

IMPLICACIONES TERRITORIALES DE LOS TRAZADOS DE LAS CARRETERAS ORBITALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID MEDIANTE TELEDETECCIÓN: BASES METODOLÓGICAS

M. SERRANO, C. GAGO y F. J. ANTÓN
milagros@ccinf.ucm.es

*Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Facultad de Geografía e Historia.
Universidad Complutense de Madrid. Profesor Aranguren s/n 28040 Madrid.*

RESUMEN.

La interrelaciones existentes entre el establecimiento y desarrollo de las redes de transporte y crecimiento urbano son innegables. Las áreas donde se instalan y desarrollan sistemas de transporte eficientes (carreteras, ferrocarril, metro, etc.) son las preferidas para la expansión urbana; estos espacios experimentan, cambios en los usos del suelo e instalación de actividades urbanas diferentes a las anteriores respondiendo a las nuevas dotaciones de accesibilidad que proporcionan las nuevas redes de transporte. Una de las áreas más activas en este sentido es el espacio que circunda las carreteras orbitales de la Comunidad de Madrid en el cual hay un gran dinamismo y evolución en cuanto al cambio de usos del suelo. La disponibilidad en la actualidad de imágenes de satélite de gran resolución espacial, permiten analizar con gran nivel de detalle el dinamismo y los cambios que se están produciendo. En esta comunicación se plantean las bases metodológicas para el estudio de los cambios de usos del suelo acaecidos en torno a las carreteras orbitales de la Comunidad de Madrid desde 1987 hasta la actualidad.

ABSTRACT

Obviously, there are many relationships between transport networks development and urban growth. The change of land uses is very common, because of the connectivity that the laying of new transport nets provoke. The city areas that experience a very big development (residential, services, and industrial new urban uses) are the areas along the new orbital highways. The remote sensing, now with more resolution, could be very useful in the study of the urban growth around the orbital highways, due to its increasing acute resolution. This paper explains the methodological bases to study the growth around orbital motorways of Madrid City since 1987 to nowadays.

Palabras clave: Teledetección, carreteras orbitales, cambios usos del suelo

ANTECEDENTES TEÓRICOS

Las relaciones que se establecen entre el sistema de transporte y los usos del suelo son recíprocas, dinámicas y complejas; así lo reveló el gran número de temas presentados en la conferencia sobre usos del suelo y transporte celebrada en Cambridge en Octubre de 1996 (Anas 1998). El transporte sirve para solventar las necesidades de conexión de las actividades económicas en el espacio, pero cualquier progreso en su capacidad puede producir un nuevo modelo en ese sistema de relaciones; también pueden establecerse relaciones inversas de tal forma que, el trazado de una red de transportes facilita la localización. Un ejemplo es el cambio en las actividades económicas y, por tanto, en los usos del suelo producidos por la construcción de autopistas orbitales y por el reacondicionamiento de carreteras y autopistas ya existentes (Giuliano 1986, Sutton 1999, Linnerker y Spence 1996, Bryan *et alii* 1997, Gutierrez 1999).

Desde la década de los ochenta, se ha generalizado la construcción de "beltways", autopistas o cinturones orbitales de circunvalación

de alta velocidad, que favorecen la integración y la movilidad espacial, especialmente en las grandes metrópolis actuales. La primera en construirse fue el Metropolitan Highway Loop de Nueva York, terminada en 1944 (Hall 1993). Pero realmente la difusión de este tipo de infraestructuras se produce en los años ochenta (la M25 de Londres se terminó en 1985, la M-30 de Madrid en 1992, la M-40 de Madrid en 1996 y la construcción de la M-45 y M50 en Madrid iniciadas ambas a finales de los años 90). Algunos autores consideran que precisamente la consolidación de este sistema de cinturones o carreteras orbitales es lo que provoca el cambio más fuerte en la estructura de la ciudad, debido a que en las intersecciones de estos cinturones con sistemas radiales están naciendo nuevos núcleos que concentran actividades comerciales, industriales, residenciales y de ocio; por tanto, la estructura actual del uso del suelo urbano se está viendo modificada por las innovaciones sucedidas en el sistema de transporte (Giuliano 1986 y Taaffe *et alii* 1996).

Precisamente, la evolución de la localización espacial y los cambios en los usos del

suelo urbano (residencial, industrial, comercial, ocio, etc.) deben ser analizados de forma dinámica y cambiante en el tiempo y no de forma estática; para ello, la utilización de las imágenes de satélite es una herramienta fundamental.

Las aplicaciones de las imágenes de satélite a estudios del espacio urbano han sido, tradicionalmente, inferiores a otras áreas temáticas debido a la insuficiente resolución espacial proporcionada por las imágenes para estudios a escala detallada. Gran parte de los trabajos se han centrado en estudios de crecimiento urbano, densidad de población o edificación, técnicas que ayuden a mejorar la clasificación de espacios urbanos o aquellos que desarrollan modelos urbanos combinando imágenes de satélite con nuevas teorías (fractales), integrando la forma física de un área urbana y distribución espacial de la población. (Longley y Mesev 1997, 2000). En esta misma línea, dentro del programa CEO (Centre for Earth Observation) de la Comisión Europea, se encuentra uno de los proyectos más importantes realizados en el ámbito de la Unión Europea, el proyecto MURBANDY (*Monitoring Urban Dynamics*) (<http://murbandy.sai.jrc.it>). Este proyecto se basa en la realización de una cartografía de usos de suelo a escala 1:25.000 de 24 ciudades europeas desde mediados de los años 50 hasta época actual; para realizar esta cartografía se utilizan imágenes del satélite indio IRS 1C, imágenes de satélite antiguas y fotografías aéreas. Para el caso de España, en mayo de 1998, el CNIG y el IGN firmaron un contrato con la Comisión Europea (SAI/JRC) para la realización de la parte "Cambios" en la ciudad de Bilbao, elaborándose bases de datos de ocupación del suelo en los años 1956, 1972, 1984 y 1997 (<http://www.mfon.es/ign/teledetección/proyectos/>). También hay que destacar que Decasat (<http://decasat.com/productos/deteccion/>) ha desarrollado procedimientos informáticos para detectar cambios urbanísticos de una manera precisa y fiable mediante comparación de imágenes de satélite, basado en la búsqueda de puntos de control; este método ha sido aplicado a imágenes de satélite IRS de la ciudad de Málaga obteniéndose resultados bastante satisfactorios.

La evolución de las imágenes de satélite en cuanto a resolución espacial se refiere, permiten actualmente ampliar el rango de aplicaciones urbanas a escalas detalladas.

DESARROLLO URBANO EN LA COMUNIDAD DE MADRID

La Comunidad de Madrid ha experimentado transformaciones importantes en los usos del suelo urbano desde finales de la década de los 80 relacionadas, en gran medida, con la evolución de la

red viaria. Esta conclusión se desprende de entre otros del estudio realizado por M. Serrano en el 2001; en éste se estudia la relación existente entre el desarrollo urbano y las principales carreteras radiales de la Comunidad de Madrid durante el periodo 1987-1997 mediante la combinación de imágenes de satélite y SIG.

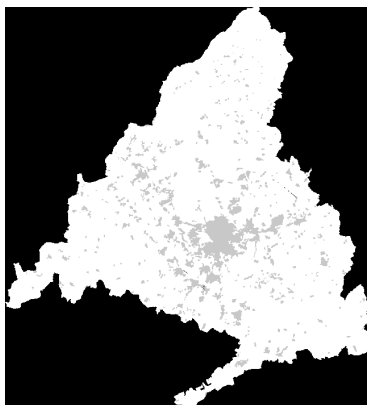


Figura 1.-Uso urbano 1987

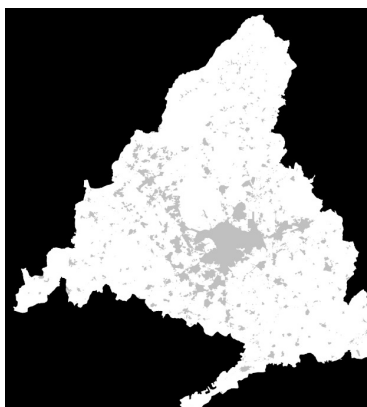


Figura 2.-Uso urbano 1997

Las figuras 1 y 2 muestran el desarrollo urbano experimentado por la Comunidad de Madrid entre 1987 y 1997. La consecuencia más importante observada en este estudio es que el desarrollo urbano experimentado por la Comunidad de Madrid en este periodo sigue, mayoritariamente, dos pautas de localización:

1. En torno a las carreteras radiales. Estas están constituidas por grandes promociones residenciales desarrolladas en la última década : crecimiento de Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, Coslada,

Alcalá de Henares, Torrejón de Ardoz, Vicálvaro, Vallecas, Valdebernardo, Rivas Vaciamadrid, Arganda del Rey, municipios del Sur de la Comunidad (Getafe, Leganés, Móstoles, Parla, Alcorcón, Fuenlabrada, Pinto, etc.), Navalcarnero, Villaviciosa de Odón y Arroyomolinos, Las Rozas y Villalba, entre otros.

2. En torno a las carreteras orbitales y en la intersección de éstas con las carreteras radiales. Son áreas residenciales, comerciales e industriales surgidas en las inmediaciones de las carreteras orbitales y en la confluencia de las carreteras orbitales con las radiales aprovechando las ventajas de conectividad y rentas de localización; ejemplo de ello son el enlace de la carretera de Andalucía y la de Toledo con la M-50 entre los municipios de Getafe y Pinto, la intersección de la carretera de Extremadura con la M-50 entre los municipios de Móstoles y Alcorcón (Parque Oeste, Arroyo Culebro) y el Parque empresarial Las Rozas (cruce de la M-50 con la carretera de La Coruña).

Este estudio demostró que las carreteras de la Comunidad de Madrid tenían gran incidencia en el desarrollo urbano, pero el análisis de detalle se centraba exclusivamente en el estudio del espacio en torno a las carreteras radiales. A partir de éste surge un nuevo proyecto, el cual presentamos en esta comunicación que analiza los cambios en torno a las orbitales aprovechando las características de las nuevas imágenes de satélite. El trabajo está en las primeras fases de su desarrollo, fue concedido Diciembre 2002, por lo cual no podemos presentar conclusiones importantes pero si la metodología y algunos resultados previos.

METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

El objetivo principal es determinar los cambios de usos del suelo producidos en torno a las carreteras orbitales M-40, M-45 y M-50 de la Comunidad de Madrid desde 1987 hasta la actualidad. Las fuentes de información que se van a utilizar son imágenes de satélite Landsat Tm correspondientes al mes de agosto de los años 1987 y 2002, una imagen del satélite SPOT 5 de Agosto de 2002 en modo pancromático con 2,5m de resolución espacial y el mapa de la Comunidad de Madrid resultante del proyecto Corine Land Cover de 1987.

La primera fase del proyecto se centra en establecer los principales cambios de usos del suelo que se han producido en torno a las carreteras orbitales, para ello se realizará una clasificación supervisada de la imagen Landsat de 2002. Esta imagen admite únicamente establecer grandes usos del suelo que nos permitan comparar con la situación de 1987, extraída del Corine o de la

imagen Landsat de 1987. Los cambios de usos, que se van a determinar a nivel general serán: urbano, cultivos de secano, cultivos de regadío, forestal, matorrales, pastizales, zonas húmedas y superficies de agua, entre otros.

La segunda fase del proyecto se centra en obtener una cartografía específica de los usos que han cambiado, centrándonos básicamente en los usos del suelo urbanos. Para ello se cartografiará y establecerá una tipología de cambios y usos sobre la imagen SPOT 5 apoyados, si es necesario, por trabajo de campo. Los usos fundamentales a diferenciar serán: residencial, industrial, dotaciones de servicios, grandes superficies comerciales y de ocio, infraestructuras de transporte, zonas verdes, espacios en construcción y otros usos urbanos. Esta segunda fase es la más determinante y la que nos va a ofrecer una visión más completa de la dinámica de estos espacios en los últimos 15 años.

La última fase del proyecto se basa en la generación de un modelo cartográfico. Este modelo sintetizará los cambios producidos, lo que permitirá explicar las directrices del crecimiento, así como los procesos territoriales ocurridos en un área tan dinámica como es el espacio que circunda las carreteras orbitales de la Comunidad de Madrid.



Figura 3.-Imagen Landsat TM 1987.

La figura 3 constituye uno de los ejemplos de evolución en el espacio adyacente a las carreteras orbitales, localizado en el enlace de las carreteras de Toledo y Andalucía con la M-50. La imagen Landsat de 1987, pese a su insuficiente resolución espacial, todavía permite observar un espacio poco urbanizado, dedicado a cultivos de secano y regadío. Solo en el norte de la imagen puede observarse un uso urbano compacto, ligado al núcleo urbano de

Getafe y grandes infraestructuras de transporte como la base aérea.

La figura 4 es una imagen del satélite IRS 1C de 1997. En ella se observa un incremento muy importante del trazado viario (M-50), asociado al establecimiento de grandes dotaciones industriales y de servicios en el centro de la imagen. También se observan grandes movimientos de tierra que representan espacios en construcción.

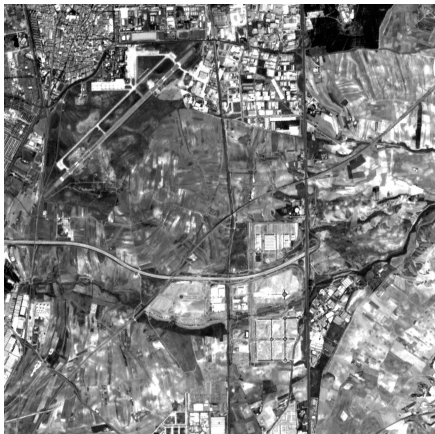


Figura 4.-Imagen IRS 1C 1997.



Figura 5.-Imagen SPOT 2002

La figura 5, corresponde a una imagen SPOT 5 de 2,5m de resolución espacial del 2002. Esta imagen presenta una consolidación de los equipamientos industriales, comerciales y de ocio y como nuevas edificaciones empiezan a ocupar el Sur de la M-50. En los últimos tres años se ha producido también una expansión muy importante de uso industrial en la confluencia de la carretera de Toledo con la M-50.

BIBLIOGRAFÍA

- Anas, A .1998. Transport and Land Use: Editor's Introduction". *Urban Studies*, N° 35, 7: 1015-1018.
- Bryan, J. et alii. 1997. Road infrastructure and economic development in the periphery: the case of A55 improvements in North Wales. *Journal of Transport Geography*, 5, 4: 227-237.
- Giuliano, G.1986. Land use impacts of transportation investment: Highway and transit. En Hanson, S. (Ed), *The Geography of urban transportation*, The Guilford Press, New York.
- Gutiérrez, J.1999. Las autopistas de circunvalación y la dinámica metropolitana En: J. Antón (Ed). *La Geografía de los Servicios en España*. UCM. Grupo de Trabajo Geografía de los Servicios. AGE.
- Gutiérrez, J. y G. Gómez. 1999. The impact of orbital motorway on intra-metropolitan accessibility: the case of Madrid's M-40. *Journal of Transport Geography*, 7: 1-15.
- Hall, P. 1993. Red viaria y desarrollo urbano. En MOPTMA(Ed): *Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria*. Madrid, MOPTMA:15-40.
- Linneker, B. and Spense, N. 1996. Road transport infrastructure and regional economic development. The regional development effects of the M25 London orbital motorway. *Journal of Transport Geography*, 42:77-92.
- Longley, P. A. and Mesev, V. 2000. On the measurement and generalisation of urban form. *Environment and Planning A*. Vol. 32. 3: 473-488.
- Serrano, M. 2001. *Infraestructuras de transporte y desarrollo urbano: aproximación metodológica por medio de teledetección aplicada al área urbana de Madrid*. Tesis Doctoral inédita. UCM. Madrid.
- Sutton, C.1999: "Land use change along Denver's I-225 beltway", *Journal of Transport Geography*, 7, pp. 31-41.
- Taaffe, E. J. et alii. 1996. *Geography of Transportation*, Prentice-Hall Inc, New Jersey.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación en Humanidades, Ciencias Sociales y Económicas de la Comunidad de Madrid. N° de Referencia 06/0030/2002.