

UNA METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS FORMAS URBANAS EN LAS CIUDADES INTERMEDIAS ESPAÑOLAS DURANTE EL SIGLO XX BASADA EN SIG.

Autor: **Fernando M. García Martín**

Investigador contratado en formación en la UPCT y Doctorando en el DUYOT de la UPM.

Director de la tesis en curso: Luis Moya González (Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid)

Mail: fernando.garcia@upct.es

RESUMEN

Durante el siglo XX, y especialmente en la segunda parte de éste, las ciudades españolas experimentaron un gran crecimiento en el que se emplearon numerosas formas urbanas, algunas desconocidas hasta el momento. Esta comunicación expone una metodología para delimitar y caracterizar numéricamente estas periferias basándose en su compacidad y su densidad.

Este método permite analizar grandes áreas de una manera ágil gracias al uso de software SIG (Sistemas de Información Geográfica). Además, el empleo de la cartografía catastral, disponible para todo el territorio nacional, permite obtener resultados equiparables que sirvan para una posterior comparación entre ellas.

La tesis de la que forma parte esta comunicación trata de indagar en las posibles relaciones entre las variables espaciales, o formales, de las ciudades y las actividades que en ésta se desarrollan y que condicionan la calidad de la vida urbana.

Palabras clave: Morfología, periferia, ciudades intermedias, parametrización.

ABSTRACT

During the twentieth century, and especially in its second part, the Spanish cities experienced a large expansion in which many urban forms were used, some previously unknown. This paper presents a methodology to identify and characterize numerically these peripheries based on their compactness and density.

This method allows the analysis of large areas nimbly through the use of GIS software (Geographic Information Systems). Moreover, the use of cadastral cartography, available for the whole national territory, provides results that can be used in further comparison between them.

This paper is part of a thesis with the goal to study the relationships between spatial variables and the activities into the city that influence on the quality of urban life.

Keywords: Morphology, peripheries, intermediate cities, parameterization.

1 INTRODUCCIÓN

La periferia de las ciudades surgida a lo largo del siglo XX, y especialmente en su segunda mitad, ha levantado, prácticamente desde su construcción, una polémica acerca de la conveniencia de sus formas. Aunque la calidad de la vida urbana depende de la combinación de distintas variables, la tesis de la que forma parte esta comunicación trata de indagar en las relaciones entre las variables espaciales de las ciudades y las actividades que en ésta se desarrollan y que condicionan la calidad de la vida urbana.

La comunicación se centra en la metodología desarrollada para la primera parte de la tesis que permitirá, posteriormente, obtener una clasificación formal de la periferia del siglo XX de las ciudades intermedias españolas, a partir de la cual se comparará la evolución de las actividades en cada una de las clasificaciones.

Uno de los objetivos de esta metodología es posibilitar el análisis de un ámbito tan amplio de una forma sistematizada y la comparación de los resultados. La existencia de cada vez más datos públicos en formato abierto y las nuevas posibilidades de manejo de datos espacialmente a través de programas informáticos de sistemas de información geográfica (SIG) permitirá el análisis de entornos urbanos extensos en los que sin la ayuda de la informática la cantidad de datos haría inviable el trabajo.

2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

A partir de mediados del siglo pasado, el estudio de la morfología urbana experimentó un gran desarrollo. Las transformaciones de las ciudades se sucedían a un ritmo creciente a la par que aumentaba la población que vivía en entornos urbanos. Surgían así multitud de nuevas morfologías urbanas desconocidas previamente y la necesidad de establecer unas herramientas comunes que pudieran describir los nuevos barrios y ciudades. A la vez, se hacía patente la conveniencia de preservar los entornos urbanos históricos, para lo cual había que comprender cuáles eran los componentes que los formaban. A través de estas dos vías se generó toda una rama encargada de la descripción de la forma urbana.

Los modos de vida que se producían en todos los nuevos crecimientos urbanos levantados a lo largo del siglo XX, y especialmente los que ocurrían en las periferias más populares de las ciudades, originaron multitud de estudios encargados de comprender esas nuevas formas de habitar. Sin embargo, la transformación de las ciudades parecía más rápida que los estudios sobre la influencia de las nuevas formas en las actividades urbanas. En una situación actual de estabilización demográfica en los países desarrollados, la revisión empírica de los modos de vida que se desarrollan en los distintos tipos morfológicos urbanos se encuentra en un estado inicial pero muy necesario para el trabajo en el futuro.

El desarrollo del cuerpo teórico sobre la forma urbana permite dividir los estudios en dos grupos. El primero incluye toda la formación del conjunto de conceptos y definiciones relacionados con la forma urbana por parte de las distintas escuelas de tipomorfología. En relación con los objetivos de esa investigación se puede definir un segundo grupo que incluye diversos intentos por encontrar parámetros objetivos cuantificables que permitan definir y clasificar la forma urbana.

1.1 Conceptos y componentes de la forma urbana

La tipomorfología estableció unos conceptos básicos relacionados con la forma urbana a la vez que indicó cuáles eran los componentes que provocaban la existencia de formas distintas. Moudon (1994) definió tres escuelas de tipomorfología situadas en Italia, Inglaterra y Francia, con distintos orígenes y objetivos en sus investigaciones, que han generado un cuerpo muy útil de definiciones para describir la forma urbana desde 1950.

Entre los grupos de Italia (con Muratori y Caniggia entre otros) Inglaterra (Conzen y el Urban Morphology Research Group de la University of Birmingham) y Francia (en la Escuela de Versalles alrededor de Henri Lefebvre, Jean Castex, Philippe Panerai y Charles Depaule) definen las bases y conceptos fundamentales de la tipomorfología.

El concepto de tipo resulta esencial. Caniggia y Maffei (1979) lo definen como una serie de relaciones destinadas a un fin unitario. Muratori (1960) añade que, sin embargo, el tipo no se individualiza hasta su aplicación en un caso concreto, creando un tejido edilicio que a su vez no puede ser descrito sino en su

término total, el organismo urbano. Ambos establecen una división de la ciudad en componentes de distinta escala en los que la forma queda determinada por los edificios y los espacios libres asociados a ellos.

Caniggia (1979) también defiende que los nuevos tipos pueden adaptarse con gran facilidad a otras áreas ya que pueden ser corregidos al no estar ni construidos ni experimentados. En una situación en la que la conciencia crítica domina los procesos de formación de la nueva ciudad, esta adaptabilidad supone una aceleración de la variación de los tipos empleados, sin que haya tiempo para contrastar su influencia sobre los modos de vida.

No obstante, la tipomorfología va más allá de la descripción física de las formas urbanas. Defiende que existe un continuo reencuentro entre las mutaciones de las necesidades sociales y las mutaciones de las formas urbanas para adaptarse mutuamente. Se generan así, según Caniggia, 'fases' o intervalos de tiempo en los que los cambios en los tipos de edificios son identificables con suficiente claridad. Pero ahí no acaba la influencia social sobre la forma urbana, ya que la apropiación del espacio que defendía Lefebvre convierte ese espacio construido en, según Panerai (1983), un espacio social.

1.2 Parametrizaciones de la forma urbana. La densidad y la compacidad

Aunque el inicio fue prácticamente simultáneo al de la formación del cuerpo teórico de la morfología, no ha sido hasta los últimos años, con la extensión del uso de los ordenadores, cuando se ha mejorado en la búsqueda de parámetros cuantificables que expliquen las propiedades espaciales urbanas. Berghauser (2009) reclama que este tipo de análisis cuantitativo expande las posibilidades que la morfología y la tipomorfología tienen para explicar las formas urbanas.

La densidad, en primer lugar, ha sido uno de los parámetros comúnmente utilizados como referencia en la forma urbana. Su definición suele ser la del cociente entre un denominador que siempre era la superficie del terreno y un numerador que podría referirse a viviendas, habitantes o superficie de suelo construido principalmente. Resulta interesante, para comprender la variedad de definiciones de densidad lo indicado por Boyko y Cooper (2011), donde se establecen la densidad de parcelas (parcelas/Km²), la de viviendas (viv/Ha) y la de población (hab/Ha) como las medidas más utilizadas. Pero estos autores también exponen otras variaciones de la forma de medir la densidad comentando las diferencias existentes: número de habitaciones, espacio habitable, ocupación, tipos de edificación, viario, etc.

Sin embargo, la densidad se manifiesta insuficiente como valor único para definir la forma de la ciudad tal y como indicó Gropius en los años treinta o Martin y March en los setenta. Berghauser, en su tesis *Space, density and urban form* (2009) demuestra, sin embargo, que combinando la densidad (en superficie de suelo total construido por superficie de terreno) y la ocupación (porcentaje de superficie ocupada de terreno respecto al total de la disponible) se pueden realizar descripciones bastante certeras de la forma urbana.

Berghauser, junto con Haupt, sugiere que si la densidad no se define únicamente por la intensidad (FSI) sino que también se tienen en cuenta la compacidad (GSI), la altura (L) y la presión del espacio no construido (OSR), ésta sí puede ser utilizada para diferenciar las distintas formas urbanas de manera precisa. Estos cuatro indicadores (GSI, FSI, OSR y L) se obtienen de dos únicas variables, la superficie de suelo construido y la superficie ocupada, distinguiéndose entre indicadores básicos y derivados.

Los indicadores básicos son índices que muestran la relación de las dos variables con la superficie total:

- El índice de superficie ocupada (GSI – 'Ground space index') refleja la relación entre el espacio construido y el no construido, revelando el grado de cobertura del terreno por la edificación y la compacidad del tejido construido. Es calculado como el cociente entre la superficie ocupada y el área total del fragmento.
- El índice de superficie construida (FSI – 'Floor space index') es el indicador de la intensidad de la superficie construida independientemente de su uso. Se calcula como el cociente entre la cantidad de suelo construido, incluyendo todos los niveles habitables por encima de rasante, y el área total del fragmento.

Los dos indicadores derivados son funciones lineales de las dos variables utilizadas:

- El ratio de superficie libre (OSR – 'Open Space Ratio') relaciona la cantidad de espacio no ocupado por superficie construida. Se muestra así la presión sobre el espacio libre ya que si en un área, para la misma

superficie ocupada, se construye más cantidad de superficie el valor de OSR descende y el número de personas que usarán ese espacio libre se incrementa.

-El número de alturas medio (L – 'Levels') se refiere directamente a la forma, a través un valor que representa el promedio de alturas que tendrá la edificación del área.

Con el objetivo de poder plasmar esas cuatro variables simultáneamente, Bergahuser y Haupt desarrollan un diagrama que denominan "spacemate". En este diagrama el valor FSI se sitúa en el eje Y como indicador de la intensidad de uso del área y el valor GSI en el eje X como reflejo de la compacidad. Los indicadores derivados OSR y L al estar relacionados linealmente con los anteriores pueden ser también plasmados en el diagrama. Cualquier fragmento del que se conozcan dos de estos indicadores puede ser situado en el 'spacemate', obteniéndose los otros dos valores.

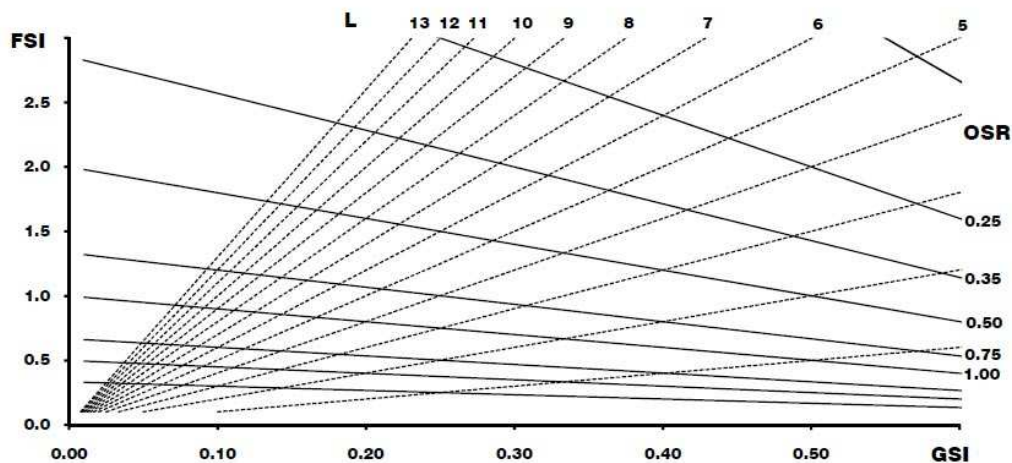


Diagrama GSI/FSI o 'Spacemate'

(Berghauer, 2009)

Este diagrama permite también visualizar las relaciones entre los cuatro indicadores, especialmente entre los dos básicos y los derivados. Además, dado que los indicadores son índices y ratios referidos a la unidad de superficie la distorsión derivada del diferente tamaño de las áreas delimitadas se elimina y puede utilizarse el diagrama para encontrar similitudes entre distintos fragmentos.

3 EL CONTEXTO DE ESTUDIO. LA PERIFERIA DE LAS CIUDADES INTERMEDIAS ESPAÑOLAS

El siglo XX supuso para la población de muchas ciudades españolas un cambio radical en su forma de habitar. La situación política y económica derivó en una fuerte migración hacia las áreas urbanas, donde la población proveniente del campo se encontró una nueva realidad. Con carácter general y entendiendo la singularidad de cada lugar pueden darse unos rasgos comunes para las distintas periferias españolas:

(1) Los procesos de construcción de la ciudad trataron de dar respuesta a esta nueva demanda, sin precedentes, pero casi siempre con retraso y de manera insuficiente. La administración central fue la primera en asumir la responsabilidad de resolver la demanda de vivienda ante la insuficiencia del mercado libre. Pero ante el tamaño del problema pronto buscó métodos para implicar a la iniciativa privada en la solución, apoyando la creación de un potente sector de la construcción. La llegada de la democracia supuso la vuelta de las competencias a los ayuntamientos locales que trabajaron sobre un escenario legal bastante más maduro.

(2) Formalmente esta transformación partió de unos primeros intentos iniciales por evocar las formas rurales tradicionales e incluso las soluciones de baja densidad, con viviendas unifamiliares. Sin embargo, a medida que avanzaba el ritmo de crecimiento de la población, se hicieron necesarias soluciones más densas, incluso "abigarradas". A final del siglo, con la estabilización demográfica, se pudo trabajar en dar continuidad a los fragmentos y recuperar la tradición de la ciudad compacta.

(3) Estos factores provocaron que la población llegada del campo se encontrara, a principios de siglo, una ciudad que no estaba preparada para el cambio que se iba a producir y que ofreció, durante mucho tiempo,

un hábitat de baja calidad a una gran parte de los recién llegados, alcanzando el nivel del chabolismo sin ningún tipo de servicio urbano. El incremento de las inversiones y las densidades extendieron la posibilidad de acceder a una vivienda mínima, abandonando la voluntad de ofertar un hábitat de alta calidad de las primeras intervenciones del siglo y que no pudo recuperarse hasta finales del siglo con la estabilización de la población y el crecimiento económico del país.

Esta época turbulenta, dirigida por la urgencia de las necesidades, generó multitud de políticas, leyes, tipos urbanos, modelos de participación, situaciones de organización social... que ahora, con la perspectiva del tiempo, deben ser analizadas para utilizar las lecciones sobre su influencia en el modo de hábitat en el diseño de la ciudad próxima.

3.1 La elección de las ciudades de estudio

Para el estudio de la evolución de la forma en el contexto descrito, se seleccionarán una serie de casos de estudio que sean representativos de la periferia española.

Se eligen las ciudades intermedias españolas como campo de estudio dado que una parte significativa de la ciudad construida durante el siglo XX en España está contenida en este tipo de urbes.

3.1.1 Definición inicial de ciudades intermedias y criterios de selección de casos

A falta de una definición final, se han denominado ciudades intermedias para el caso de España aquellas que se encuentran, por población y por relevancia, en las actividades económicas:

- Por debajo del rango de las dos grandes ciudades, Madrid y Barcelona, y también de ese segundo rango que forman Valencia y Sevilla, cuya escala todavía está más cerca de la escala nacional.
- Por encima de las ciudades de población inferior a los 250.000 habitantes cuya socio-economía, a menudo, se encuentra influenciada por otras ciudades cercanas más pobladas de las que dependen o de población similar con la que conforman un área metropolitana conjunta.

Esta definición se aleja del concepto de ciudad media española referido por Vinuesa (1989) comprendido entre los 50.000 y los 100.000 habitantes y que posteriormente Ganau y Vilagrassa (2003) amplían hasta los 300.000 habitantes. Años después de aquellas definiciones del grupo por encima de este escalón, unos pocos casos singulares han conformado grandes urbes con complejas áreas metropolitanas con relevancia económica nacional. Entre éstas y las ciudades medias ha quedado un rango intermedio del que esta investigación se ocupa.

No obstante, el interés del estudio se centra en las formas urbanas, por lo que, sobre este grupo definido únicamente por su parámetro poblacional, se realiza una nueva selección basada en sus características espaciales. Puntualizando más, los criterios de elección de casos utilizados se basan en el objetivo de centrar el estudio en las ciudades cuyo crecimiento haya adoptado modelos urbanos de media o alta densidad, descartando los modelos de baja densidad y alto consumo de suelo. Se busca analizar las formas de las periferias urbanas residenciales que surgieron para dar cabida a la fuerte migración del entorno rural al urbano y que en las próximas décadas afrontarán su envejecimiento demandando, algunas de ellas, actuaciones de rehabilitación y recuperación.

Las variables utilizadas para este segundo filtrado de casos de estudio son el crecimiento de la superficie urbana, la densidad de población en la superficie urbana y la compacidad del tejido. Para ello se ha utilizado la información de los censos de población y la de los proyectos Corine Land Cover (CLC) de 1987 a 2006 y del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) de 2005.

Éste último proyecto desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional es el que aporta información sobre las superficies artificiales del territorio nacional a través de la detección en fotografía satélite de las áreas ocupadas por zonas urbanas, edificaciones en terrenos de uso primario, zonas industriales, infraestructuras o zonas aisladas de usos terciarios y de equipamientos. La utilización de este ámbito evita la distorsión de los parámetros debida a la diferencia de superficies no artificiales, como las forestales, presentes en los distintos términos municipales.

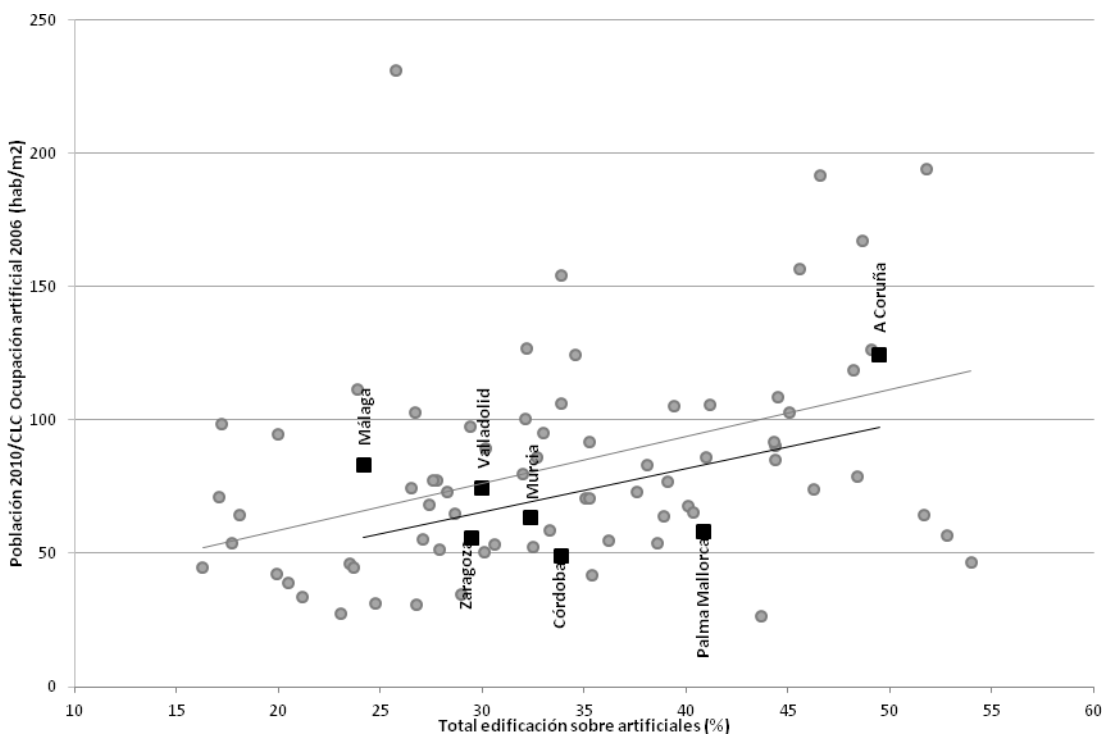
En primer lugar, se descartaron los casos en los que el crecimiento de la ocupación artificial en el periodo 1987-2006 fuera nulo o muy reducido. De esta manera se evitaban casos en los que no estuvieran presentes las formas típicas de este periodo.

En segundo lugar se definieron dos parámetros que hacían referencia a la densidad y la compacidad de la superficie artificial de los términos municipales. Estos dos parámetros indican, como ya se ha expuesto, las características formales de los fragmentos urbanos y aquí se emplean en otra escala que, aunque con menor precisión, también nos indica características formales del área artificial de las ciudades. La selección tratará por lo tanto de abarcar el espectro completo de variedades:

- La compacidad se mide a través del porcentaje del total de edificación sobre artificiales medido en el proyecto SIOSE descartando las zonas verdes, láminas de agua, viales, suelo no edificado, zonas de extracción y zonas en construcción del total de coberturas artificiales. Como puede observarse en el Gráfico 2, los casos de estudio seleccionados abarcan desde el 20 al 50% comprendiendo todo el espectro salvo los casos extremos.

- La densidad es el cociente de la población según los Censos de Población y la superficie artificial del CLC que según la descomposición de las coberturas de este proyecto es la que concentra casi la totalidad de la población. Los casos de estudio seleccionados están comprendidos entre los 50 y los 125 hab/m².

Las ciudades elegidas son: Zaragoza, Málaga, Murcia, Palma de Mallorca, Córdoba, Valladolid y A Coruña.



Superficie ocupada por edificación y densidad de población sobre superficies artificiales (CLC) de las 79 mayores ciudades españolas con los casos de estudio destacados

Elaboración propia a partir de datos de AGUADO (2010)

3.1.2 Relevancia de las periferias de las ciudades intermedias españolas

La representatividad de las ciudades elegidas, junto a la relevancia por su interés para el estudio de sus periferias, puede justificarse de una manera cuantitativa a través de los valores de superficie y tasas de crecimiento de la población y de la ocupación artificial (según el Corine Land Cover) de los casos.

Realizando la comparación con el total de la superficie del país:

- Los siete casos de estudio albergan en torno al 6,5% de la población española en tan sólo el 0,78% de la superficie del país que representan sus términos. Esta tasa ha tenido una variación mínima en los últimos 30 años ya que en 1981 se trataba del 6,52%, en 2001 del 6,69% y en 2010 del 6,34%.

- El crecimiento de población en las ciudades elegidas desde 1981 a 2010 representó el 5,6% del total español, 519.736 de 9.274.771 habitantes más.

- Representan el 4,44% de la superficie artificial del país con 45.802 Ha de las 1.030.800 Ha de España en 2006. Este porcentaje se encuentra en crecimiento respecto a las cifras de 1987, cuando era del 4,17% con 30.359 Ha de 727.700. Esto supone que sólo estas siete ciudades acumulan el 5,1% de las nuevas superficies de ocupación artificial generadas durante el periodo en todo el país.

Orden de población	Municipio	Superficie (Km2)	Población 1981	Población 2001	Población 2010	Incremento población 1981-2010	Incremento población 1981-2010 (%)	CLC Ocupación artificial en 1987 (ha)	CLC Ocupación artificial en 2006 (ha)	CLC Evolución ocupación artificial 1987-2006 (ha)	CLC Evolución ocupación artificial 1987-2006 (%)
1	Madrid	606	3.158.818	2.957.059	3.273.049	114.231	3,62	21.931	31.869	9.938	45,31
2	Barcelona	98	1.752.627	1.505.326	1.619.337	-133.290	-7,61	7.964	8.339	375	4,71
5	Zaragoza	969	569.830	610.976	675.121	105.291	18,48	7.183	12.130	4.947	68,87
6	Málaga	395	483.847	534.207	568.507	84.660	17,50	5.615	6.839	1.224	21,80
7	Murcia	886	284.585	367.189	441.345	156.760	55,08	3.480	6.938	3.458	99,37
8	Palma	209	290.372	346.720	404.681	114.309	39,37	4.592	6.973	2.381	51,85
12	Córdoba	1.255	279.386	314.034	328.547	49.161	17,60	5.030	6.708	1.678	33,36
13	Valladolid	197	320.293	318.293	315.522	-4.771	-1,49	2.658	4.237	1.579	59,41
17	Coruña (A)	38	231.721	239.434	246.047	14.326	6,18	1.801	1.977	176	9,77
Los 7 casos de estudio		3.949	2.460.034	2.730.853	2.979.770	519.736	21,13	30.359	45.802	15.443	50,87
Las 79 mayores ciudades		19.411	17.319.788	18.204.076	19.938.667	2.618.879	15,12	173.683	249.532	75.849	43,67
Comparación con 79 mayores ciudades		20,34%	14,20%	15,00%	14,94%	19,85%	139,72%	17,48%	18,36%	20,36%	
Todas las ciudades españolas		506.019	37.746.260	40.847.371	47.021.031	9.274.771	24,57	727.700	1.030.800	303.100	41,65
Comparación con todas		0,78%	6,52%	6,69%	6,34%	5,60%	85,98%	4,17%	4,44%	5,10%	

Evolución de población y superficies artificiales (CLC) en los casos de estudio y comparación con las 79 mayores ciudades y con todas las ciudades españolas

Elaboración propia a partir de datos de AGUADO (2010), INE y CLC

Si ceñimos la comparación a las 79 mayores ciudades españolas analizadas en la publicación "Capitales&Ciudades+100 Información estadística de las ciudades españolas 2010" del Ministerio de Fomento, es decir, con una selección de municipios desde los 35.000 habitantes de Teruel hasta los 3.300.000 de Madrid en la que podría decirse que quedan excluidos todos los municipios pertenecientes al entorno rural:

- Las ciudades elegidas para el estudio suponían un 14,2% de la población del conjunto de 79 ciudades en 1981, un 15% en 2001 y un 14,94% en 2010. Acumulaban así un 19,85% del incremento de población de ese periodo, con una tasa media del 21,13%, 6,01 puntos porcentuales más que la media del conjunto, 15,12%.

- El suelo de ocupación artificial de los casos de estudio según el CLC de 1987 era un 17,48% de esta selección y un 18,36% en 2006. Acumulaban así un 20,36% del total de las nuevas superficies de ocupación artificial.

4 ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE LA FORMACIÓN DE LAS PERIFERIAS DE LAS CIUDADES INTERMEDIAS ESPAÑOLAS

En esta fase de la investigación el objetivo es analizar las periferias de las ciudades de estudio de manera que pueda realizarse una descripción de sus características morfológicas y una clasificación de las tipologías empleadas.

4.1 Problemas metodológicos que plantea la investigación

Destacamos dos de los problemas principales observados para desarrollar la metodología y que están siendo tenidos en cuenta con especial atención:

(a) La posibilidad de comparar morfologías: A través de la parametrización de la forma urbana, sobre la que se han expuesto algunos ejemplos en el estado de la cuestión, es posible la comparación de morfologías en función de unas variables cuantificables y objetivas derivadas de las condiciones espaciales.

Los estudios de Berghauser y Haupt han demostrado ser eficaces para la agrupación por tipologías de pequeños fragmentos urbanos en base a su densidad y compacidad.

Son sólo algunos ejemplos de las distintas técnicas de parametrización de la forma urbana en la que puede apoyarse la investigación para poder comparar la evolución de los distintos fragmentos.

(b) Accesibilidad a las fuentes de datos necesarias: Para la realización de esta investigación, en la que una de las partes es de carácter comparativo, es necesaria la existencia de fuentes de datos homogéneas para los distintos casos de estudio.

El acceso a una cartografía de estas características que permita analizar y parametrizar la forma urbana es posible a través de los productos que se ofrecen en la Sede Virtual del Catastro. El uso de ortofotos e imágenes áreas históricas es también decisivo para estudiar la evolución de las distintas ciudades elegidas.

4.2 Esquema metodológico

La metodología empleada se basa en el cálculo de los valores de superficie construida y superficie ocupada de distintas escalas de análisis.

La utilización de escalas es necesaria, como indicaba Muratori (1960), para poder entender el organismo urbano en su totalidad. Los niveles de aproximación serán el municipio en su totalidad, la periferia surgida a lo largo del siglo XX y, finalmente, la escala de barrio como fragmento urbano más pequeño.

Para cada una de estas escalas existe una primera fase de delimitación del área de estudio y una segunda fase de caracterización según parámetros cuantificables.

- Para la fase de delimitación se establecerán unos criterios que definan las condiciones del área que se desea estudiar. Estas condiciones descartarán áreas y casos que no sean específicos de esta investigación.

- Para la fase de caracterización será necesario que exista la información suficiente para el cálculo de la superficie construida y la superficie ocupada. A partir de estos resultados se obtendrán un juego de índices de compacidad y densidad (GSI, FSI, OSR y L) para cada área de estudio.

5 PREPARACIÓN DE LOS DATOS DEL CATASTRO

5.1 Comentarios sobre la cartografía y los datos catastrales de libre acceso

Desde la sede electrónica de la Dirección General del Catastro, dependiente del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, es posible acceder a la información de este organismo. Siguiendo las cada vez más extendidas políticas de libre acceso a los datos públicos, se puede realizar una descarga de los ficheros informáticos que contienen dicha información mediante la identificación del usuario a través del certificado digital contenido en el DNI electrónico (eDNI).

Los productos catastrales que es posible descargar con certificado digital son la “Cartografía vectorial” y los “Datos Catastrales” de manera individual para cada municipio.

- La cartografía está compuesta por una serie de archivos correspondientes a distintas capas de información en formato “shape” (.shp) común en el software de SIG (sistemas de información geográfica). Cada archivo contiene la representación gráfica de objetos correspondientes a la realidad con una serie de datos asociada a cada uno de dichos objetos.

- Los datos catastrales alfanuméricos se proporcionan en formato CAT e incluyen todos los datos del catastro excepto la titularidad y el valor catastral. Este archivo puede importarse a software habituales de hojas de cálculo siguiendo las instrucciones disponibles.

Ninguno de los productos contiene la versión totalmente actualizada de la base de datos del catastro, sino que se compilan y actualizan tres veces al año (Febrero, Junio y Octubre), indicándose la fecha exacta en el archivo de descarga.

Siguiendo la distinción de tipos de bienes inmobiliarios según la naturaleza del suelo establecida en el RDL 1/2004 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario (BOE 8/03/2004), las descargas de cartografía pueden realizarse de los suelos de naturaleza urbana o de los de naturaleza rústica. De acuerdo a los artículos 6, 7 y 8 de dicho texto refundido, se entiende como suelo de naturaleza urbana, de manera simplificada, “el clasificado o definido por el planeamiento urbanístico como urbano, urbanizado o equivalente” y “los que tengan consideración de urbanizable”. El suelo de naturaleza rústica es “aquel que no sea de naturaleza urbana, ni esté integrado en un bien inmueble de características especiales”. Esta categoría especial incluye los suelos que “constituyen un conjunto complejo de uso especializado” perteneciente a alguno de los siguientes grupos: destinados a producción energética (refinerías, embalses, etc.), vías de circulación (autopistas, carreteras y túneles de peaje) o aeropuertos y puertos comerciales.

Para este estudio se analizan los suelos de naturaleza urbana ya que el objetivo es, principalmente, la descripción y clasificación formal de la periferia de densidades medias o altas, es decir, de un carácter fundamentalmente urbano.

La descarga de archivos de ámbitos urbanos o rústicos puede realizarse tanto con la información únicamente del estado actual, o con la inclusión de las modificaciones producidas desde que existe el registro cartográfico informatizado del catastro. Se utilizará el estado actual.

Las capas de información cartográficas empleadas en este trabajo son las nombradas como PARCELAS.shp y CONSTRU.shp pertenecientes a la superficie urbana.

- El archivo PARCELAS.shp está compuesto por los polígonos correspondientes a cada parcela catastral.

- El archivo CONSTRU.shp lo componen polígonos correspondientes con cada uno de los volúmenes construidos. Cada objeto representa la superficie en planta de un volumen construido con unas determinadas características espaciales. De esta manera, una misma edificación, en el sentido tradicional, estará compuesta por distintos volúmenes si existen cajas de escalera, porches, patios, balcones o tribunas, por ejemplo. Esta organización será muy útil para calcular la edificabilidad.

La información asociada a cada objeto de estos archivos es, mayormente, de carácter identificativo, permitiendo ubicarlas. Sin embargo, para todos los objetos se indica la referencia catastral a la que pertenecen (en caso de PARCELAS será un objeto por cada referencia y en el de CONSTRU habrá varios objetos para cada referencia) que permitirá ligarlas con los datos catastrales contenidos en el archivo CAT de datos alfanuméricos.

5.2 Modificaciones necesarias de la cartografía catastral para el desarrollo de esta metodología

Para poder delimitar y clasificar las formas urbanas es necesario, en primer lugar, añadir nuevos campos de información a los archivos de la cartografía catastral CONSTRU y PARCELAS. El valor de estos nuevos campos está contenido en los archivos catastrales pero es necesario realizar importaciones o modificaciones para poder operar con ellas.

Dichos cambios son:

- Incorporación de un campo numérico con el número de alturas construidas y otro con la superficie de cada volumen del archivo CONSTRU.
- Importación, desde el contenedor de datos catastrales .CAT, de la fecha de construcción de cada referencia catastral al archivo PARCELAS.

5.2.1 Modificaciones en archivo CONSTRU de volúmenes construidos

(1) Incorporar campo con valor numérico de alturas construidas. El archivo CONSTRU incluye un campo también denominado CONSTRU con información alfabética descriptiva del desarrollo vertical del volumen. Siguiendo una tabla de códigos (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) el valor del campo CONSTRU hace referencia a las características de ese volumen construido. Como puede verse, la casuística de los volúmenes es muy numerosa, por lo que la descripción puede hacerse mediante la adición de varios códigos. Así, por ejemplo, el volumen descrito como “-I+III+TZA” estaría formado por una planta bajo rasante, tres plantas sobre rasante y, rematando, una terraza.

Para realizar la traslación a valores numéricos se asigna un valor equivalente para cada código. Como el objetivo es poder obtener los índices de edificabilidad, el criterio seguido descarta aquellos espacios no cerrados (patios, soportales, etc.). El valor numérico resultante no representará el número de alturas total del volumen sino el número de plantas construidas. En el ejemplo del párrafo anterior la equivalencia sería 3.

Valor campo CONSTRU	Valor equivalente	Descripción	Valor campo CONSTRU	Valor equivalente	Descripción
-I, -II, -III...	0	Volúmenes bajo rasante	PI	0	Piscina
I, II, III....	1, 2, 3...	Volúmenes sobre rasante	TEN	0	Pista de Tenis
B	0	Balcón	ETQ	0	Estanque
T	1	Tribuna (Balcón techado)	SILO	0	Silo
TZA	0	Terraza	SOLAR	0	Solar
EPT	1	Entrepanta	PRG	0	Pérgola
POR	0	Porche	DEP	0	Depósito
SOP	0	Soportal	ESC	0	Escalera
PJA	0	Pasaje	TRF	0	Transformador
MAR	0	Marquesina	JD	0	Jardín
P	0	Patio	FUT	0	Campo de Fútbol
CO	1	Cobertizo	VOL	0	Voladizo
EPT	1	Entrepanta	ZD	0	Zona Deportiva
SS	1	Semisótano	RUINA	0	Ruinas
ALT	0	Altillo	CONS	0	En construcción

Descripción de códigos más comunes del campo CONSTRU y equivalencias adoptadas

Elaboración propia a partir de datos del Catastro

Dado que una ciudad como las analizadas en este estudio puede tener más de 150.000 objetos en el archivo CONSTRU, se ha generado un listado de combinaciones posibles del campo CONSTRU con su equivalente numérico en alturas construidas a partir de los casos de estudio. En el software GIS se ha asignado al nuevo campo ALT, el valor numérico equivalente al texto contenido en el campo CONSTRU de cada volumen, de acuerdo a la correspondencia de este listado.

El proceso de elaboración del listado ha sido tedioso para el primer caso, la primera ciudad, en el que había un número de combinaciones superior a 2000. En los sucesivos casos ha ido simplificándose a medida que la base de datos se completaba con nuevas posibilidades hasta alcanzar más de 6500.

Se ha observado que tras incorporar al listado la variedad de valores del campo CONSTRU pertenecientes a las 3 primeras ciudades analizadas, en la siguientes 4 el número de nuevas combinaciones se mantiene estable alrededor de 500.

(2) Incorporar campos con superficie del volumen y con superficie construida: Más rápido es el paso de añadir un campo llamado SUP con la superficie de los polígonos pues es una función común en el software GIS.

Una vez el archivo CONSTRU contiene unos campos numéricos con el número de alturas y la superficie en planta del volumen, se añade un nuevo campo EDIF como resultado de la multiplicación de los dos anteriores que indica la superficie construida en ese volumen.

5.2.2 Modificaciones en archivo PARCELAS de parcelas catastrales

(1) Añadir campo con edad de la construcción: La información sobre el año de construcción de los edificios de una parcela se obtendrá del archivo CAT de datos catastrales.

Dicho archivo CAT está compuesto por una sucesión de registros de 1000 caracteres. Cada registro contiene información sobre una finca, una unidad constructiva, una construcción, un inmueble, un elemento común o un cultivo. Una unidad constructiva coincide, en líneas generales, con un edificio y su registro es el que incorpora el año en que se realizó la construcción así como, por supuesto, la parcela catastral en la que se sitúa.

Siguiendo los pasos de importación del archivo CAT a software de hojas de cálculo facilitados por el catastro se obtienen los registros de las unidades constructivas, con su año y la parcela a la que pertenecen. Como resulta previsible, una misma parcela catastral puede tener varios edificios construidos en distintas épocas. En esos casos se ha tomado el año de la edificación más antigua.

Posteriormente, en GIS, a cada parcela catastral se le ha incorporado un campo con el año de construcción de su edificación más antigua utilizando como enlace de unión de las dos tablas la referencia catastral, única en ambas.

6 CÁLCULO DE VALORES DE DENSIDAD Y COMPACIDAD DEL MUNICIPIO

6.1 Delimitación del área de estudio

Se establece un marco de 15 x 15 km como superficie límite de cálculo en esta escala municipal. Con estas dimensiones el núcleo central de población de las ciudades estudiadas queda comprendido y se evitan distorsiones en los valores de densidad y compacidad para casos como Córdoba, Zaragoza o Murcia en los que el término municipal es extenso y existen grandes zonas rurales.

Para la ubicación de dicho rectángulo se halla en GIS el centro mediano de los centroides, o baricentros, de todos los volúmenes construidos ponderándolo con el valor de la superficie edificada de cada uno de ellos. Este proceso, aparentemente complejo, es sencillo de realizar en GIS. Para facilitar posteriormente el trabajo, el marco final estará ajustado a una retícula de 500 x 500 m de manera que los vértices sean números múltiplos de 500.

6.2 Cálculo de valores mGSI, mFSI, mOSR y mL

Para el cálculo de los valores de GSI, FSI, OSR y L del municipio se eliminan aquellos volúmenes construidos situados fuera del marco 15 x 15 km y aquellos con alturas construidas igual a cero. El sumatorio de los volúmenes restantes aportará el valor de la superficie ocupada y de la superficie construida del municipio. La superficie total de estudio para esta escala será la del término municipal incluido dentro del marco de 15 x 15 km.

MUNICIPIO >>			Málaga	Murcia	Palma	Córdoba	Valladolid
Orden por población >>			6	7	8	12	13
ESCALA MUNICIPIO							
Superficie	Superficie de estudio	m2	162.266.041	225.000.000	117.321.980	225.000.000	111.115.164
Edificación en 2012	Superficie construida	m2	36.740.641,72	29.401.647,58	30.058.406,85	21.443.482,82	25.630.427,76
	Superficie ocupada	m2	13.151.598,70	12.542.353,50	10.543.705,93	8.788.987,60	9.418.163,41
Densidad y compacidad del término	mFSI - Floor space index	m2c/m2	0,226	0,131	0,256	0,095	0,231
	mGSI - Ground Space Index	m2/m2	0,081	0,056	0,090	0,039	0,085
	mOSR - Open Space Ratio		4,059	7,226	3,552	10,083	3,968
	mL - Levels		2,794	2,344	2,851	2,440	2,721

Tabla de valores de densidad y compacidad de cinco casos de estudio en la escala municipal

Elaboración propia

7 CÁLCULO DE VALORES DE DENSIDAD Y COMPACIDAD DE LA PERIFERIA DEL SIGLO XX

7.1. Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio, la periferia del siglo XX, se emplea la división del término municipal en secciones censales que realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE) como unidades de referencia. Para cada una de estas secciones se calculan unos valores y unas condiciones que deberán cumplir para ser consideradas parte del área que se pretende estudiar.

- Primer criterio. El valor FSI será mayor de 0,35m2/m2: Con este criterio se excluyen aquellas zonas de baja densidad que quedan fuera del ámbito de estudio planteado en esta investigación.

El valor de la edificabilidad de cada sección que permitirá calcular su FSI se obtiene en GIS mediante las herramientas de enlace espacial que permiten incorporar a un objeto las propiedades de otros con los que comparte una localización espacial. Esta utilidad permite obtener el valor sumatorio de la edificabilidad (contenida en el campo EDIF) de todos los volúmenes construidos situados en una sección censal.

De la misma manera se puede obtener la superficie ocupada de una sección permitiendo obtener los valores FSI, GSI, OSR y L de dicha superficie, que serán necesarios más adelante.

- Segundo criterio. No existirá un porcentaje de parcelas construidas antes de 1900 superior al 2,5%: Esta condición permite descartar las secciones pertenecientes a los asentamientos históricos, ya que también están fuera del ámbito de estudio de esta investigación. La posibilidad de que exista un pequeño porcentaje de parcelas construidas antes de 1900 evita descartar secciones que incluyen edificaciones singulares antiguas que han sido absorbidas por los crecimientos urbanos producidos en el siglo XX.

Para el cálculo de este porcentaje, a la capa PARCELAS se le incorpora un campo en el que GIS devuelve el valor positivo "1" cuando el valor del año de construcción es menor a 1900, y el valor negativo 0 cuando es mayor. A continuación se emplea de nuevo el enlace espacial para calcular el sumatorio de parcelas anteriores a 1900 (la suma de los valores 1) y el sumatorio total de parcelas incluidas en esa sección.

Para el cálculo final de la periferia urbana del siglo XX se seleccionan las secciones que cumplen las dos condiciones.

7.2 Cálculo de valores pGSI, pFSI, pOSR y pL

Los valores GSI, FSI, OSR y L de la periferia del siglo XX se calculan con el sumatorio de la superficie construida y la superficie ocupada en cada sección. La superficie total de estudio para esta escala será la resultante de sumar la superficie de cada una de las secciones censales.

MUNICIPIO >>		Málaga	Murcia	Palma	Córdoba	Valladolid
Orden por población >>		6	7	8	12	13
ESCALA PERIFERIA SIGLO XX						
<i>Superficie</i>	Superficie periferia delimitada <i>m2</i>	28.103.037,50	6.185.266,39	7.700.853,12	12.029.671,73	15.244.770,15
<i>Edificación en periferia 2012</i>	Superficie construida <i>m2c</i>	23.610.528,59	6.864.880,97	11.206.210,03	13.152.248,04	16.510.968,93
	Superficie ocupada <i>m2</i>	7.150.239,86	1.589.448,87	2.993.124,25	3.661.332,32	4.248.704,36
<i>Densidad y compacidad de la periferia</i>	pFSI - Floor space index <i>m2c/m2</i>	0,84	1,11	1,46	1,09	1,08
	pGSI - Ground Space Index <i>m2/m2</i>	0,25	0,26	0,39	0,30	0,28
	pOSR - Open Space Ratio <i>m2o/m2c</i>	0,89	0,67	0,42	0,64	0,67
	pL - Levels -	3,30	4,32	3,74	3,59	3,89

Tabla de valores de compacidad y densidad de la periferia construida en el siglo XX de cinco casos de estudio

Elaboración propia

8 CÁLCULO DE VALORES DE DENSIDAD Y COMPACIDAD DE LOS BARRIOS RESIDENCIALES

La siguiente escala de estudio tiene como objetivo la caracterización de los barrios residenciales, proporcionando los índices de densidad y compacidad que permitan realizar la clasificación morfológica de las periferias.

Las secciones censales son delimitadas por el INE, entre otros, para su uso con fines electorales. En base a lo dispuesto por la Ley Electoral, cada sección debe incluir un mínimo de 500 y un máximo de 2.000 electores. Esta delimitación por población, y no por superficie, resulta conveniente para el posterior estudio de las actividades por lo que se han asimilado estas áreas con barrios.

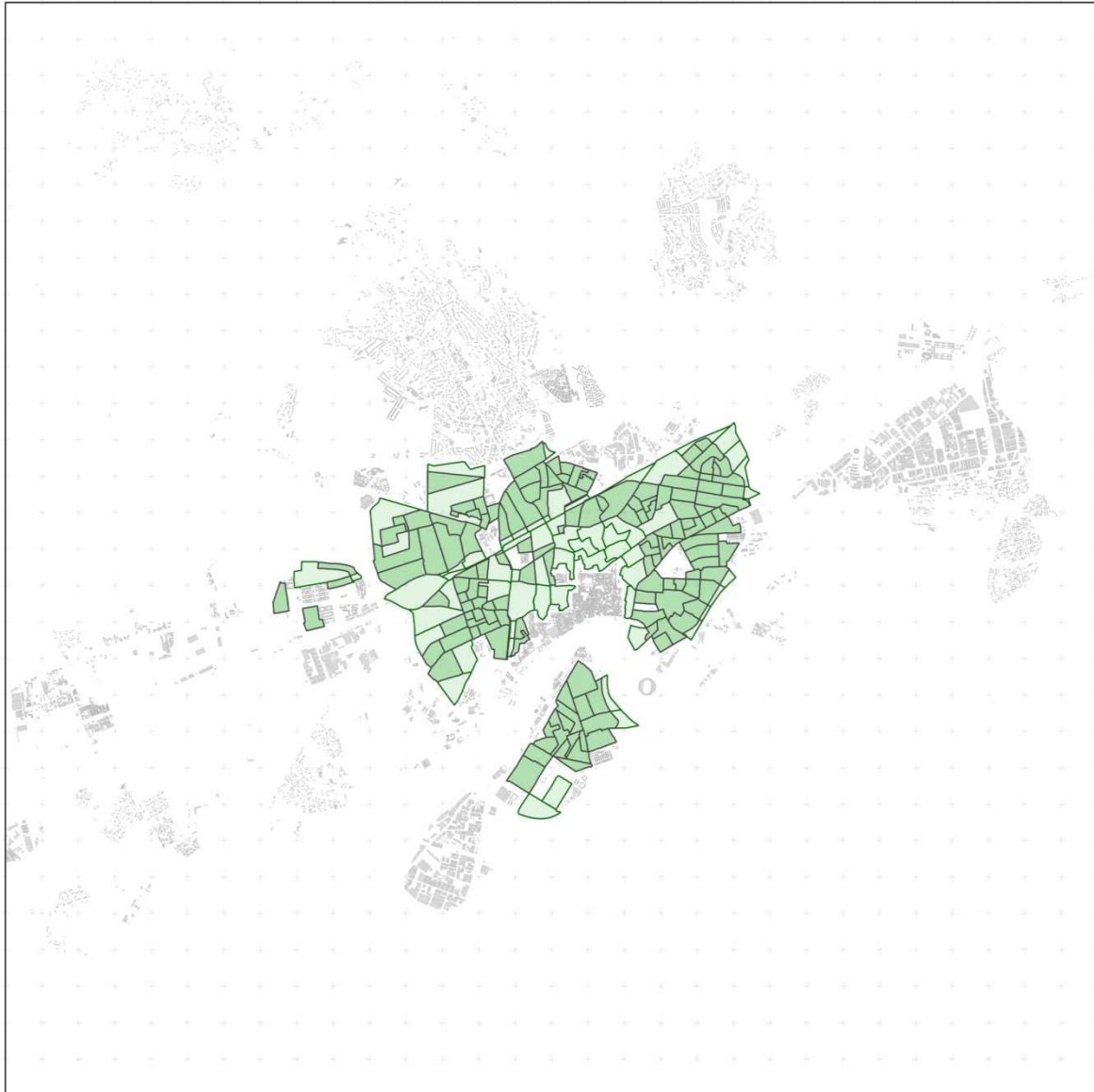
8.1 Delimitación del área de estudio

En esta escala de estudio, la precisión de la delimitación del área de análisis debe ser mayor. Al estar manejando fuentes de datos originalmente destinadas a otros usos, la adecuación a los requerimientos propios se resiente y es necesario acudir a la observación subjetiva para alcanzar la exactitud demandada.

- Primer criterio: Descarte de secciones con uso fundamental no residencial: Como ya se ha comentado anteriormente, la información de usos disponible en los datos obtenidos del catastro ha sido descartada para esta escala de análisis por limitaciones de tiempo. Ante esta falta de información en la cartografía utilizada, se recurre a la observación de las ortofotos disponibles para la localización de aquellas secciones en los que el uso fundamental no es residencial.

Además de las imágenes aéreas, se utiliza como apoyo la selección en GIS de los volúmenes construidos con superficie mayor a 2000 m². Esta selección ayuda a localizar edificios de uso no residencial en el que existen volúmenes uniformes de grandes dimensiones (centros comerciales y naves industriales, por ejemplo).

Más sencillo resulta localizar en las ortofotos aquellas áreas pendientes de completar su desarrollo y edificación que también han sido descartadas por ofrecer sólo información temporal sobre sus características formales. Además, para la siguiente fase de la investigación, en la que se analiza la evolución de las actividades, estas secciones carecen de interés ya que no pueden existir series históricas sobre este punto.



Secciones censales pertenecientes a la periferia construida durante el siglo XX de Córdoba. En color verde oscuro se destaca la selección de barrios para la última escala de análisis

Elaboración propia a partir de datos del Catastro y del INE

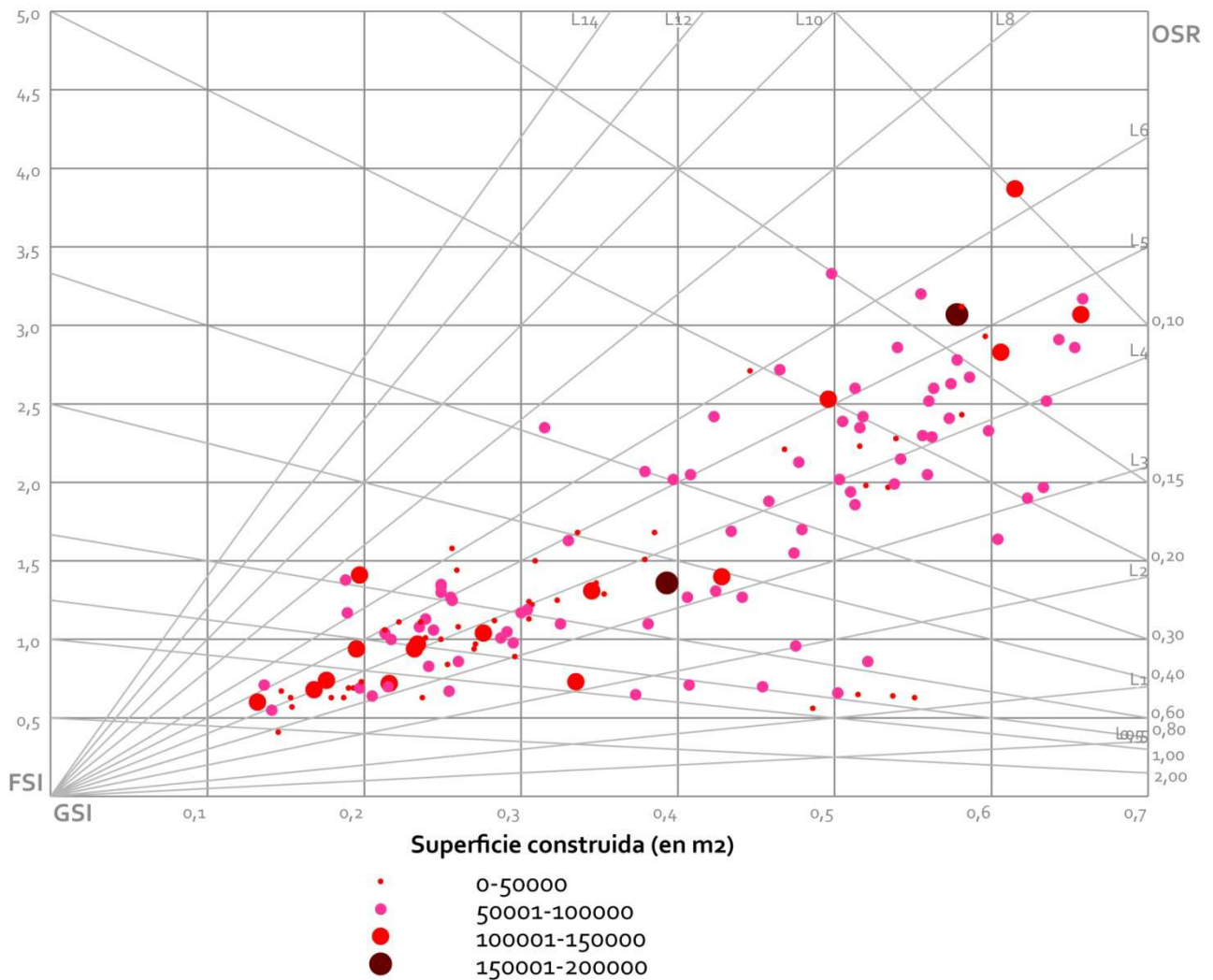
- Segundo criterio: Re-delimitación de los límites de las secciones: En esta escala, a diferencia de las anteriores, sí resulta significativa la delimitación de las secciones censales para la exactitud de los índices de compactidad y densidad. Las secciones censales trazadas por el INE han de cubrir la totalidad de la superficie del término municipal, lo que ocasiona, por ejemplo, que vías de tren o cauces de río, sean incluidos en los límites de alguna sección. Para evitar que estas singularidades ofrezcan un valor alterado de los índices, se delimitan de nuevo las secciones afectadas.

Como los datos de las actividades de cada sección censal serán utilizados posteriormente en la investigación, la nueva delimitación de las secciones no podrá dejar fuera ninguno de los volúmenes originalmente incluidos. Esto puede causar ocasionalmente el descarte de alguna sección.

8.2 Cálculo de valores bGSI, bFSI, bOSR y bL

Los valores GSI, FSI, OSR y L de los barrios se calculan con la superficie construida y la superficie ocupada en cada sección. La superficie total de estudio para esta escala será la de cada sección una vez realizada la delimitación.

En esta escala ya no se obtiene un único juego de valores para cada ciudad, sino que cada sección incluida en la selección tendrá sus propios bGSI, bFSI, bOSR y bL.



Cuadro "spacemate" representando la posición de los barrios analizados de Córdoba y la superficie construida de cada uno de ellos

Elaboración propia.

9 PRÓXIMOS PASOS EN LA METODOLOGÍA

Dentro de esta primera parte de la tesis de clasificación de las formas urbanas empleadas en la periferia del siglo XX en las ciudades de tamaño medio en España, el siguiente paso será establecer unos criterios que permitan obtener una clasificación de la amplia muestra de secciones censales para las que se han calculado sus índices de compacidad y densidad.

Posteriormente se realizará una selección de casos representativos de la variedad tipológica establecida. Esta selección será analizada en la segunda fase de la tesis, en relación a las actividades humanas que suceden en cada tipología y su evolución a lo largo del periodo de estudio que se fije (inicialmente será de 1991 a 2011).

Esta última selección permitirá aumentar la precisión del estudio al reducir el área analizada, como ha venido realizándose en la metodología aquí expuesta.

10 CONCLUSIONES

El desarrollo de esta metodología de análisis formal cuantitativo ha puesto de manifiesto que existe una fuente de datos de todo el territorio nacional, proporcionada por el catastro, que permite hacer un estudio de los índices de densidad y compacidad a gran escala. Siendo este estudio de carácter cuantitativo, se comprueba la posibilidad de realizar comparativas entre los distintos casos.

Es destacable la precisión de los valores obtenidos para esos índices gracias a una descripción minuciosamente detallada de los volúmenes construidos del catastro.

Además, al utilizarse las secciones censales como la menor unidad de estudio, se posibilita poner en relación los valores formales con los resultados de los censos de población y vivienda publicados regularmente por el INE también a escala nacional. La segunda parte de esta tesis se centrará en esa relación.

Por otra parte, la utilización de software GIS, ha permitido el manejo de extensas bases de datos y cartografías de una manera ágil. Cabe mencionar el retraso que supone para el trabajo el que la cartografía del seccionado censal de los términos municipales no se encuentre entre los datos que el INE ofrece de manera abierta y gratuita a la ciudadanía. Los archivos con la división en secciones en formato vectorial pueden ser comprados al INE, por un precio que no se ha considerado proporcionado. Sí son accesibles en formato ráster a través de servicios de WMS.

Por último, durante el desarrollo de este esquema de análisis, se ha intuido que la cartografía catastral proporciona también información suficiente sobre las alturas y los usos de las edificaciones. La primera podría ser útil, por ejemplo, para estudios solares. La segunda, por su parte, para el estudio de la mezcla de usos en un área.

BIBLIOGRAFÍA

AGUADO FERNÁNDEZ, M. D. (Ed.). (2010). *Capitales&Ciudades+100. Información Estadística De Las Ciudades Españolas 2010*. Madrid: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento.

BERGHAUSER PONT, M. (2009). *Space, Density and Urban Form*.

BOYKO, C.T. y COOPER, R. (2011). Clarifying and Re-conceptualising Density. *Progress in Planning*, 76, (September), 1–61.

CANIGGIA, G. y MAFFEI, G.L. (1979). *Composizione Architettonica e Tipologia Edilizia*. Ed. Marsilio. 10th ed. Venecia.

GANAU, J. y VILAGRASA, J. (2003). Ciudades medias en España: Posición en la red urbana y procesos urbanos recientes." En CAPEL, H. (coord.), *Ciudades, Arquitectura y Espacio Urbano*, (37–73). El Ejido: Caja Rural Intermediterránea. Cajamar.

GROPIOUS, W. (1930). *Bauhausbauten Dessau*. München: A. Langen.

LUQUE, J. (1993). Una teoría arquitectónica de la ciudad. Estudios tipológicos de Gianfanco Caniggia, *Revista de Edificación*, 16, 79-84.

MARTIN, L. y MARCH, L. (1975). *La Estructura Del Espacio Urbano*. Barcelona: Gustavo Gili.

MOUDON, A.V. (1994). Getting to know the built landscape: typomorphology. En FRANK, K. A. & SCHNEEKLOTH, L. H. (ed.), *Ordering space: types in architecture and design*, (289-311). New York: Van Nostrand Reinhold.

MURATORI, S. (1960). *Studi per una operante storia urbana di Venezia I*. Ed. Istituto Poligrafico dello Stato. Roma.

PANEARI, P. et al. (1983). *Elementos De Análisis Urbano*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.

VINUESA, J. (1989). La Población De Las Ciudades Medias Españolas. *Urbanismo COAM* , 6, 17–27.

Fuentes electrónicas:

Sede Virtual del Catastro (<https://www.sedecatastro.gob.es/>)