

APLICACIONES DE LA FUSIÓN DE DATOS EN LA ORDENACIÓN TERRITORIAL

F. J. TAPIADOR (*) y J. L. CASANOVA (**)

javier@tapiador.com

(*) Actualmente, University of Birmingham. School of Geography and Environmental Sciences. UK. Anteriormente, LATUV
(**) Universidad de Valladolid. Departamento de Física Aplicada I. Laboratorio de Teledetección (LATUV)

RESUMEN: Las técnicas de fusión de datos en Teledetección presentan un desarrollo avanzado, que permite que sean utilizadas en análisis geográfico tanto a nivel experimental como en trabajos aplicados. En este sentido, y dentro de varios de los trabajos de Ordenación Territorial (OT) de Castilla y León (Segovia, Salamanca, Palencia y Zamora), se utilizó uno de estos métodos, denominado 'Entropy Data Fusion' (EDF) para, entre otros productos, obtener mapas de usos del suelo actualizados y precisos, que sirvieran como base de las políticas de coordinación y planificación. En este trabajo se presenta un recorrido por la capacidad de estas técnicas de mejorar nuestro conocimiento geográfico en el campo de la OT, ofreciendo una conceptualización teórica y un ejemplo práctico de uso.

Palabras clave: Fusión de datos, planificación territorial.

ABSTRACT: Data-fusion methods in RS show an advanced development to be used in geographical analysis both in experimental levels and applied works. In this last sense one of this methods (Entropy Data Fusion, EDF) had been used in the Regional Planning task in Castilla y León, Spain, on the provinces of Segovia, Salamanca, Palencia and Zamora to obtain accurate and actualized land-use maps for coordination and planning policies. In this work an overview on the features of this techniques to improve our geographical knowledge in Regional Planning is presented, offering a theoretical conceptualization and a practical example.

Keywords: Data-Fusion, Regional Planning.

INTRODUCCIÓN

Los métodos de fusión de datos (vs. Wald, 1999), pese a su novedad, han alcanzado un nivel de desarrollo suficiente como para entrar a formar parte de manera operativa de las aplicaciones geográficas de la Teledetección. En este sentido, la capacidad de aumentar la resolución espacial de los sensores de alta resolución temporal, así como la translación de información espectral a imágenes pancromáticas, supone un elemento de valor en el marco de la OT, lo que se ha puesto de manifiesto a lo largo de la realización de algunas de las Directrices de Ordenación Territorial (DOT) en las que se ha participado como redactor (vs. Tapiador, 2000a).

LA FUSIÓN DE DATOS: ALGUNOS CONCEPTOS

Siguiendo a la mayoría de los autores, la fusión de datos se puede definir como *el conjunto de técnicas consistentes en transmutar dos conjuntos de datos de características y procedencias diferentes en uno nuevo, con objeto de potenciar las capacidades de que goza-*

ban por separado y evitar alguna limitación que poseyeran, mejorando con ellos sus capacidades de utilización (Tapiador, 2000b).

El término fusión de datos aparece como un concepto preciso y diferenciado de otros como 'integración', 'mezcla', 'unión' o 'sinergia', disímil asimismo de la utilización conjunta de varios tipos de información en los SIG, y que se caracteriza por la extracción de una información mayor que la original por separado. Este aspecto amplio se suele reducir al caso de mejora de la resolución espacial de algunos sensores, por lo general multispectrales (Pohl y Touron, 2000).

El desarrollo de estas técnicas se inicia en los años 90, presentando en la actualidad una cada vez mayor aplicación en diversos campos, entre los que destacan las aplicaciones militares, las agrarias, las urbanas, las forestales, etc. (Pohl y Van Genderen, 1998). Se han propuesto un número elevado de metodologías, entre las que se pueden señalar las siguientes:



Figura 1. Imagen IRS 1-D Pan, combinación RGB Landsat-TM e imagen EDF.

- IHS. Intensity, Hue, Saturation (entre otros, Pohl y Van Genderen, 1998)
- PCS. Principal Components Substitution (Göpfert, 1987, entre otros)
- ARSIS. Acroissement de la résolution spatial par injection de structures, (Mangolini, 1994)
- EDF. Entropy Data Fusion (Tapiador, 2001)

El proceso de fusión de datos, de forma general, se ejemplifica en la figura 1 mediante la fusión de una imagen pancromática IRS 1-D (5 metros de resolución espacial) con otra multispectral Landsat-ETM (30 metros de r.e.) con objeto de obtener una imagen multispectral a 5 metros de resolución, útil para clasificaciones al presentar diferenciación radiométrica en varios intervalos de longitudes de onda, y poseer una resolución capaz de discriminar la mayoría de los elementos relevantes del espacio geográfico. El método seguido para realizar la fusión es el EDF (Tapiador 2000b, 2001, 2001b). El proceso se llevó a cabo en el VPP 300E del Centro de Supercomputación de Galicia, gracias a la amable colaboración de sus profesionales. Como se aprecia, la calidad visual de la imagen mejora notablemente. Los análisis radiométricos demuestran la conservación de la respuesta espectral.

APLICACIONES DE LA FUSIÓN DE DATOS EN ORDENACIÓN TERRITORIAL

En las aplicaciones de la fusión de datos a la OT juegan dos hechos: por un lado, la capacidad de discriminar elementos más pequeños del territorio de una manera efectiva, y por otro, la capacidad de seguimiento de los cambios que se efectúan en el territorio. Dentro del primer grupo, señalar cómo estas técnicas se han venido utilizando en el ámbito urbano, en el forestal, incluso en el análisis de infraestructuras, todo ello con una perspectiva planificadora indudable. En el segundo grupo, gracias a la posibilidad de fusión entre sensores de muy diferente resolución espacial (NOAA-AVHRR con Landsat-ETM, SPOT-HRV ó IRS-1D WiFS; ó SPOT VEGETATION con SPOT-HRG o SPOT-HRV; ó METEOSAT 2 —en estudio— con Landsat-ETM ó IRS-1D WiFS), y gracias también a la gran resolución temporal que permiten estas técnicas, se puede obtener información objetiva sobre variables —generalmente del medio físico (temperatura superficial, vigor vegetativo, humedad, evapotranspiración, etc.)— que resultan de interés para la caracterización primera del territorio sobre la que se articulan las políticas de OT, y para el seguimiento del grado de cumplimiento de la normativa que emana de las mismas, en una fase posterior.

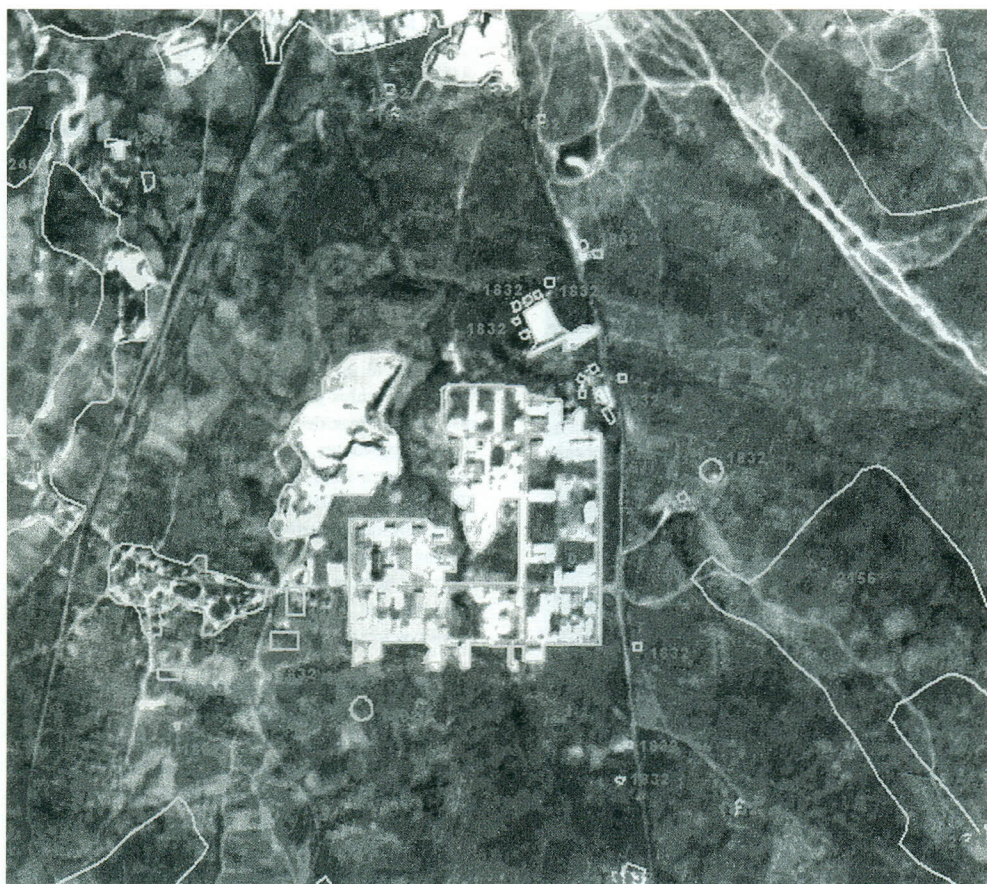


Figura 2. Fragmento del mapa de usos del suelo de Segovia obtenido mediante EDF de Landsat-TM e IRS-1D Pan, con información adicional.

EJEMPLO DE CASO: D.O.T. DE SEGOVIA Y ENTORNO

En el caso de la DOT de Segovia y su entorno, (y posteriormente en las de Salamanca, Palencia y Zamora, dados los buenos resultados obtenidos) se utilizó el método EDF para realizar las siguientes tareas típicas de OT.

- Confección del Mapa de usos del suelo del área. Este mapa es básico para el establecimiento de áreas de crecimiento urbano, áreas protegibles, espacios singulares, análisis de riesgos naturales, etc. por lo que debe resultar lo más actual posible. La fusión realizada (IRS 1-D Pan con Landsat-TM) permitió pasar de un nivel de discriminación de 30 metros a 5, en el que los usos urbanos aparecen claramente diferenciados (vs. figura

2). Por otro lado, la ventaja comparativa sobre los métodos clásicos es notable: el ciclo de actualización se reduce considerablemente, y se disminuye la unidad areal mínima.

- Seguimiento de la vegetación. La fusión NOAA-AVHRR con LANDSAT-ETM permite observar la variación diaria del vigor vegetativo con una resolución de 30 metros.

- Temperaturas de superficie. Dentro también de la caracterización del medio físico, es posible, utilizando en este caso la fusión NOAA-AVHRR y SPOT-HRV, obtener mapas de isotermas a una resolución muy superior a la disponible sin esta técnica (mediante estaciones meteorológicas generalmente).

Otro ámbito de aplicación de la fusión de datos en las DOT radica en su capacidad de mejora visual de los modelos visuales, aspecto nada despreciable en la importante y preceptiva fase de exposición pública de los trabajos, en donde se pueden ofrecer productos de mayor calidad a un público no especializado que requiere de una semiótica reducida (vs. figura 3).



Figura 3. Modelo 3D del límite provincial Segovia (izq.) y Avila (der.). Resolución de 5 metros.

CONCLUSIONES

La fusión de datos es una herramienta útil para los trabajos de Ordenación Territorial, al obtener unas resoluciones adecuadas a estas tareas con la capacidad ya sea de discriminar cubiertas, o de mejorar la componente temporal de la información. Sus ventajas comparativas se asientan en la amplia cobertura que se puede proporcionar, la rapidez de generación de datos, su objetividad, y en la alta resolución de los productos.

BIBLIOGRAFÍA

- GÖPFERT, W. 1987. *Raumbezogene Informationssysteme: Grundlagen der integrierten Verarbeitung von Punkt-, Vektor- und Rasterdaten in Kartographie, Fernerkundung und Umweltplanung*. Karlsruhe, Wichmann.
- MANGOLINI, M. 1994. *Apport de la fusion d'images satellitaires multicateurs au niveau pixel en teledetection et photo-interpretation*. M. Sc. Thesis. University of Nice-Sophia Antipolis. Francia.
- POHL, C., VAN GENDEREN, J. L. 1998. *Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications*. Int. J. Remote Sensing. Vol. 19. no. 5, 823-854.
- POHL, C., TOURON, H. 2000. *Issues and challenges of operational applications using multisensor image fusion*. 3rd Int. Conf. of Fusion of Earth Data. 26-28 January. Sophia Antipolis. France.
- TAPIADOR, F. J. 2000a. *Metodología de realización del mapa de usos del suelo de las Directrices de Ordenación Territorial de Segovia y su entorno*. Memoria de la fase I de las DOT de Segovia y entorno. INZAMAC S.A. e Instituto de Urbanística de la Universidad de Valladolid. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento.
- TAPIADOR, F. J. 2000b. *Fusión de imágenes de satélite mediante el método de entropía máxima de Jaynes*. Tesis doctoral. Departamento de Física Aplicada I. Universidad de Valladolid.
- TAPIADOR, F. J. y CASANOVA, J. L. 2001a. *An algorithm for the fusion of images based on Jaynes' maximum entropy method*. International Journal of Remote Sensing (en prensa).
- TAPIADOR, F. J. y CASANOVA, J. L. 2001b. *La fusión de datos en Teledetección*. Revista de la Asociación Española de Teledetección (en prensa).
- WALD, L. 1999. *Some terms of reference in data fusion*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. Vol. 37, No 3.