



Topográfico de La Rioja (España): Validación de la información Altimétrica a partir del MDE

Noviembre 2009

García de Vicuña Ruiz de Argandoña, Ana - Dirección General de Política Territorial. Gobierno de La Rioja. España Soriano Lázaro, Marta - Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (Tragsatec). España López García, Gonzalo - Dirección General de Política Territorial. Gobierno de La Rioja. España

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar la bondad de la información altimétrica incluida en el mapa topográfico del año 2004 del Gobierno de La Rioja (España) a partir del Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Para ello, se genera el MDE 2004 con los datos de elevación (curvas de nivel y puntos acotados) a escala 1:5000. Con el fin de verificar su calidad y exactitud, en primer lugar se compara con el MDE 1989 y con el MDE del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Posteriormente se contrasta con los puntos de la Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP) realizando un análisis estadístico. Los resultados muestran un buen comportamiento de la información altimétrica empleada en la generación del modelo, aunque se evidencia la presencia de errores sistemáticos debidos principalmente a las masas de arbolado denso y zonas con pendiente abrupta.

Abstract

The objective is evaluate the goodness of the altimetric information included in La Rioja Government's (Spain) 2004 topographic map using the Digital Elevation Model (DEM). The 2004 DEM at 1:5000 scale is generated from the elevation data (contour lines and points enclosed). In order to verify its quality and accuracy, the 2004 DEM is compared first with the 1989 DEM and with the National Geographic Institute's (IGN) DEM. Secondly, it is contrasted with the high precision levelling network points (REDNAP) by means of statistical analysis. The results shows a good performance of the altimetric information used for the model generation, but also shows some systematic errors, mainly due to the dense forest trees areas and also steep slope areas.

1. INTRODUCCIÓN

Los MDE's son fundamentales en las actividades relacionadas con la cartografía, medio ambiente y ciencias naturales entre otras. La coherencia y calidad de un modelo depende de las características del terreno, la información altimétrica de partida y el método de generación empleado (Martínez et al., 2001).

En el año 2004 el Gobierno de la Rioja elaboró el mapa topográfico a escala 1:5000 con el fin de actualizar la información cartográfica disponible y facilitar el uso de la información geográfica al público en general. La Directiva Europea Inspire 2007/2/CE, de 14 de marzo de 2007 marca las directrices para la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa y a nivel estatal el Real Decreto 1545/ 2007 regula el Sistema Cartográfico Nacional Español. Todo ello dirigido a garantizar la homogeneidad de la información, facilitar el acceso público a la misma, así como a la actualización de los datos cartográficos de referencia. Actualmente desde la Sección de Sistemas de Información Geográfica y Cartografía del Gobierno de La Rioja se realizan diversos proyectos encaminados al mantenimiento de la información topográfica.

Entre ellos, destaca el siguiente trabajo cuyo objetivo es aseverar los datos altimétricos de la cartografía del 2004 a partir de la generación de un MDE (Fig. 1) corregido y validado. Se comprueba tanto la información altimétrica correspondiente a las curvas de nivel así como las cotas, vértices geodésicos, líneas de cresta y de vaguada que se utilizan en el ajuste de los modelos en zonas singulares. El estudio de los modelos se extiende a toda la Comunidad Autónoma de La Rioja (CAR), con una superficie de 5.045 km². Abarca parte del Valle del Río Ebro en su zona Norte y parte del Sistema Ibérico en la zona Sur donde la altitud va incrementándose de Este a Oeste y alcanza las cotas más elevadas en el Suroeste de La Rioja.

Tras la creación de los respectivos MDE's y su posterior análisis se observa que las mayores diferencias de altitud entre modelos se localizan en la zona Suroeste donde se encuentran grandes masas arbóreas y terrenos especialmente abruptos. De la misma manera se observan discrepancias que corresponden a cambios reales del terreno en zonas de construcción, excavaciones, cauces de ríos y embalses.

2. APLICACIÓN Y DATOS DE PARTIDA

En el procesamiento y gestión de la información se emplea el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis 9.2 y las herramientas de análisis espacial, Spatial Analyst y 3D Analyst, que facilitan tanto el trabajo a partir de los datos vectoriales, como su adaptación a redes de triángulos irregulares (TIN) y posterior conversión a formato raster. Los diferentes MDE's se realizan a partir de la siguiente información topográfica:

- Topográfico a escala 1:5000 en formato SHP año 1989 de la CAR.
- Topográfico a escala 1:25000 en formato DWG del IGN.
- Topográfico a escala 1:5000 en formato DWG/SHP año 2004 de la CAR.

- ▶ Productos
- ▶ Índice de Anunciantes
- ▶ Bolsa (valores del GIS)
- ▶ Direcciones de Interés
- ▶ Cursos
- ▶ Eventos
- ▶ Redacción
- ▶ Meteorología
- ▶ Concursos
- ▶ Estadísticas
- ▶ Publicidad
- ▶ Librería
- ▶ Búsquedas
- ▶ Comité Científico
- ▶ Normas para Autores
- ▶ Glosario
- ▶ :: Inicio ::



REGÍSTRESE

Anónimo

Usuarios activos en la página:
60

Usuario

Password

[¿Desea registrarse?](#)

[¿Ha perdido su contraseña?](#)

[Registrar](#)

Anuncios Google

[Avantgeo. Cartografía](#)

Explotación, mantenimiento y producción cartográfica de calidad
www.avantgeo.com/

[Top Nivel Topografía S.L.](#)

Servicios Tecnicos en Topografía Mediciones, Obras, Proyectos
www.topnivel.com

[Software de Ingeniería](#)

Topografía, Ingeniería Civil... Descárguelo Gratis y Pruébelo!
www.Apliotop.com/Soft_Inger

[Losa ingenieros](#)

Ingeniería integral de proyectos Industriales y Agrónomos.
www.losaingenieros.com

Para la referenciación geográfica de los datos se elige el sistema de referencia global ETRS89 de manera que las fuentes de información en el sistema de referencia regional ED50 se transforman a ETRS89 de acuerdo a los procedimientos de transformación facilitados por el Consejo Superior Geográfico.

3. METODOLOGÍA

Conceptualmente, un MDE es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altimetría del territorio (Felcísimo,1994). En su generación se elige el modelo de representación TIN que consiste en una red de nodos con los valores de altitud conectados por los ejes y originando una red de triángulos. En este modelo la altitud de los datos de partida forman parte del propio modelo, de tal manera que la cota asignada a un punto del modelo TIN coincide con la recogida en los puntos de apoyo (Martínez et al., 2001).

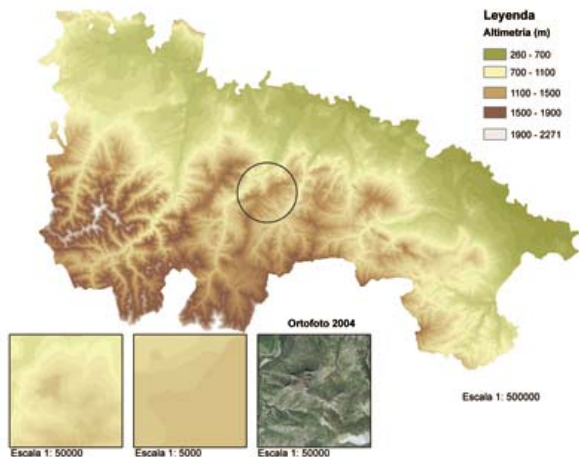


Figura 1. MDE correspondiente al mapa topográfico del 2004.

En la generación de los diferentes MDE's, primero se extraen los datos vectoriales que definen los atributos del terreno (puntos acotados, curvas de nivel). El almacenamiento de estos atributos se realiza en la estructura terrain de ArcGIS (Fig. 2) que establece referencias a las fuentes de información y a continuación crea una representación visual TIN temporal. La principal ventaja del formato terrain es que la información inicial se puede modificar o eliminar pudiéndose construir de nuevo la superficie de elevación terrain con los datos actualizados (Wanning et al., 2004). Estos se construyen a través de las herramientas contenidas en ArcToolbox/ 3D Analyst Tools/ Terrain.

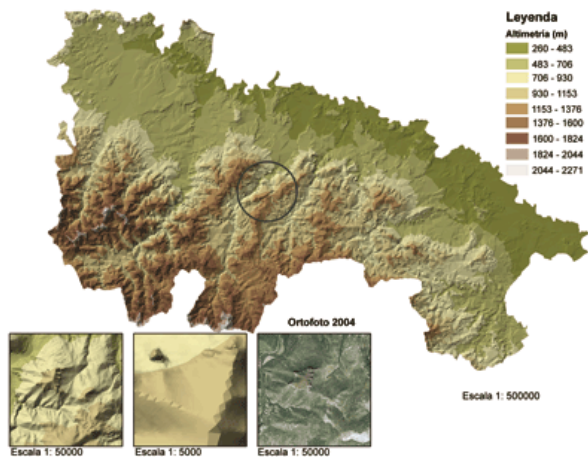


Figura 2. Modelo terrain (TIN multiresolución) creado a partir de las curvas de nivel y puntos acotados del topográfico 2004.

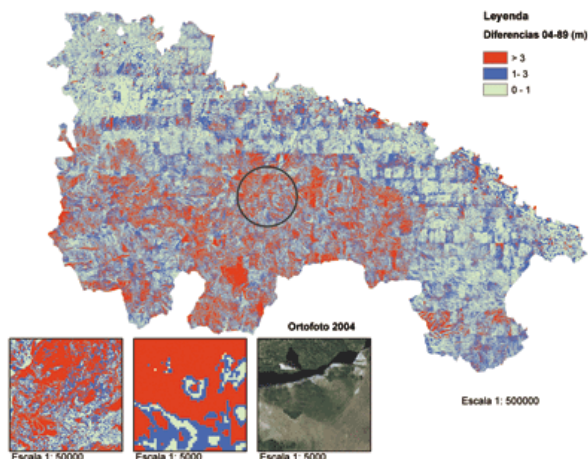


Figura 3. Mapa raster diferencia (Dif0489) topográfico del año 2004 y del año 1989.

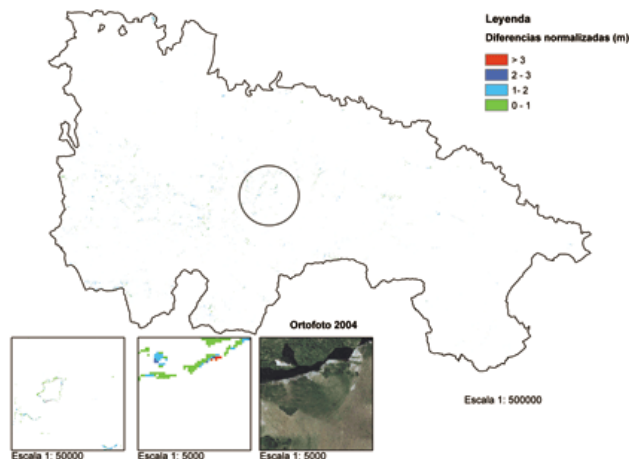


Figura 4. Mapa raster diferencia (Div0489) topográfico del año 2004.

Posteriormente, cada uno de los modelos terrain se convierte al modelo raster a partir de la herramienta de conversión tridimensional disponible en 3D Analyst (Convert/Terrain to Raster). El raster o matriz regular, en este caso de 5 metros de resolución, es el resultado de superponer una retícula sobre el terreno y extraer la altitud media de cada celda. En la conversión de dicha información interviene un método de interpolación lineal que asigna a cada nodo del MDE matricial un valor de altitud estimado a partir del TIN. El sistema de referencia y tamaño de píxel empleado en cada modelo es el mismo de manera que todos los mapas raster son comparables a partir de las funciones de análisis espacial.

Obviamente, la estructura matricial no puede representar puntos singulares ni estructuras lineales como un TIN, por lo que parte de los beneficios de la triangulación se pierden. Sin embargo, el proceso aprovecha parcialmente la capacidad del TIN para integrar discontinuidades en la generación del MDE lo que es preferible a la generación directa de la matriz regular a partir de los datos de partida (Felicísimo, 1994).

El formato raster optimiza la forma de representar el modelo permitiendo efectuar cálculos que sirven para analizar la información de partida. Se calculan los mapas diferencia entre MDE's con la herramienta Raster math/ Minus. En estos mapas (dif0489; dif0425) ya se detectan los puntos o zonas donde las discrepancias entre topográficos son mayores (Fig. 3). Las diferencias entre dos fuentes de información pueden considerarse dependientes de una serie de parámetros que van desde los datos de entrada a las características orográficas de la zona.

Teniendo en cuenta que la comisión de errores es inevitable debido a que los modelos son visiones simplificadas de la realidad, se considera como diferencia significativa valores cuya distancia sea mayor a dos curvas de nivel eliminando los valores inferiores a 10 metros (Felicísimo, 1994). Con estas premisas se combinan los valores de cada diferencia (dif0489 + dif0425) utilizando la herramienta Raster math/ Plus, y como consecuencia de ello se incrementan los errores propios del topográfico 2004. El resultado se normaliza dividiéndolo por uno de los mapas diferencia (dif0489). A partir del nuevo raster diferencia (div0489) se reclasifican los errores en un rango de categorías que facilita la visualización y concreta las zonas susceptibles de error (Fig. 4).

Este mapa raster se coteja con la ortofoto del año 2004 y se define la tipología de errores del modelo. Durante la generación se detectan errores que provienen de la información de base provocando incoherencias en el modelo. Como ejemplo, se identifica un tramo de curva de nivel mal acotado por lo que se corrige su altitud en los datos de partida y se procede a reconstruir de nuevo el terrain 2004 (3D Analyst Tools/ Terrain/ Build Terrain). En otros casos, en el terreno se producen cambios reales (construcciones, excavaciones) que se reflejan en el raster div0489 y que no pueden considerarse como errores en ninguna de las fuentes de información (Fig. 5).



Figura 5. Error de representación en el MDE debido a modificaciones reales en el terreno.

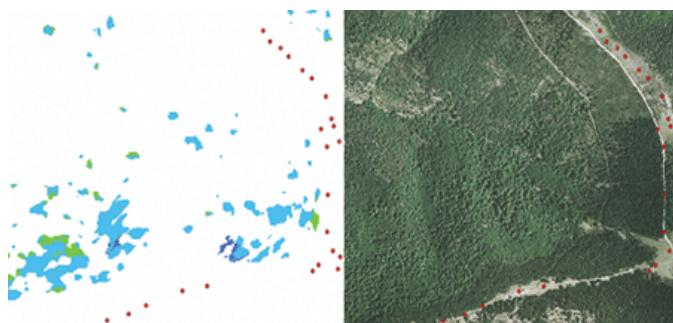


Figura 6. Error de representación en el MDE debido a la falta de puntos de apoyo y densidad de arbolado.

Además, las características del terreno (orografía abrupta, densidad de bosques) y la imposibilidad de capturar de forma exacta la cota suelo condiciona el número y distribución de los datos de partida y en consecuencia la precisión obtenida en los modelos (Fig. 6-7). Esto mismo se pone de manifiesto en el trabajo realizado por Morillo et al. (2002).

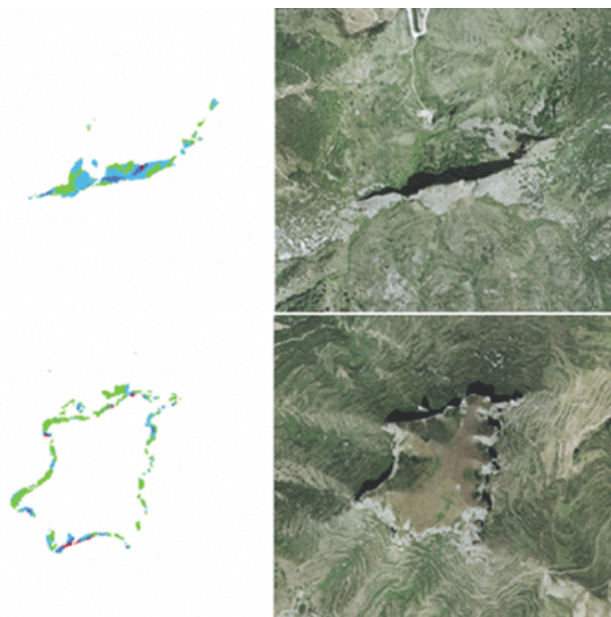


Figura 7. Error de representación en el MDE debido a las características abruptas del terreno.

Este análisis visual del raster diferencias no es suficiente para determinar la exactitud del modelo (Durón, 2007). Por ello se procede a realizar la valoración mediante análisis estadísticos comparando las elevaciones interpoladas linealmente en el MDE 2004 (3D Analyst Tools/ Functional Surface/ Surface Spot) respecto a los puntos REDNAP.

4. RESULTADOS

El análisis estadístico permite determinar la precisión en la estimación de la altitud del MDE 2004 en los 226 puntos elegidos de la REDNAP (Fig. 8) elaborada por el Instituto Geográfico Nacional y cuya exactitud absoluta es de 5 cm (Valdés et al., 2007).

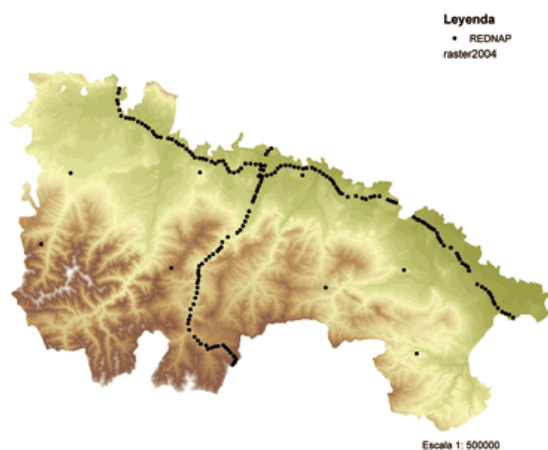


Figura 8. Puntos de la REDNAP en la CAR.

La elevación de los puntos de la REDNAP y los valores de altitud homólogos del MDE 2004 son los datos necesarios para medir el error. Al procesar las diferencias se calcula el error medio (EM) y el error cuadrático medio (ECM) del modelo, de acuerdo a las siguientes expresiones (Carvacho y Sánchez, 1997):

$$ECM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum e_i^2} \quad EM = \frac{1}{n} \sum e_i$$

donde $e_i = z_{MDE\ 2004} - z_{REDNAP}$

	MDE 2004 – REDNAP
Error Medio (m)	0,1194
Error Cuadrático Medio (m)	1,8329

Tabla 1. Resultado del EM y EMC entre los datos del MDE 2004 y REDNAP

En la comparación de los valores obtenidos en el MDE frente a los valores REDNAP, el error medio es de 0,1194 m mientras que el error cuadrático medio es de 1,8329 m. Ambos resultados son conformes a la precisión altimétrica que con carácter general es requerida en cartografía topográfica a escala 1:5000.

5. CONCLUSIONES

El análisis visual confirma la dificultad de representar con exactitud zonas con cambios bruscos del relieve y gran densidad de arbolado. Si se comprueban los datos de partida de estas zonas se observa que no se dispone de puntos de apoyo suficientes ni su distribución es adecuada para la obtención de datos altimétricos precisos. Apesar de ello, el análisis estadístico demuestra que tanto los datos de partida como la metodología expuesta en este trabajo permiten generar un producto de una elevada calidad (error < 2 m en altimetría conforme a las especificaciones técnicas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de España) para la representación y análisis del relieve y además detectar datos incoherentes en las fuentes de información originales y utilizar como herramienta de validación de las bases de datos cartográficas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Carvacho, L y Sánchez, M. (1997). Modelos Digitales del terreno: comparación entre el modelo TIN y el INTERCON. Trabajo del Curso de Doctorado sobre Modelos Digitales del Terreno. Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares.
- Durón, J.J. (2007). Modelos digitales de elevación para el continuo de elevaciones mexicano. Felicísimo, A.M. (1994). Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Pentalfa Ediciones, Oviedo. 222 pp.
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/eventos/cng2007/resumen/SitioNew/dctos/extcemjavierduron.pdf>
- Martínez, R., González, F. y Gordo, C. (2001). Análisis de las metodologías habituales para la generación de modelos digitales del terreno. Mapping, 71, 86-92.
- Morillo, J., Pozo J., F., Pérez, F., Rodríguez, M. C. y Rebollo, F. J. (2002). Análisis de calidad de un modelo digital de elevaciones generado con distintas técnicas de interpolación. En: XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, (Santander 5-7 junio de 2002), 12 pp.
- Valdés, M., Cano, M.A. y Quirós, R. (2007). El centro de observaciones geodésicas del Instituto Geográfico Nacional. Proyectos e infraestructuras. Mapping, 119, 14
- Wanning, P., Dragan, P. y Clayton, C. (2004). Handling large terrain data in Gis. En: XX Congreso ISPRS, (Estambul, 12-23 julio de 2004), 6pp.

[<< volver](#)

[^^ subir](#)

[:: Artículos](#) [:: Noticias](#) [:: Artículo Iberoamérica](#) [:: Números Anteriores](#)
[:: Productos](#) [:: Índice de Anunciantes](#) [:: Bolsa \(valores del GIS\)](#) [:: Direcciones de Interés](#) [:: Cursos](#) [:: Eventos](#) [:: Redacción](#)
[:: Suscripciones Impresa](#) [:: Meteorología](#) [:: Concursos](#) [:: Estadísticas](#) [:: Publicidad](#) [:: Librería](#) [:: Comité Científico](#) [:: Búsquedas](#)

Página web creada por **R&A Marketing** www.ra-marketing.com