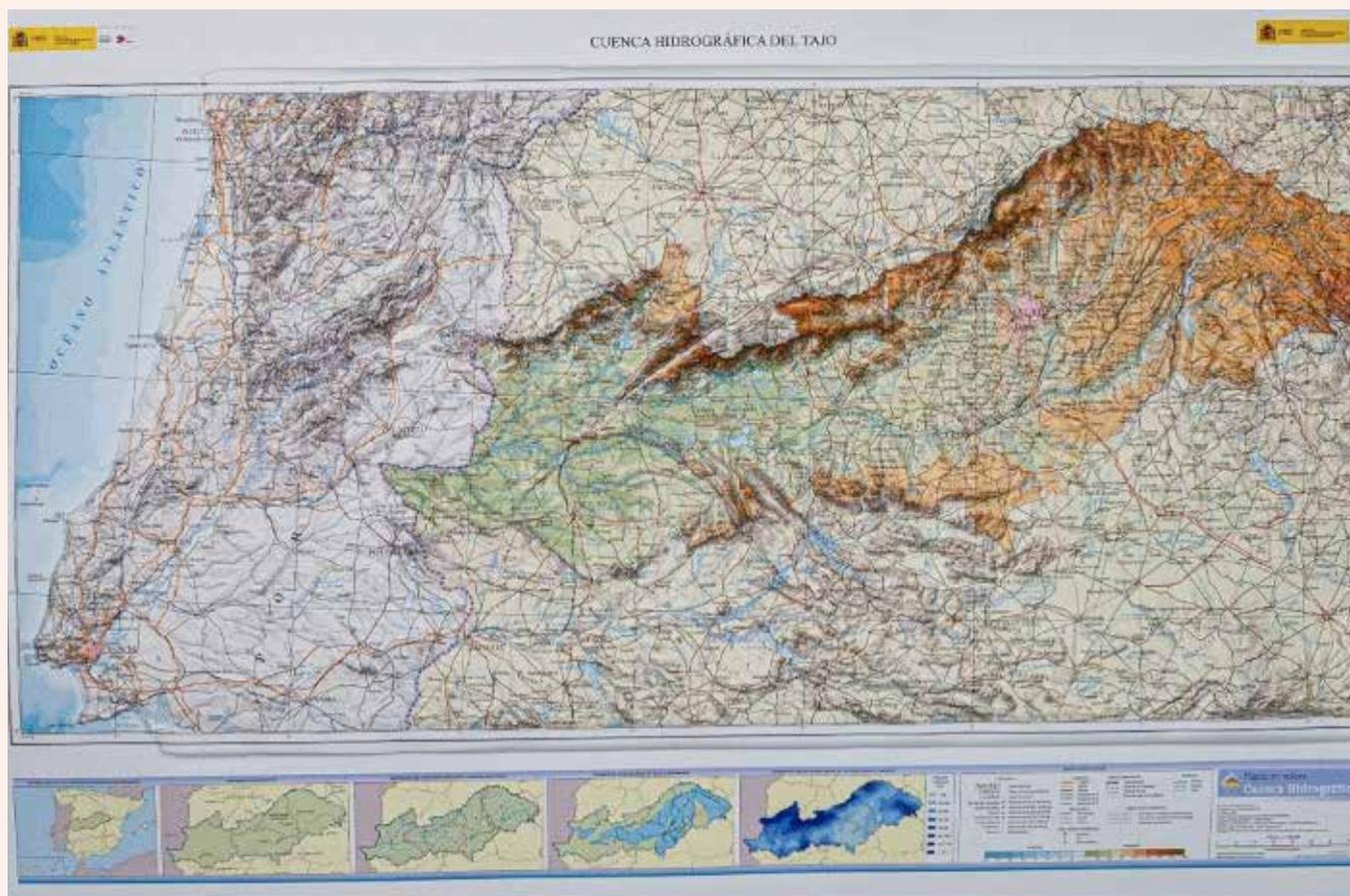
Convenio entre Gobierno de Cantabria y CNIG para la actualización y mejora geométrica

de las delimitaciones territoriales en Cantabria

A través de este convenio continúa la colaboración, especificando el plan de

trabajo para los años 2023 a 2027 y siguiendo con la mejora geométrica de cada una de las líneas jurisdiccionales de los términos municipales de la Comunidad Autónoma de Cantabria.





Estamejora geométrica consiste en dotar de coordenadas a todos los mojones que componen cada una de las líneas jurisdiccionales, así como, para todas ellas, la concreción geométrica de los tramos entre cada dos mojones.

Además, contempla prestar asistencia técnica en materia de delimitaciones territoriales al Gobierno de Cantabria.

Consulta toda la información del convenio en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-20728

Fuente: Noticias - Instituto Geográfico Nacional (ign.es)

Nuevo Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Tajo en relieve

Nuevo Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Tajo en relieve. En septiembre se ha puesto a la venta el nuevo Mapa en relieve de la Cuenca Hidrográfica del Tajo a escala 1:600.000. Se trata de un encargo a instancia de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT).

Se trata de una primera edición, que ha seguido la línea del mapa primigenio de la Cuenca Hidrográfica del Ebro publicado en 2019, del que existía una edición anterior de 1995.

El proyecto comenzó a finales de 2022 cuando la CHT, tras conocer el buen resultado del mapa de la Cuenca Hidrográfica del Ebro decide encargar al IGN-CNIG una primera edición para la gestión hidrológica de su cuenca. Tras una reunión técnica entre ambas instituciones se establecen

las necesidades del futuro mapa y se decide su ejecución.

Inmediatamente se comienzan las actividades de formación y edición del nuevo mapa. Cabe señalar la agilidad y rapidez en la ejecución a pesar de ser un mapa nuevo ya que, gracias al precedente del Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Ebro con el que se establecieron las bases, se permitió replicar el proceso obteniendo un primer resultado en poco menos de un mes.

En la fase de diseño, al tratarse de una demarcación hidrográfica internacional con acuerdos hispano-portugueses en materia de gestión del agua, se vio pertinente enmarcar la representación en torno a la cuenca entera, desde el nacimiento a la desembocadura del río, lo que supuso añadir la parte portuguesa, pero de una manera mucho más

liviana para diferenciarla de la parte española. El resultado es un mapa con una disposición ligeramente alargada, pero con un contenido más significativo y completo al incluir la cuenca al completo y las capitales de ambos países, Lisboa y Madrid, que permiten además ubicar al usuario respecto a los principales centros neurálgicos de ambos países.

El mapa se ha formado utilizando la información cartográfica que el Servicio de Cartografía Derivada del IGN produce. Esta información se nutre de las bases IGR, Información Geográfica de Referencia, que el IGN también produce y mantiene. Se ha puesto especial cuidado en la correcta inclusión de embalses, canales y acequias, así como en la Red Hidrográfica Principal, adecuando así el contenido al propósito del mapa. A tal efecto ha simplificado bastante la tarea el disponer de la Información Geográfica de Referencia de la capa de Hidrografía (IGR-Hi).

Sobre la capa topográfica de base, actualizada y editada, se añaden los límites de interés: Límites de la cuenca hidrográfica y de las zonas de explotación, que delimitan y enmarcan geográficamente la cuenca.

Finalmente, a propuesta de la Confederación, se añade información temática mediante cuadros anejos con datos georreferenciados relativos a: la distribución geográfica de las precipitaciones medias entre 1980 y 2019, la distribución de las masas de aguas subterráneas y las zonas de explotación sobre la Red Hidrográfica Principal. Siguiendo una disposición similar a la utilizada en el Mapa de la Cuenca del Ebro, acompañan a dichos cuadros, otros dos con información de situación con la

distribución administrativa dentro del ámbito geográfico de la cuenca y la ubicación de ésta en una visión general de toda España, así como la leyenda.

El trabajo así concluye en una visión sintética en forma de mapa en relieve de máxima calidad, y ofrece una visión global y plástica del territorio, lo que proporciona una experiencia de usuario imposible de alcanzar en una pantalla de ordenador. Además, responde eficientemente a las necesidades de gestión hidrológica demandadas por la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHT. Puede considerarse el vivo ejemplo de la buena colaboración y coordinación interadministrativa en la optimización de recursos y racionalización del gasto público, al mismo tiempo que pone en evidencia que, lejos de caer en desuso, estos mapas murales muestran una síntesis efectiva del territorio, fundamental en la gestión territorial, puesto que, con una simple imagen cartográfica muestran la realidad geográfica tal cual es, sin desvirtuarla, algo difícilmente conseguible de otra manera.

Fuente: Noticias - Instituto Geográfico Nacional (ign.es)

Convenio entre IGN, CNIG y Comunidad Autónoma de La Rioja para actuaciones conjuntas en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea

El Instituto Geográfico Nacional, el O. A. Centro Nacional de Información Geográfica y la Comu-

nidad Autónoma de La Rioja, mediante la Consejería de Agricultura, Ganadería, Mundo Rural, Territorio y Población, han firmado un convenio para actuaciones conjuntas en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de La Rioja (Vuelo 2023).

Como resultado de este convenio, se mejorarán los productos nominales de la Administración General del Estado para que sean aplicables al ámbito competencial de La Rioja, mediante las siguientes tareas:

- Mejorar la resolución del vuelo PNOA pasando de 35 cm/píxel a 18 cm/píxel.
- Mejora de la resolución de la ortofoto pasando de ortofoto básica de 25 cm/píxel a ortofoto rigurosa de 15 cm/píxel.

La autorización de este convenio pone de manifiesto el interés de ambas partes, de coordinar actuaciones en materia de información geográfica, de manera que se satisfagan las necesidades de ambas Administraciones Públicas firmantes, se garantice la producción de información cartográfica y geográfica en forma coordinada y eficiente y se facilite la combinación datos geográficos de diversas fuentes para su utilización por parte de la sociedad.

Fuente: BOE-A-2023-17605
Resolución de 27 de junio de 2023, del Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica, por la que se publica el Convenio con la Comunidad Autónoma de La Rioja, para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de La Rioja, Vuelo 2023.



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 Currículum de cada uno de los autores lo más relacionado con el artículo presentado y con una extensión máxima de 200 palabras.

En los **artículos de revisión e informes técnicos** se debe incluir título, datos de contacto, resumen y palabras claves, quedando el resto de apartados a consideración de los autores.

F. Tablas, figuras y fotografías. Se deben incluir solo tablas y figuras que sean realmente útiles, claras y representativas. Se deben numerar correlativamente según la cita en el texto. Cada figura debe tener su pie explicativo, indicándose el lugar aproximado de colocación de las mismas. Las tablas y figuras se deben enviar en ficheros aparte, a ser posible en fichero comprimido. Las fotografías deben enviarse en formato JPEG o TIFF, las gráficas en EPS o PDF y las tablas en Word, Excel u Open Office. Las fotografías y figuras deben ser diseñadas con una resolución mínima de 300 pixel por pulgada (ppp).

G. Fórmulas y expresiones matemáticas. Debe perseguirse la máxima claridad de escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio. En el texto se deben numerar entre corchetes. Utilizar editores de fórmulas o incluirlas como imagen.

4. Envío

Los trabajos originales se deben remitir preferentemente a través de la página web <http://revistamapping.com> en el apartado «OJS», o mediante correo electrónico a info@revistamapping.com. El formato de los ficheros puede ser Microsoft Word u Open Office y las figuras vendrán numeradas en un archivo comprimido aparte.

Se debe enviar además una copia en formato PDF con las figuras, tablas y fórmulas insertadas en el lugar más idóneo.

5. Proceso editorial y aceptación

Los artículos recibidos serán sometidos al Consejo de Redacción mediante «**Revisión por pares doble ciego**» y siguiendo el protocolo establecido en el documento «**Modelo de revisión de evaluadores**» que se puede consultar en la web.

El resultado de la evaluación será comunicado a los autores manteniendo el anonimato del revisor. Los trabajos que sean revisados y considerados para su publicación previa modificación, deben ser devueltos en un plazo de 30 días naturales, tanto si se solicitan correcciones menores como mayores.

La dirección de la revista se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos para su publicación, así como el introducir modificaciones de estilo comprometiéndose a respetar el contenido original. Se entregará a todos los autores, dentro del territorio nacional, la revista en formato PDF mediante enlace descargable y 1 ejemplar en formato papel. A los autores de fuera de España se les enviará la revista completa en formato electrónico mediante enlace descargable.

Suscripción a la revista MAPPING

Subscriptions and orders

Datos del suscriptor / Customer details:

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

PAPEL

SUSCRIPCIÓN ANUAL / SUBSCRIPTION:

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

Precios de suscripción por año completo 2023 (6 números por año) Prices year 2023 (6 issues per year)

NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:

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

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

DIGITAL

SUSCRIPCIÓN ANUAL / ANNUAL SUBSCRIPTION:

- Internacional / International : 25€

Precios de suscripción por año completo 2023 (6 números por año) en formato DIGITAL y enviado por correo electrónico / Prices year 2023 (6 issues per year)

NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:

- Internacional / International : 8€

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

Forma de pago / Payment:

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

2100-1578-31-0200249757

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

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

Distribución y venta / Distribution and sale:

Departamento de Publicaciones de eGeoMapping S.L.

C/ Arrastaria 21. 28022-Madrid

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

e-mail: info@revistamapping.com

www.revistamapping.com

Firma _____

CONTIGO TODO EL CAMINO



PLANIFICACIÓN > PROSPECCIÓN > DISEÑO > ORGANIZACIÓN > EJECUCIÓN > INSPECCIÓN

Sea cual sea el tipo de proyecto, el tamaño de su empresa o la aplicación específica, ponemos a su disposición una amplia gama de soluciones de medición y posicionamiento de precisión para satisfacer sus necesidades.

Descubra lo que otros profesionales como usted están logrando con la tecnología de Topcon.

topconpositioning.com/es-es/insights

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
O. A. CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

www.ign.es

cartografía digital



CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS
<https://centrodedescargas.cnig.es>

Base Cartográfica Numérica (BCN 1000, 200, 50, 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.

Oficina central y comercialización:
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID
Teléfono: +34 91 597 94 15 • Fax: +34 91 553 29 13
e-mail: consulta@cnig.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL

