

METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN DEL ESPACIO METROPOLITANO A PARTIR DE LA DENSIDAD DEL VIARIO¹

Julia SALOM CARRASCO* y Juan Miguel ALBERTOS PUEBLA**

Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local, Universitat de València

*Julia.Salom@uv.es, **Juan.M.Albertos@uv.es

1. NUEVAS FORMAS URBANAS: EL PROBLEMA DE LA DELIMITACIÓN

La generalización de los procesos de descentralización residencial y económica derivados, entre otros factores, de las mejoras en el sistema de las comunicaciones que propician una menor fricción de la distancia, ha conducido a la formación de un nuevo modelo de ciudad dispersa caracterizado por la dificultad de establecer un límite preciso para el entorno urbano. Esta característica, que ha llevado a hablar de "ciudad difusa" (INDOVINA, 1998) o "ciudad sin límites" (NELLO, 1996) obstaculiza enormemente el análisis de la forma urbana, ya que dificulta la delimitación del espacio urbano, y, por tanto, impide establecer cuál va a ser la unidad de análisis al estudiar y comparar ciudades entre sí. El concepto de ciudad difusa genera dificultades de medición y análisis que pueden llegar a impedir realizar comparaciones entre ciudades, establecer tipologías y avanzar conclusiones sobre procesos, dinámicas, problemas, etc., en distintos tipos de ciudades; aspectos todos ellos relevantes para elaborar propuestas de ordenación suficientemente sustentadas.

Tradicionalmente se distinguen tres tipos de métodos útiles para delimitar la ciudad:

- Los que utilizan indicadores indirectos, tales como la presencia de determinadas actividades económicas, la tasa de crecimiento demográfico, la tipología de las viviendas, etc., para identificar características sociales, económicas y demográficas que se asocian al espacio urbano. Tienen como principal problema el hecho de que la base estadística utilizada viene referida habitualmente al término municipal, lo que impide establecer los límites del fenómeno urbano forma precisa.

¹ El presente trabajo es fruto del proyecto de investigación "Análisis y modelización de la movilidad de personas con Sistemas de Información Geográfica: desarrollo de herramientas operativas" (SEJ2007-67767-C04-03/GE0G) financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia y el FEDER en el marco del Plan Nacional de I+D+i.

- Los basados en características morfológicas tales como la densidad del espacio construido, la continuidad del área urbanizada, el tipo de uso del suelo predominante, etc. Los procesos de difusión urbana antes mencionados hacen que este método presente hoy en día limitaciones importantes a la hora de acotar los espacios urbanos discontinuos característicos de muchas aglomeraciones urbanas actuales.
- Los que utilizan indicadores de la existencia de una relación funcional entre los núcleos de poblamiento, principalmente basados en la movilidad diaria entre el trabajo y la residencia de la población activa, pero también en otro tipo de desplazamientos o interrelaciones que permitan delimitar el espacio urbano como el ámbito de vida de sus habitantes. Como en el primer caso mencionado, también las fuentes estadísticas disponibles son habitualmente de escala municipal.

El método de delimitación que presentamos aquí puede considerarse incluido dentro del segundo de los grupos mencionados, el basado en criterios morfológicos. Partiendo de la hipótesis de que el crecimiento urbano mantiene una estrecha relación bidireccional con la red de comunicaciones (MIRALLES, 2002), realizamos una aproximación a la delimitación de las áreas urbanas utilizando una serie de índices relacionados con la densidad de las redes de comunicación. El punto de partida es que las interacciones espaciales definidas por distintos tipos de red, y entre ellas por la red física de comunicaciones, se encuentran en la base de la definición del nuevo concepto de ciudad. Se trataría, pues, de un método de delimitación de tipo morfológico, pero que consideramos más adecuado para el nuevo modelo de ciudad puesto que apunta también a indicadores de relación funcional.

Para ello, partimos de la hipótesis de que la densidad de ejes de comunicación viarios (calles, carreteras), medida a partir del número de intersecciones (nodos) de la red, es un indicador del volumen de flujos y está estrechamente relacionado con la existencia de una morfología urbana. Es decir, que las áreas urbanas se caracterizan por una red de comunicaciones que presenta una mayor densidad de intersecciones a la de las áreas no urbanas. Si se acepta esta hipótesis, sería posible utilizar este índice para definir los límites del contorno urbano y, por ende, analizar su evolución y dinámica de crecimiento. Siguiendo a BORRUSO (2003), aplicamos distintos índices de densidad de la red de carreteras basados en los puntos de intersección de la red (*junctions*) con el fin de dibujar la gradación decreciente de relaciones que se produce conforme nos alejamos del núcleo central de la ciudad, y determinar uno o varios puntos de ruptura que definan el o los límites de la ciudad. Para ello ponemos en relación los datos de densidad de intersecciones de la red de comunicaciones con otros datos urbanos, y, en particular, con el espacio urbano construido definido a partir de clasificación de imágenes de satélite (Corine Land Cover Spain, 2000). Paralelamente, este planteamiento nos permite explorar las posibilidades y límites que ofrecen nuevos tipos de fuentes de datos, muchas de ellas de origen comercial pero con una mayor frecuencia de actualización, para, en combinación con otros

datos de origen más convencional, modelizar y comprender los sistemas urbanos (HARRIS y LONGLEY, 2000).

2. UNA PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE DELIMITACIÓN

2.1. Fuentes de información

La principal fuente de información utilizada en este estudio es la base de datos *Multinet Spain* de Telearatlas, que contiene información en formato *shape* -utilizable por tanto por los principales programas de SIG- actualizada con fecha de julio de 2007 de la red de carreteras de toda España clasificada en ocho niveles, desde los grandes ejes de conexión intermetropolitanos hasta las calles secundarias de los centros urbanos. Asimismo, la base incluye una capa de intersecciones de la red que es la información de base utilizada en el análisis que presentamos a continuación. Las intersecciones que se recogen en esta capa son las "reales", es decir, los puntos de contacto que permiten pasar de un tramo a otro de carreteras, sin considerar los cruces a distinto nivel, los cruces de vías férreas ni los límites de la hoja de datos considerada. Por su finalidad comercial, esta base pretende ser exhaustiva y está constantemente en proceso de actualización.

La información que se ha utilizado para detectar los índices de densidad de la red más frecuentemente asociados al área urbana procede de la cartografía de usos del suelo elaborada a partir de imágenes del satélite CORINE (European Environment Agency, 2004), que pese a remontarse al año 2000, constituye la fuente disponible más fiable y próxima a la fecha del análisis. Dicha fuente presenta una resolución máxima de 5 Has., y los tipos de usos del suelo que se han considerado son los siguientes: Tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, Unidades industriales y comerciales, Infraestructuras de comunicación, y Otros usos.

Para el presente análisis exploratorio se han seleccionado 7 áreas urbanas españolas que presentan distintas características de tamaño y forma urbana (grandes áreas metropolitanas y ciudades medianas; áreas polinucleares o concentradas, con mayor o menor proceso de suburbanización) y que constituyen un abanico de casos bastante representativo de las distintas situaciones que nos podemos encontrar en España: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Girona, Cádiz y Oviedo.

2.2. Metodología

La metodología de delimitación empleada consta de tres pasos:

- a) Selección y cálculo de índices de densidad de la red.
- b) Definición de umbrales asociados a cada tipo de uso del suelo mediante comparación con la información procedente del CORINE.
- c) Delimitación de los espacios urbanos a partir de los umbrales detectados en el paso anterior

A continuación describimos con cierto detalle cada uno de ellos.

2.2.1. Selección y cálculo de índices de densidad de la red.

La estadística espacial ofrece una gama relativamente amplia de índices que permiten pasar datos puntuales (los puntos de intersección de la red de carreteras, o *junctions*) a valores superficiales. Los SIG permiten aplicar con cierta facilidad distintos indicadores de este tipo que han sido testados en diferentes contextos y por distintos autores para su idoneidad a la hora de reflejar pautas territoriales de redes y espacios urbanos (BORCHERT, 1961; JONES, 1978; GATTRELL et al., 1996; THURNTAN-GOODWIN, 2000). Para seleccionar el más apropiado a los objetivos de este artículo, es decir, la detección de espacios urbanizados, se realizó un primer análisis comparando el resultado de varios de estos índices con el espacio urbano construido de la provincia de Valencia definido a partir de clasificación de imágenes de satélite (Corine Land Cover Spain, 2000).

Los índices utilizados en esta primera fase fueron de dos tipos:

- Índice de densidad simple de intersecciones por unidad de superficie basada en un modelo *raster* con cuadrículas de distinto tamaño, e
- Índice de densidad interpolado a partir de un modelo *kernel*.

En el modelo de densidad simple, los puntos que caen dentro del área de búsqueda (en este caso constituida por una única celda), son sumados y divididos por el tamaño del área de búsqueda (la superficie de la celda). El cálculo de la densidad *kernel* opera de manera similar aunque dando un peso mayor a los puntos que están situados más cerca del centro del área de búsqueda que a los que se sitúan más lejos; es decir, se interpola una función decreciente con la distancia. El resultado es una distribución de valores suavizada (MORENO JIMENEZ, 1991). En ambos casos se han ido variando los principales parámetros para encontrar la combinación que diera el resultado óptimo de acuerdo con nuestro objetivo.

Los resultados indicaron que el índice de densidad *kernel* con un radio de búsqueda de 500 m. sobre una cuadrícula de 25 m. de resolución era el más adecuado para la delimitación del contorno urbano general, mientras que radios más reducidos permitían destacar los picos secundarios y los vacíos internos dentro del casco urbano. Las máximas densidades de intersecciones de red (más de 1'2 intersecciones/Ha.) calculadas según el método *kernel* con radio de búsqueda de 500 m. coincidieron, en términos generales, con el contorno del espacio urbano, dándose en general un buen grado de ajuste con el tejido urbano continuo según CORINE (ver Figs. 1 y 2). De hecho, el indicador de densidad de red permite recoger con gran precisión los espacios urbanos continuos de los núcleos urbanos de pequeño tamaño que, por su menor superficie, son peor reflejados en el mapa de usos del suelo elaborado por teledetección. Cuando, como

ocurre en algunos casos, el índice de densidad de red sobrepasa el límite del espacio urbano continuo, la falta de coincidencia queda explicada por la ampliación de los procesos de urbanización en el periodo que separa las fuentes comparadas (2000-2007).

Figura1. Usos del suelo urbanos (2000) y densidad (*kernel* 500) de intersecciones de carreteras (2007). Área Metropolitana de Valencia.

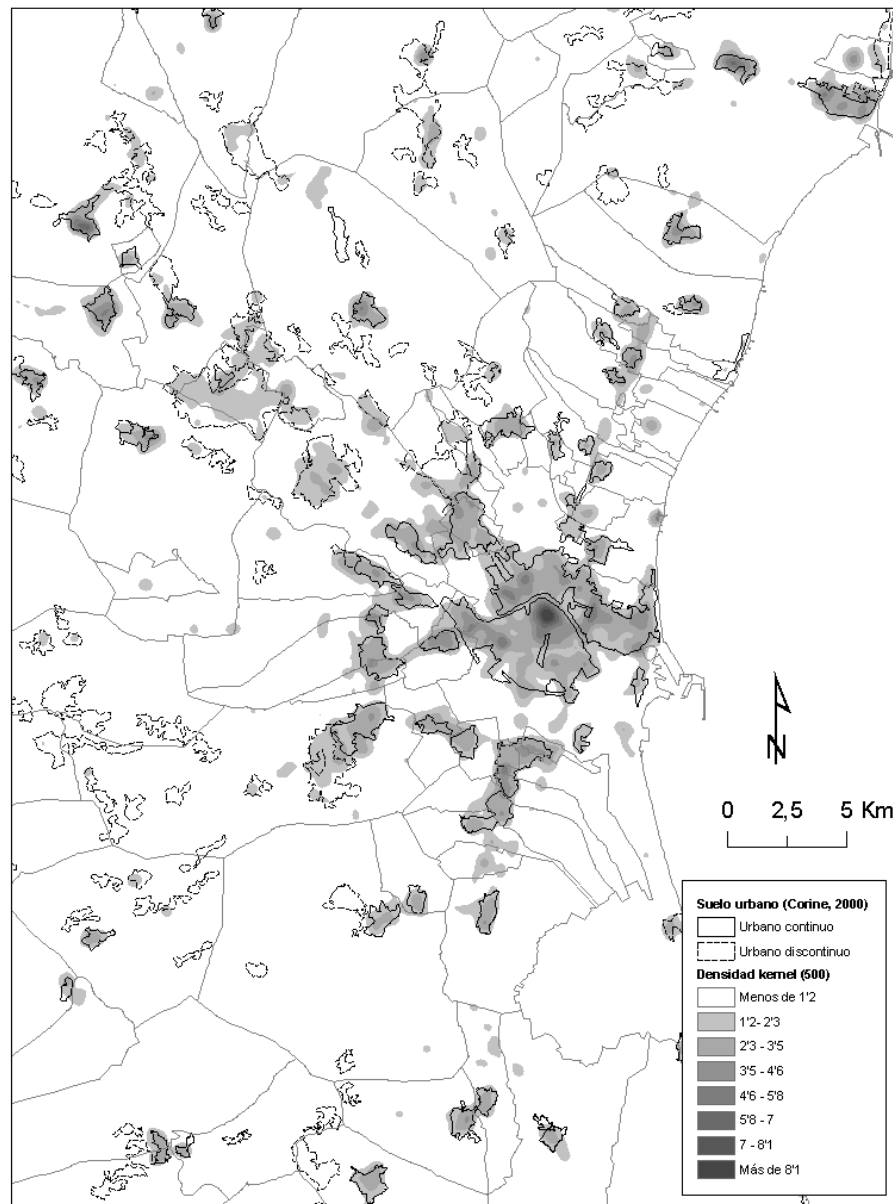
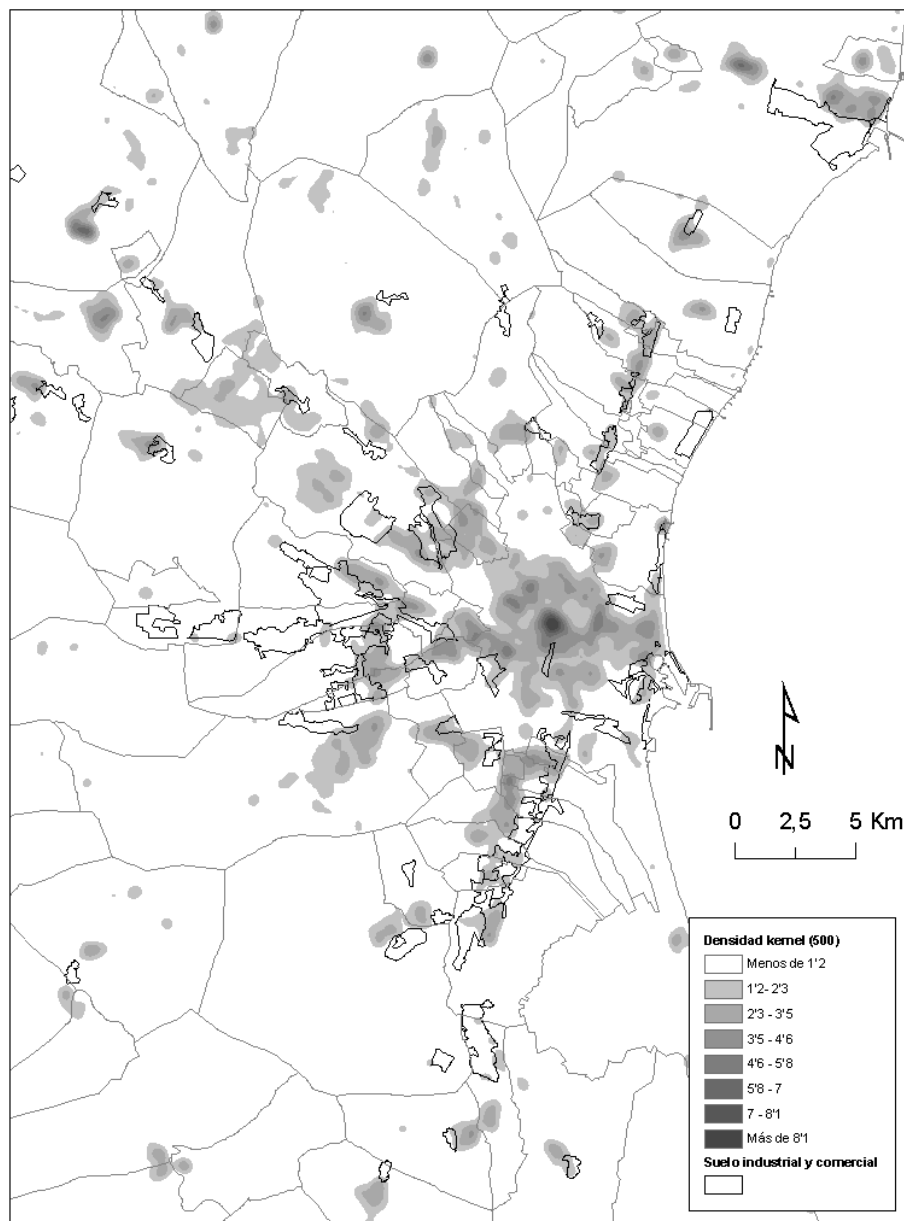


Figura 2. Uso del suelo industrial y comercial (2000) y densidad (*kernel*/500) de intersecciones de carreteras (2007). Área Metropolitana de Valencia.



En conclusión, de la comparación entre los distintos índices calculados y la delimitación de usos del suelo realizada mediante interpretación de imágenes de satélite se deduce la idoneidad del índice de densidad *kernel* con radio de búsqueda de 500 m. y alta resolución (25 m.) para delimitar el contorno urbano continuo y, con menor fiabilidad, los espacios urbanos discontinuos. No obstante, se constata que los espacios

industriales pequeños y aislados pueden ser mejor identificados mediante índices de densidad simples que permitan resaltar fenómenos puntuales en el territorio., Estos resultados son coherentes con lo obtenido por Borruso en un análisis similar aplicado a las ciudades de Trieste, en Italia, y Swindon, en Reino Unido. En aquel caso se halló que radios de búsqueda menores de 500 m. producían representaciones excesivamente contrastadas que, en casos extremos, no aportaban apenas información adicional a la simple distribución de puntos, mientras que radios mayores hacían que el modelo espacial quedara excesivamente diluido (BORRUSO, 2003: 185).

2.2.2 Definición de umbrales asociados a cada tipo de tejido urbano

El objetivo de esta etapa de trabajo es determinar la existencia de determinados umbrales o intervalos de valores de densidad asociados a los distintos tipos de usos del suelo urbanos, valores que deben ser lo suficientemente generales como para ser aplicables a distintos modelos de ciudad. Para ello se analizó la relación entre índices de densidad de red y usos del suelo en las siete provincias en donde se ubican los casos de estudio.

Se definieron los umbrales de densidad a partir de los cuales empiezan a aparecer los usos urbanos, con el fin de incluir en la delimitación la mayor superficie urbana posible, aun cuando esto supusiera incluir algunos espacios de carácter no urbano. Por otro lado, se definieron los umbrales a partir de los cuales los usos urbanos superaron de forma significativa a los no urbanos, con el fin de reducir al mínimo posible el área no urbana incluida en la delimitación. En base a este doble análisis se seleccionaron los valores de 40 y 100 intersecciones por Km² como los más significativos. El primero permite delimitar regiones urbanas que incluyen amplias áreas de urbanización dispersa, junto con espacios industriales y no urbanizados; el segundo permite definir lo que se puede considerar de forma más estricta como áreas urbano-metropolitanas. Para la selección de estos valores se tuvo en cuenta que la información sobre usos del suelo proveniente de CORINE, por sus características técnicas, tiende a infravalorar los espacios urbanos de menor tamaño; y por ello se seleccionaron umbrales relativamente bajos.

2.2.3- Delimitación y caracterización de los espacios urbanos:

Los valores retenidos en base al proceso descrito en el apartado anterior permitieron definir el límite del área urbanizada de cada uno de los espacios urbanos estudiados. La técnica utilizada fue la interpolación de las dos isopletas umbral que finalmente se retuvieron (40 y 100 intersecciones/Km²), y la agregación sucesiva de todos los espacios urbanos que distaran entre sí menos de 1 Km. partiendo del continuo urbanizado principal, esto es, el constituido por la ciudad central. Este proceso permitió descartar discontinuidades en la urbanización que no se consideraran significativas, ya que una distancia de 1 Km se considera equivalente

aproximadamente a 15 minutos en viajes a pie, exponente por excelencia de la movilidad urbana (Generalitat Valenciana, 1995)².

Para el cálculo de los índices y la representación cartográfica se utilizó el programa ArcGis 9.2 de Esri, y en particular el módulo *Spatial Analyst* para el cálculo de los índices de densidad *Kernel*, la interpolación de isolíneas y el cálculo zonal necesario para el análisis estadístico de los resultados³.

3. APLICACIÓN

3.1. Valores de densidad de red asociados a los usos urbanos del suelo

En términos generales (tabla 1) los índices medios de densidad de la red de los distintos usos del suelo muestran una clara gradación acorde con la morfología de cada uso del suelo; los índices de densidad de la red son por término medio más elevados sobre suelo urbano continuo que sobre suelo urbano discontinuo, sobre éste más que en las áreas industriales y comerciales, y en éstas superiores a los de las zonas caracterizadas por la presencia de infraestructuras de comunicaciones. Los índices más reducidos corresponden al epígrafe "Otros usos", que incluyen todos los espacios no urbanizados. La única excepción a esta regla corresponde a la diferenciación entre suelo urbano discontinuo y espacios industriales y comerciales en las provincias de Sevilla y Valencia; en ambos casos, la densidad de la red en las áreas urbanas discontinuas es más reducida que en las unidades industriales y comerciales, aunque por motivos distintos: densidad inferior a la media de las áreas urbanas discontinuas en el caso de Valencia, y densidad superior a la media de las áreas industriales y comerciales en el caso de Sevilla.

Los índices apuntan también a una distinta morfología del espacio construido en las provincias analizadas: La densidad de intersecciones es en general mucho más elevada en los espacios urbanos de Madrid, Sevilla y Cádiz, mientras que la fábrica urbana de Asturias, Girona y Valencia es más laxa. En Barcelona, también con densidades menores que la media en los espacios urbanos, destaca por el contrario la mayor densidad de la red en sus espacios industriales y comerciales y en los usos no urbanizados (Otros usos). Las tendencias generales de la distribución de las superficies según índices de densidad para los principales usos del suelo puede verse con más claridad en las figuras 3 a 5.

² Aunque la Network on Urban Research in the European Union (N.U.R.E.C., 1994), utilizan para este propósito el umbral de 200 m. de distancia, consideramos que esta cifra no es aplicable, por reducida, a los nuevos modelos de ciudad caracterizados por la dispersión.

³ El procedimiento utilizado ha sido la interpolación de isopletas a partir de la información raster, su agregación sucesiva a partir de la isolínea más próxima al centro urbano (función "Selección por localización/Distancia de 1 Km.") hasta que el número de isolíneas seleccionadas ha permanecido estable, y la posterior conversión en polígono del resultado mediante la extensión Xtools Pro con el fin de utilizar el resultado como máscara para análisis posteriores. Todos los comandos se han implementado en ArcGis 9.2.

PROVINCIA	USO DEL SUELO				
	Urbano continuo	Urbano discontinuo	Industrial y comercial	Infraestructuras de comunicación	Otros usos
MADRID	295/294	155/136	107/91	54/11	20/8
SEVILLA	290/283	113/88	127/107	38/0	12/0
CÁDIZ	316/307	120/102	115/87	68/34	11/1
VALENCIA	246/242	95/82	101/56	74/34	17/0
BARCELONA	237/231	117/99	111/94	70/31	26/14
ASTURIAS	218/203	116/97	71/56	50/34	7/0
GIRONA	220/208	111/91	93/80	70/16	10/0
MEDIA	260/253	118/99	104/86	61/27	15/4

Figura 3.- Distribución de la superficie de suelo urbano continuo en función de la densidad de la red (Porcentaje acumulado sobre el total del suelo urbano continuo)

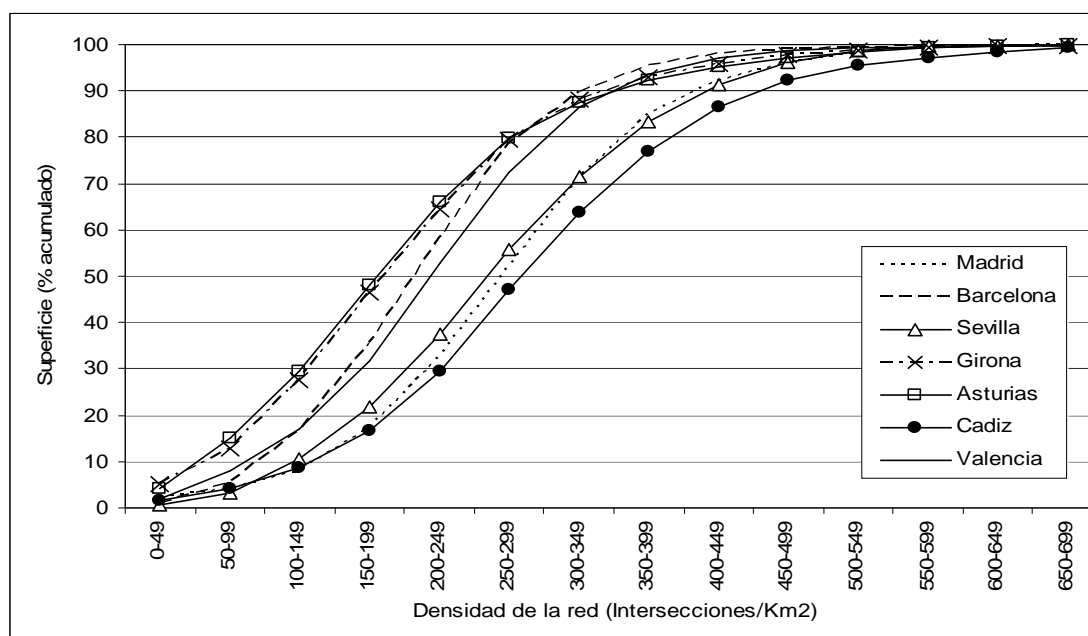


Figura 4.- Distribución de la superficie de suelo urbano discontinuo en función de la densidad de la red (Porcentaje acumulado sobre el total del suelo urbano discontinuo)

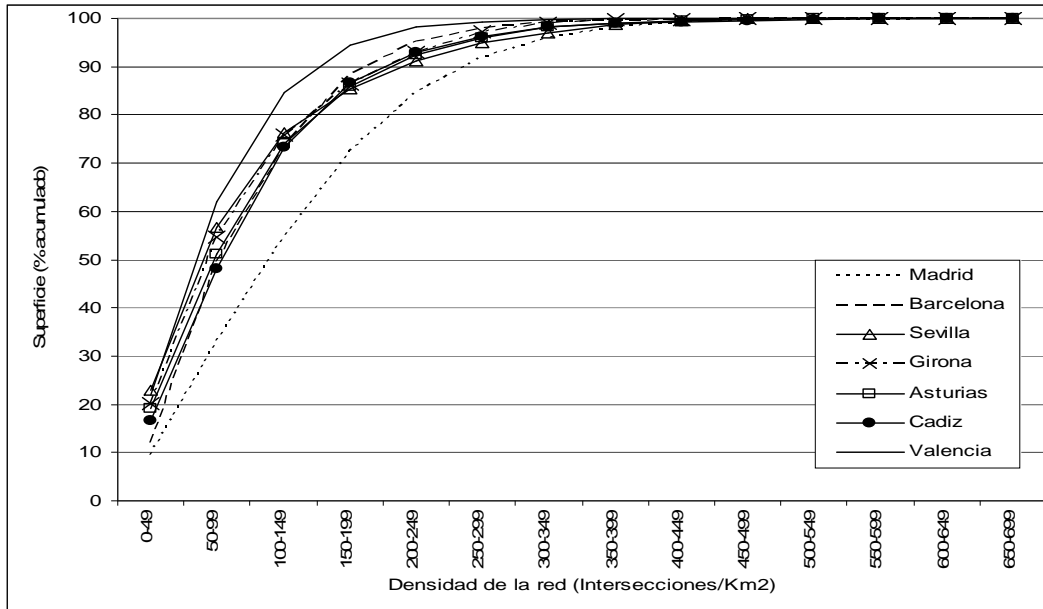
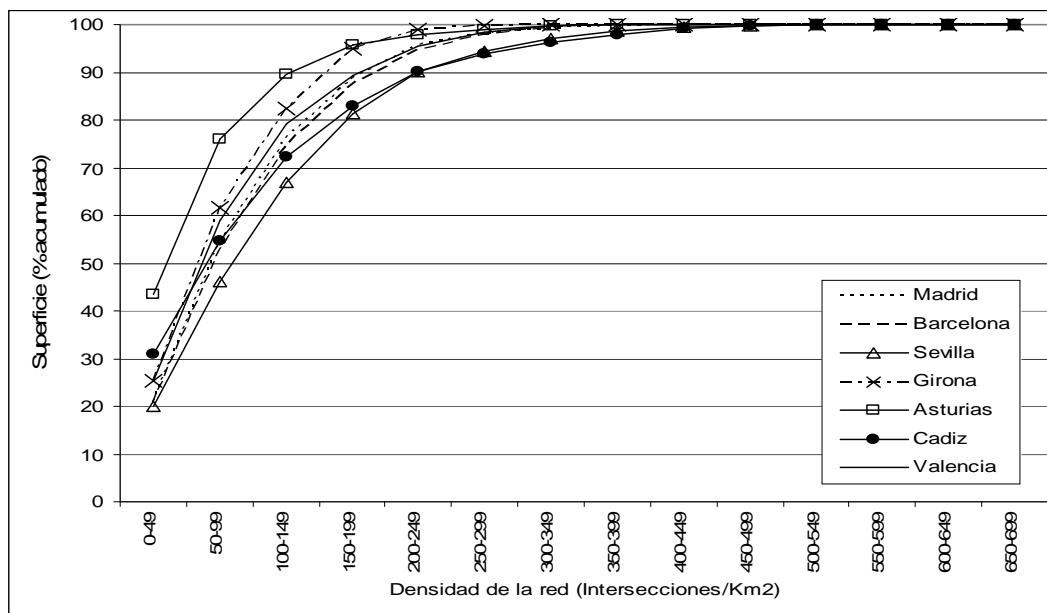


Figura 5.- Distribución de la superficie destinada a actividades industriales y comerciales en función de la densidad de la red (Porcentaje acumulado sobre el total del suelo industrial y comercial)



Del análisis de estos valores, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Existe una clara diferencia entre los distintos tipos de usos del suelo, en particular entre el suelo urbano continuo y el resto, caracterizado por densidades de red más elevadas. Más difícil parece establecer la diferencia entre el suelo urbano discontinuo y el ocupado por edificios industriales y comerciales.
- El tamaño de la aglomeración o aglomeraciones urbanas en relación con la superficie provincial total influye en los resultados, ya que condiciona la superficie ocupada por cada tipo de uso del suelo. Esto puede observarse claramente en la provincia de Madrid, en donde la presencia de las coronas suburbanas de carácter disperso en el entorno de la capital eleva de forma importante el porcentaje de tejido urbano discontinuo.
- Aun cuando las distintas provincias muestran tendencias generales similares en términos generales, existen algunas diferencias significativas entre las áreas que podemos achacar a su historia urbana específica y, en consecuencia, a sus distintos modelos de poblamiento y de ocupación del suelo.

La existencia de solapamientos entre las densidades de red de los distintos tipos de usos del suelo y las diferencias interprovinciales observadas dificultan el establecimiento de un valor único que defina el límite entre espacios urbanizados y no urbanizados, ya que se producen claros solapamientos entre los modelos morfológicos de la red de comunicaciones de los distintos usos del suelo urbanos. Hay por tanto dos aproximaciones posibles: Por un lado, la definición de un umbral mínimo que incluya la mayor parte de la superficie urbana posible, aun cuando esto suponga incluir algunos espacios de carácter no urbano. Por otro, la definición de un umbral a partir del cual los usos urbanos superen de forma significativa a los no urbanos, con el fin de reducir al mínimo posible el área no urbana incluida en la delimitación. Abordaremos el problema desde esta doble perspectiva.

El análisis de la distribución porcentual acumulada de la superficie de cada uso del suelo en función de los índices de densidad de la red (figuras 3 a 5) nos permite detectar los valores límite entre los que se encuentra la mayor parte de la superficie de cada tipo de uso del suelo, y en particular de los usos urbanos, con el fin de identificar los umbrales (superior, y sobre todo, inferior) entre los que se incluye el grueso de la superficie urbana:

- Suelo urbano continuo: se observan ligeras diferencias de comportamiento según provincias, especialmente en relación con los valores más elevados; así, mientras que Sevilla, Madrid y Cádiz presentan en términos generales mayores densidades de red (los valores superiores a 300 suponen entre el 40 y el 50% de la superficie), Asturias, Girona, Barcelona y Valencia presentan un modelo menos denso, ya que por encima de 300 se encuentra menos del 20% del suelo urbano continuo. No existen problemas respecto al umbral superior (en todos los casos corresponden a suelo urbano continuo), pero sí en relación con el umbral inferior, debido tanto a las diferencias interprovinciales como al solapamiento con otros usos. Sin embargo, es posible concluir que en prácticamente todos los casos al menos el 80%

de los espacios urbanos continuos presentan densidades superiores a 100, y al menos el 70% superiores a 150.

- Suelo urbano discontinuo: Más difícil es la identificación de índices significativos para el suelo urbano discontinuo: sus valores se solapan con los que encontramos en otros usos y existen importantes diferencias de comportamiento interprovinciales. Estas diferencias de comportamiento hacen que en el caso de Madrid más del 60% del suelo urbano discontinuo se encuentre por encima del índice 100, un valor que podría considerarse en general como límite para la identificación del suelo urbano continuo. Un índice adecuado para diferenciar el tejido urbano continuo del discontinuo podría ser el de 150. Este límite, a partir de los datos observados, restringiría el solapamiento potencial entre ambos usos a menos de un 25%. En cuanto al límite inferior, un índice adecuado para todos los casos podría ser el de 40, por debajo del cual quedaría menos de un 20% de la superficie de tejido urbano discontinuo.
- Uso industrial y comercial: La diferenciación del suelo industrial y comercial respecto al urbano no presenta especiales problemas en el caso del tejido urbano continuo (el índice 150 antes mencionado podría ser un buen umbral a retener para la mayoría de los casos), pero sí en el caso del tejido urbano discontinuo, ya que la mayor parte de las áreas industriales y comerciales presentan valores de densidad de la red entre 40 y 150, similares a los que del tejido urbano discontinuo.
- Infraestructuras y Otros usos: Los menores índices de densidad de la red en estos dos casos facilitan la diferenciación respecto a los usos urbanos, puesto que los umbrales ya mencionados de 40 (para otros usos) y de 100 (para infraestructuras) dejarían fuera la parte más significativa de la superficie de este tipo.

Los resultados anteriores nos llevan necesariamente a seleccionar varios umbrales, con el fin de para poder captar con mayor precisión la ciudad tal y como es:

- Índice 40: Es el límite inferior por debajo del cual no encontramos usos urbanos relevantes. Incluye tanto el tejido urbano continuo como el discontinuo. No obstante, la aplicación de este índice favorece la inclusión de áreas industriales y comerciales, pero también de algunas zonas no urbanizadas.
- Índice 100: Es el límite inferior por debajo del cual no encontramos tejido urbano continuo significativo. Como en el caso anterior, incluye parte del tejido urbano discontinuo y espacios industriales y comerciales. Deja fuera, por el contrario, las infraestructuras de comunicación y las zonas no urbanizadas.
- Índice 150: Límite potencial entre tejido urbano continuo y discontinuo. No obstante, los solapamientos y las particularidades provinciales hacen que este límite sea aproximativo.
- Índice 200: Límite a partir del cual la superficie es mayoritariamente ocupada por usos urbanos. Podríamos identificarlo como un límite más restrictivo que podría dejar fuera, no obstante, una parte importante de espacios urbanos discontinuos, e incluso continuos.

Presentamos aquí algunas de las delimitaciones obtenidas de la aplicación de la metodología expuesta al caso de estudio de la aglomeración de Madrid, Barcelona y Valencia.

De acuerdo con lo esperado, la aplicación del índice 100 da como resultado un área de carácter urbano-metropolitano, reflejando principalmente el resultado de los procesos de urbanización continua mejor ajustados al concepto tradicional de ciudad-área metropolitana. Por su parte, el índice 40 permite delimitar regiones urbanas, e incluye áreas de urbanización dispersa, sobre todo de carácter residencial, aunque también recoge algunos procesos de carácter industrial y comercial, así como conurbaciones derivadas de la coalescencia de núcleos pequeños y medianos próximos al área metropolitana.

Figura 6. Delimitación del área urbana de Madrid

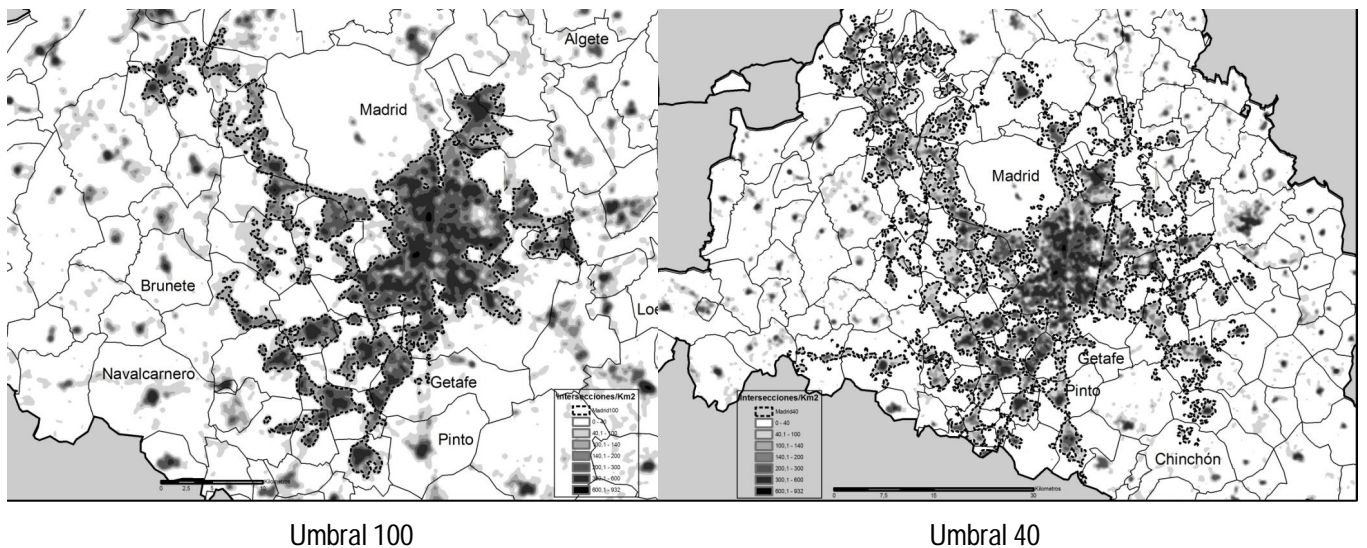


Figura 7 Delimitación del área urbana de Barcelona

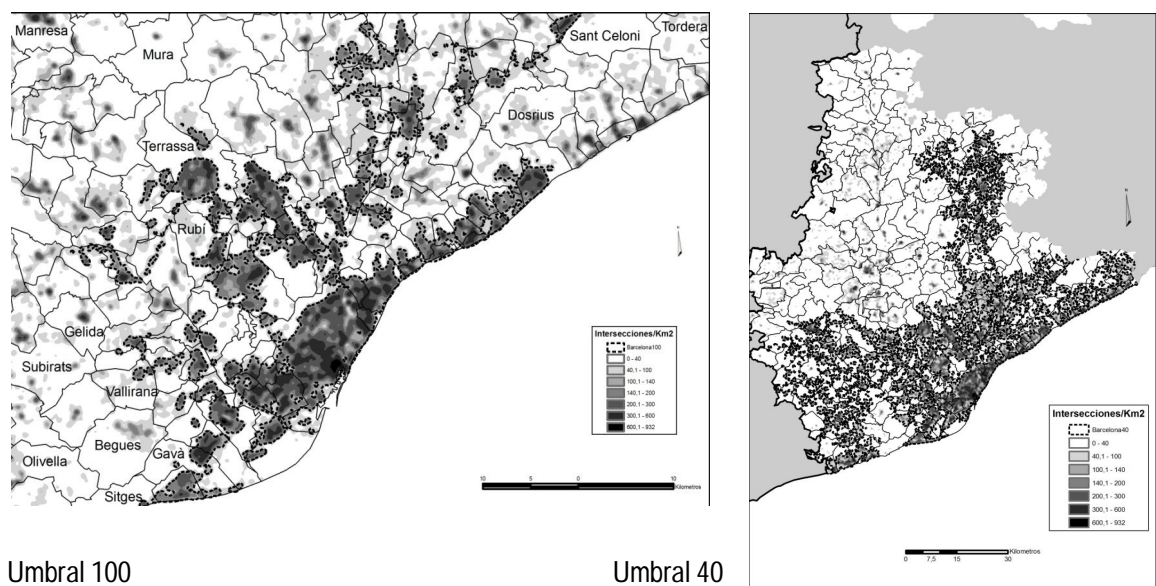


Figura 8 Delimitación del área urbana de Valencia



4. CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado, se ha podido concluir que existe una estrecha relación entre la morfología del viario urbano, medido a partir del número de intersecciones de la red, y el tipo de uso del suelo predominante. Aunque los valores pueden diferir en función de la historia urbana y de los patrones de poblamiento de las distintas áreas, los índices medios de densidad de la red de los distintos usos del suelo muestran una clara gradación acorde con la morfología de cada uso del suelo; los índices de densidad de la red son más elevados sobre suelo urbano continuo que sobre suelo urbano discontinuo, sobre éste más que en las áreas industriales y comerciales, y en éstas superiores a los de las zonas caracterizadas por la presencia de infraestructuras de comunicaciones. Los índices más reducidos corresponden a los espacios no urbanizados. Esta tendencia general nos ha permitido seleccionar unos "valores umbral" de densidad de la red viaria que permiten diferenciar los usos urbanos.

A partir de estos valores, y mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica, es posible delimitar dos ámbitos espaciales que pueden ser especialmente relevantes a la hora de realizar comparaciones entre ciudades, establecer tipologías y realizar un seguimiento de los procesos de expansión urbana: Un área urbano-metropolitana que refleja principalmente el resultado de los procesos de urbanización continua mejor ajustados al concepto tradicional de ciudad; y una región urbana que incluye áreas de urbanización dispersa residenciales, industriales y comerciales y conurbaciones derivadas de la coalescencia de núcleos pequeños y medianos próximos al área metropolitana. Esta delimitación es, en nuestra opinión, más aplicable que otras convencionales para el análisis y

estudio de los nuevos modelos de ciudad dispersa o "difusa", y en particular para realizar un seguimiento de los procesos actuales de expansión urbana.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BORCHERT, J.R. (1961): "The Twin Cities urbanized areas: Past, present and future", *Geographical Review*, 51, 47-70
- BORRUSO, G. (2003): "Network density and the Delimitation of Urban Areas", *Transactions in GIS*, 7 (2), 177-191
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2004): Corine Land Cover Spain, CNIG.
- GATTRELL, A.; BAILEY, T., DIGGLE, P., Y ROWLINGSON, B. (1996): "Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology", *Transactions of the Institute of British Geographers*, 21, 256-274.
- GENERALITAT VALENCIANA, (1995): *Estrategias de vertebración territorial*, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanismo i Transports Valencia.
- HARRIS, R.H. Y LONGLEY, P. A. (2000): "New Data and Approaches for Urban Analysis: Modelling Residential Densities", *Transactions in GIS*, 4 (3), 217-234
- INDOVINA, F. (1998): "Algunes consideracions sobre la "ciutat difusa", *Documents d'anàlisi geogràfica*, 33, 21-32
- JONES, A.A. (1978): "The spacing of streams in a random-walk model", *Area*, 4, 305-317
- MIRALLES-GUASCH, C. (2002): "Transporte y territorio urbano: del paradigma de la causalidad al de la dialéctica", *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 41, 107-120
- MORENO JIMÉNEZ, A. (1991): "Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel", *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 6, 30, pp. 155-170.
- NELLO, O. (1996). «Els confins de la ciutat sense confins. Estructura urbana i límits administratius de la ciutat difusa», en CASTAÑER, A., FALGUERAS, M., VICENTE, J.: *La ciutat difusa i les perifèries: experiències de planificació i gestió. Actes de les II Jornades de Geografia i Urbanisme. Girona, Universitat de Girona*, p. 55-71.
- NETWORK ON URBAN RESEARCH IN THE EUROPEAN UNION (N.U.R.E.C.) (1994): *Atlas of Agglomerations in the European Union*, Statistical Office of the European Union, Duisburg.
- THURSTAIN-GOODWIN, M. Y UNWIN, D. (2000): "Defining and delimiting the central areas of towns for statistical modelling using continuous surface representations", *Transactions in GIS*, 4, 305-317