



¿Hacia un sistema de metrópolis españolas policéntricas?: caracterización de su estructura metropolitana

Carlos Marmolejo Duarte¹, Carlos Aguirre Nuñez² y Manuel Ruiz Lineros³

¹Profesor Lector, Centro de Política de Suelos y Valoraciones, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, carlos.marmolejo@upc.edu.

²Estudiante de Doctorado en gestión y valoración urbana, Centro de Política de Suelo y Valoraciones, Escuela técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, carlos.aguirre@upc.edu.

³Estudiante de Doctorado en gestión y valoración urbana, Centro de Política de Suelo y Valoraciones, Escuela técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, manuel.andres.ruiz@upc.edu.

Resumen:

Las metrópolis han sufrido en la última mitad de siglo un proceso de descentralización de la actividad económica y el desarrollo de nuevas centralidades fuera de sus cascos tradicionales. Este proceso, ha permitido la generación de subcentros de actividad, que captan actividad económica de los centros urbanos generando nuevos patrones de ocupación del territorio, que coexisten con los procesos de dispersión.

En esta investigación, mediante el análisis de la densidad de empleo, se caracteriza la estructura policéntrica de 7 áreas metropolitanas españolas: Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao, Sevilla, Zaragoza, y Málaga; en el sentido de identificar la forma en cómo la población y la actividad económica se distribuye en 4 tipos de asentamientos: 1) núcleos centrales de actividad, 2) continuos centrales, 3) núcleos satelitales de actividad, y 4) resto del área metropolitana. Los resultados sugieren que el nivel de policentrismo está asociado a dos factores: el tamaño de los sistemas metropolitanos y la matriz territorial en la que se ubican éstos; así, cuanto más grandes son los primeros y más accidentada es la segunda, el proceso de autoorganización espacial de la economía tiende a generar sistemas policéntricos.

Palabras Clave: Policentrismo, subcentros laborales, metrópolis españolas

Abstract:

The cities have suffered in the last half century a process of decentralization of economic activity and development of new centralities outside their traditional helmets. This process has allowed the generation of sub-centers, that capture economic activity to generate new patterns in the territory, which coexist with the scattering processes. In this research, by analyzing the density of employment, polycentric structure characterized by seven metropolitan areas Spanish: Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao, Seville, Zaragoza, and Málaga, in the sense of identifying how and how people and economic activity is settled in into four types of settlement: 1) nuclei central activity, 2) Central continuous, 3) satellite nucleos , and 4) rest of the metropolitan area. The results suggest that the level of polycentrism is associated with two factors: the size of metropolitan system and the territorial matrix in which are located they, thus, the larger the first and most rugged is the second, the process of spatial self-organization of the economy tends to generate polycentric system.

Key words: Polycentric cities, employment subcentres, Spanish metropolis



1. Introducción: Sobre la emergencia de los sistemas urbanos policéntricos

El desarrollo urbano producido en los últimos decenios ha ido alejando de forma progresiva la estructura urbana de las áreas metropolitanas contemporáneas del modelo estándar de la economía locacional es decir, modelo monocéntrico desarrollado a partir de la aproximación de Von Thünen. Dicho modelo, en la forma dada por Alonso (1964), Muth (1969) y otros, ha sido un instrumento extremadamente fértil tanto por su simplicidad, rigor y elegancia conceptual, como por su capacidad para ser contrastado empíricamente. Uno de sus logros más notables ha consistido en explicar el proceso de descentralización residencial producido en la mayor parte de los sistemas urbanos a partir de los primeros decenios de siglo XX. Sin embargo nada parecido ha sucedido respecto a la localización del empleo, respecto al cual el modelo monocéntrico clásico considera concentrado en torno al CBD. Sin embargo la realidad del desarrollo urbano a partir de la década de los 80 (véase el excelente trabajo de Anas, Arnott & Small, 1998, para un mayor detalle) ha denotado cambios sustanciales en la estructura de las áreas metropolitanas: cambios que no pueden ser explicados por el modelo estándar. Particularmente el policentrismo creciente de las mismas, concentrando el empleo en diversos subcentros, además del CBD, así como la creciente dispersión de la actividad económica en la práctica totalidad del tejido urbano han planteado cambios estructurales en las relaciones económicas que requieren de nuevos desarrollos teóricos, más allá del modelo monocéntrico tradicional. A fin de adaptar dicho modelo a la realidad de los hechos, la literatura teórica (entre otros, Hartwick and Hartwick, 1974; White, 1976; Odland, 1978; von Boventer, 1976; Ogawa & Fujita, 1980; Fujita & Ogawa, 1982; Fujita, 1988; Henderson & Mitra 1996; Anas & Kim, 1996; Krugman 1996; Fujita & Mori, 1997) ha situado en la congestión de los lugares centrales el principal elemento explicativo de la caída relativa de los CBDs, de forma tal que las estructuras urbanas contemporáneas serían el resultado inestable de un conjunto de fuerzas centrípetas y centrífugas, en las que el efecto descentralizador provocado por la congestión (y el recurso estructuralmente escaso que es el suelo) sería sólo parcialmente compensado por las economías de aglomeración. En este contexto dialéctico el predominio de las estas últimas conduciría a la concentración descentralizada del empleo en uno a varios subcentros además del CBD, así como, en el caso de dominio de las economías de desaglomeración, a la dispersión del empleo en el conjunto de la región, dando paso, de esta manera a sistemas metropolitanos policéntricos. Numerosos estudios empíricos han dado fe de esos cambios en la estructura urbana. La inmensa mayor parte de ellos dirigidos al reconocimiento de subcentros y, por tanto, a la tesis “neo”-clásica encaminada a la primacía de las fuerzas de aglomeración en un contexto descentralizado. Muy pocos (Gordon & Richardson, 1996), en cambio, dirigidos a evidenciar el progresivo protagonismo de las fuerzas disgregadoras sobre el empleo y, por tanto, a cuestionar la vigencia de la tesis del policentrismo. En el contexto de las áreas metropolitanas españolas diversos estudios han constatado la existencia del modelo de organización policéntrica aunque con diferentes matices (Muñiz, 2003, Trullen & Boix 2003, Roca *et al.*2010).

1.1. Sobre los métodos para identificar subcentros

En la literatura existen dos familias de métodos para la detección de subcentros laborales. La primera basada en el análisis de la distribución de la densidad (p.e.: puestos de trabajo/superficie urbanizada) y la segunda el análisis de la movilidad (p.e.: residencia-trabajo).

Densidad

La primera familia basada en la densidad es la más extendida, según McMillen (2001) “una definición de trabajo razonable sobre el concepto de subcentros es un sitio con: 1) una densidad de empleo razonablemente mayor que los sitios aledaños, y 2) que tiene una influencia sobre la función de densidad



general [del sistema metropolitano]”. En esta familia 4 son las metodologías principales:

- 1) El primer criterio, sugerido ya por McDonald (1987), consiste en identificar “picos” de densidad de empleo en relación a las zonas contiguas, en este sentido el autor sugiere que un subcentro es un segundo “pico” de densidad tras el CBD. Dicho criterio consiste en analizar, normalmente con el concurso de SIG, la distribución espacial de la función de densidad, destacando los picos locales de empleo como posibles candidatos a subcentro. Gordon, Richardson & Wong (1986) restringieron el número de subcentros a aquéllas zonas con altos *t-values* en un modelo policéntrico de población y empleo; McDonald & McMillen, 1990; Craig & Ng, 2001;
- 2) La segunda aproximación consiste en utilizar un conjunto de umbrales de referencia (*cut offs*) que permitan la identificación de los subcentros. La mayor parte de trabajos basados en este criterio han seguido los pasos iniciados por Giuliano & Small (1991), los cuales utilizaron criterios de masa crítica (10.000 LTL), y de densidad (10 empleos por acre, unos 2.500 empleos por km²) para la definición de los subcentros; según McMillen (2001), la elegancia de estos umbrales radica en el conocimiento cualitativo de la realidad metropolitana que les da soporte, además de que *permite el análisis histórico de la estructura de subcentros*; los referentes de este método son: Song, 1994; Cervero & Wu, 1997; McMillen & McDonald, 1997; Bogart & Ferry, 1999; Anderson & Bogart, 2001; Shearmur & Coffey, 2002; García-López (2007); Readfearn (2007);
- 3) Desde una perspectiva de mayor rigor estadístico, un tercer conjunto de trabajos ha buscado la identificación de los subcentros mediante la utilización de métodos paramétricos, y muy especialmente el análisis de los residuos en una función densidad de empleo exponencial negativa. McDonald & Prather (1994) ensayan un modelo de regresión basado en el modelo exponencial negativo, delimitando los subcentros mediante el análisis de residuos positivos, superiores al 95% de confianza, de la ecuación de regresión. McMillen, 2001. McDonald (1987); McDonald & McMillen (1990); sin embargo, como el propio McMillen (2003) lo reconoce una de las limitaciones de los modelos paramétricos es la mayor dificultad para comparar los resultados entre ciudades, al contrario de lo que ocurre con los umbrales de Giuliano y Small (1991);
- 4) La cuarta aproximación utiliza métodos no paramétricos, como la *locally o geographically weighed regression* (L o GWR), para la identificación de “picos” locales de densidad de empleo. Desde esta perspectiva la estimación no paramétrica de la densidad de empleo se produce localmente, lo que permite adaptar la identificación de subcentros a la realidad espacial de la estructura urbana. McMillen (2001), Craig & Ng, 2001; Readfearn, 2007, Roca *et al* 2010.

Se ha trabajado con la densidad que generan los flujos de compradores para detectar subcentros comerciales mediante el uso de métodos paramétricos (Ruiz y Marmolejo, 2008). Sin embargo, una de nuestras principales críticas a esta familia de métodos, es el tratamiento agregado de la densidad, que no permite distinguir la densidad que se genera por los trabajadores (*commuters*) que llegan desde otros municipios, de aquella densidad endógena que se genera por la población ocupada que se queda a trabajar en el mismo municipio (*resident workers*); por esta razón no se puede, mediante este tratamiento agregado de la densidad, distinguir los municipios que son densos porque atraen un flujo importante de trabajadores pero a la vez retienen una cuantía importante de sus trabajadores residentes (subcentros maduros y estructuran el territorio), de aquellos que son densos sin atraer prácticamente flujos (p.e.: un cuartel militar, es decir, accidentes de densidad sin relaciones estructurantes con su alrededor) ni de aquellos que son densos sin tener o retener a su población ocupada residente (p.e.: un polígono industrial, subcentros emergentes). Por esta razón, uno de los trabajos previos (CPSV, 2008) ha consistido en desarrollar métodos con medidas compuestas de densidad a partir de los flujos entrantes, de los flujos retenidos, para intentar establecer una primera caracterización de los subcentros.



Funcional

La segunda familia de métodos parte del entendimiento que un subcentro, no sólo es un punto en el espacio metropolitano especialmente denso, sino y sobre todo, que es capaz de dar cohesión y estructura al territorio que lo rodea. *Nuestro grupo de investigación ha desarrollado metodologías novedosas en esta segunda línea.* Los trabajos de Bourne (1989); Gordon & Richardson (1996); Burns, Moix & Roca (2001) y Roca; Marmolejo y Moix (2010) son algunos referentes en este ámbito. Según estos últimos autores, mediante el análisis de la interacción que se genera entre los diferentes municipios, y en concreto del índice o valor de relación de Coombes y Openshaw (1982), es posible encontrar aquellas áreas cohesionadas por relaciones funcionales más potentes (protosistemas), de manera que el municipio con mayor masa crítica y densidad de este conjunto (protosistema), es asimismo, el que posee las relaciones más intensas con el resto, es decir, un subcentro. Se trata, por tanto, de un proceso de delimitación de abajo hacia arriba, en dónde primero se establece el área de influencia, y en seguida, se detecta el punto que irradia dicha influencia (i.e. que atrae proporcionalmente más flujos de personas).

1.2. Sobre la caracterización y las relaciones de jerarquía entre los subcentros

O'Sullivan (2007) al sintetizar el trabajo realizado por Anas, Arnot & Small (1998), Sivitaniodu(1996), Mc Millen(1996) y Schwartz (1992), sugiere que los subcentros no sólo aglutinan a una cantidad importante de trabajadores, sino que también están altamente especializados indicando de esta forma la presencia de economías de localización. De manera que la caracterización de la estructura económica deviene en una tarea fundamental en el proceso de identificación de subcentros; máxime cuando en la literatura, con la excepción del trabajo de Sheamur y Coffey (2002), sobre la localización de servicios avanzados, la identificación de subcentros suele realizarse a partir de los datos de puestos de trabajo totales (i.e. sin identificar tipos de actividad). Uno de los trabajos de referencia en la caracterización de los subcentros es el realizado por Giuliano y Small (1991), sobre la base de un análisis multivariante (clúster) aplicado a datos de empleo localizado. De esta manera, los autores identifican 5 tipos de subcentros para el Área Metropolitana de Los Ángeles:

- 1) Los Industriales mixtos, donde se destacan las zonas aledañas a Aeropuertos y Nodos de transporte, que generan actividad industrial, pero a su vez otros tipos de servicios;
- 2) Los de servicios mixtos, que tienden a ser similares a CBD, dotados gran cantidad de servicios y muchas funciones que los hacen independientes del CBD,
- 3) especializados en manufacturas, aquí se incluyen las zonas antiguas de manufacturas y las de la industria aeroespacial, cercanas a los aeropuertos de los Ángeles,
- 4) especializados en entretenimiento, incluyendo a las áreas propias de los sectores de entretenimiento, televisión, cine, etc.; y
- 5) los especializados en servicios personales, en los que existen hospitales, entretenimiento como centros comerciales y zonas de educación.

Por otra parte, McMillen y McDonsals (1998) han identificado cuatro tipos de subcentros para Chicago, organizándolos como:

- 1) zonas industriales;
- 2) antiguas ciudades satélites,
- 3) mixtos de nueva industria y comercio al por menor; y
- 4) de servicio y comercio al por menor.

Desde la vertiente más cualitativa, Garreau (1991) define a las "edge cities" como subcentros que por característica principal tienen la de albergar actividades económicas con empleo cualificado, que a su



vez, demanda servicios y productos especializados, como por ejemplo, los culturales. Sin embargo, la influencia de un subcentro sobre el resto del área urbanizada no sólo depende de su densidad y carácter, también del posicionamiento que tenga dentro del conjunto de subcentros del sistema metropolitano, es decir, de su jerarquía.

Desde la perspectiva de las relaciones jerárquicas entre los subcentros existen tres líneas claramente diferenciadas:

- 1) la primera es la más simple, en tanto que se basa únicamente en el análisis de la masa de población o actividad económica localizada, estableciendo, arbitraria o estadísticamente, rangos de corte (CPSV, 2005);
- 2) la segunda tiene una íntima relación con la teoría del lugar central; y
- 3) la tercera, con las vinculaciones funcionales entre los diferentes subcentros. Christaller (1933); Lösch (1941), Berry y Garrison (1958), Somea (1973, 1987), Philbrick (1957) y Borchet (1963) son algunos referentes del tercer método, en donde la jerarquía está determinada por el nivel de especialización de los bienes y servicios que se distribuyen en los subcentros.

De manera que aquellos especializados en productos/servicios con una demanda rígida a la variación del precio, devienen en subcentros de mayor jerarquía en relación a aquellos especializados en productos/servicios con una demanda flexible a la variación del precio. Como se ve, se establecen de manera simultánea, subcentros y áreas de mercado. Desde una perspectiva cualitativa el urbanista Melvin Weber (1964) ha propuesto una aproximación similar al aportar criterios para la detección de redes locales e locales, que se suscitan en áreas geográficas de diferente magnitud, y relación de jerarquía; la tercera línea tiene relación con los vínculos de interdependencia que se generan entre los subcentros, ya sea entre los diferentes sectores del mismo mercado laboral (i.e. diferentes empresas) Camagni (2005); o entre los mercados residencial y laboral (i.e. decisiones locativas del sitio en el que trabajan las personas y el sitio en el que viven). En este último sentido Roca y Moix (2005) han diseñado modelos iterativos de agregación de municipios basados en el análisis de los flujos pendulares residencia-trabajo.

1.3. *Sobre la influencia de los subcentros en la eficiencia de la urbanización y en la renta del suelo*

De acuerdo con la definición de McMillen (2001) la segunda condición necesaria que ha de cumplir un presunto subcentro es influir en la densidad de las localizaciones aledañas. Por esta razón, en su método de dos pasos, una vez detectados los presuntos subcentros, se estudia si éstos tienen una influencia estadísticamente significativa sobre la densidad de los municipios aledaños (Muñiz, 2003). Visto desde la perspectiva de la eficiencia de la urbanización la potencial influencia de un subcentro sobre la densidad del entorno, podría ser un indicador del consumo de suelo per cápita. De manera que un área policéntrica tendría que estar formada por áreas densas en torno a los subcentros; al margen que estos en sí mismos, optimizarían el consumo de este bien escaso. En esta misma línea ha ido el trabajo de Bertaud (2002), en el sentido de sugerir diferentes sistemas de transporte para diferentes estructuras metropolitanas y densidades de las mismas. Por otra parte, las estructuras policéntricas, al presentar más oportunidades de trabajo a lo largo del sistema metropolitano son, asimismo, potencialmente sostenibles en relación a los sistemas urbanos monocéntricos al acortar y reducir los viajes pendulares (O'Sullivan, 2007). En España, Roca *et al.* (2001) han documentado cómo, en Madrid, un sistema acusadamente monocéntrico, la distancia media recorrida por los trabajadores es de 10,6 km, mientras que en Barcelona, un sistema con una tendencia policéntrica es significativamente menor y equivalente a 6,7 Km; en este sentido, hace falta controlar las diferencias en la forma, extensión y nivel de continuidad de la urbanización para garantizar que efectivamente la variación en la distancia recorrida



por los trabajadores se debe a las diferencias en el nivel de policentrismo. Como se ha dicho antes, el principal modelo de la economía urbana, para estudiar la distribución de: la densidad, los usos del suelo y su renta es la teoría de la renta ofertada o “bid rent” (Fujita, 2000). Popularizado por Alonso (1964), pero originalmente trasladado por Hurd (1903) del modelo agrícola de von Thünen (1826), este modelo tiene uno de sus pilares en el intercambio o *trade off* que se genera entre los costes de transporte y la renta que se transfiere al suelo en forma de un pago periódico, cuya capitalización, es un referente del precio de mercado. En este sentido Redfearn (2006) ha documentado la emergencia de los gradientes de renta en los sistemas metropolitanos en transición del comunismo al capitalismo; usando como caso de estudio Cracovia, ha arguido que la progresiva desaparición de la subvención del transporte público tuvo como consecuencia la emergencia del gradiente-renta del suelo, en tanto los hogares, progresivamente tuvieron que soportar los costes de transporte. Sin embargo la emergencia de los sistemas policéntricos, y otros factores, parecen haber puesto en crisis el modelo de *trade-off* monocéntrico como lo han documentado en Nueva York y Chicago Heikkila *et al.* (1989). En sus modelos, la importancia de la accesibilidad al CBD pierde importancia para los diferentes cortes transversales realizados a lo largo de 65 y 150 años respectivamente; “lo cual puede indicar el incremento de complejidad en el desarrollo de los mercados de suelo a lo largo del tiempo [subcentros]. Dichos cambios podrían incluir, por ejemplo, el desarrollo de equipamientos e infraestructuras que podrían haber influenciado a los valores, así como el desarrollo de nuevos nodos de empleo” Dale-Johnson & Bzreski (2001).

En un escenario policéntrico uno de los trabajos más destacables que se ha realizado en relación a los gradientes de la renta del suelo es el de Redfearn (2007). Mediante un modelo de precios hedónicos, en el que se han controlado el resto de atributos que condicionan el valor del suelo (i.e.: externalidades urbano-ambientales, estructura social y la accesibilidad al CBD) el autor propone el análisis de los residuos como medio para detectar subcentros. *Sin embargo nuestro grupo de investigación no tiene claro hasta qué punto la influencia de los subcentros está ligada únicamente con la distribución de los valores (gradientes).* Si desde una perspectiva cualitativa, y tras haber caracterizado al CBD y a los subcentros (i.e.: establecido el nivel de servicios y las oportunidades de empleo por tipos), resultase que estos fuesen diferentes entre sí, sería esperable que el acceso a ellos tendría que tener un gradiente diferente para cada uno y también diferente con el CBD; de manera que podrían establecerse submercados en su entorno. Por tanto, un sistema cualitativamente policéntrico no tendría que influenciar únicamente el manto de precios de suelo, sino también, la forma en cómo se estructuran los submercados.

En las áreas metropolitanas españolas Roca (1986) ha propuesto modelos de precios hedónicos para estudiar la importancia, sobre la formación de la renta del suelo, de los factores relacionados con las externalidades, la accesibilidad al CBD y la jerarquía social; sin embargo, no ha incluido explícitamente la existencia de subcentros.

1.4. Aspectos de la investigación.

En una primera instancia, este trabajo forma parte de una investigación mayor que pretende establecer la evolución de las estructuras urbanas de las metrópolis españolas. Se ha elegido las ciudades de Madrid, Barcelona, Bilbao, Málaga, Sevilla, Valencia y Zaragoza para establecer la evolución de sus estructuras urbanas establecidas por los núcleos o concentraciones de puestos de trabajo. En ese sentido, la investigación presenta sus primeros resultados en este artículo, una primera aproximación metodológica de identificación de estructuras urbanas y su análisis en el tiempo.

Esta aproximación se basa en un método de tres etapas, la delimitación de la ciudad funcional, la identificación de núcleos o concentraciones de puestos de trabajo esta ciudad funcional y por último, la



identificación morfológica de los continuos urbanos. El trabajo termina posicionando cada área metropolitana en un modelo conceptual que tiene en un eje el nivel de dispersión de la actividad económica y en otro el nivel de policentrismo.

La información utilizada en este trabajo son los datos de los Lugares de Trabajo Localizados (LTL) del censo de 2001 y 1991 como un indicador de la localización del empleo, los usos del suelo del proyecto europeo de teledetección Corine Land Cover en los años 2000 y 1991.

2. Aproximaciones a la identificación de estructuras policéntricas en ciudades españolas.

2.1 Delimitación de la ciudad funcional

Para identificar la ciudad funcional existen en la literatura diferentes metodologías que delimitan la ciudad por aspectos disímiles. En común, todas buscan establecer los municipios que presentan una relación intrínseca de tradición, comunicación, viajes de trabajo o de compras con miras a delimitar el sistema interrelacionado de municipios, este sistema presenta varios nombres, como región urbana funcional, (FUR, en su acrónimo en inglés), áreas urbanas, sistemas metropolitanos, por ejemplo. Para efectos de esta investigación, se denominarán áreas metropolitanas funcionales.

Las principales metodologías que se han aplicado en metrópolis españolas son:

1. GEMACA (1996)

A Municipios contiguos o limítrofes que envían más del 10% de su POR a la aglomeración económica principal, definida esta como la suma de los municipios contiguos que tienen una densidad de LTL superior a 7 LTL/ha y una masa superior a 20.000 LTL.

2. Estudio sobre la delimitación de áreas metropolitanas Roca, Moix, Burns (1998)

Sistema de cuatro iteraciones en el cual un municipio ha de enviar el 15% de su POR al área definida en la iteración anterior, iniciando estas en un municipio de más de 50.000 habitantes.

Definición del núcleo central (central core): una ciudad (central) de al menos 50.000 habitantes más los municipios contiguos que envían al menos el 15% de su commuting total (interno y externo) a esta ciudad, además de aquellos municipios que queden contenidos (envueltos) por los municipios anteriores. Posteriormente se forma la corona metropolitana: municipios que envían al menos el 15% de su commuting al núcleo central. El proceso se realiza cuatro veces, tomando cada vez como núcleo el resultante del proceso anterior, tal que: (1) primera iteración = núcleo central + municipios que le envían al menos el 15% de su commuting; (2) segunda iteración = primera iteración + municipios que le envían al menos el 15% de su commuting; (3) tercera iteración = segunda iteración + municipios que le envían al menos el 15% de su commuting; (4) cuarta iteración (final) = tercera iteración + municipios que le envían al menos el 15% de su commuting. En la cuarta iteración pueden aplicarse también criterios de densidad.

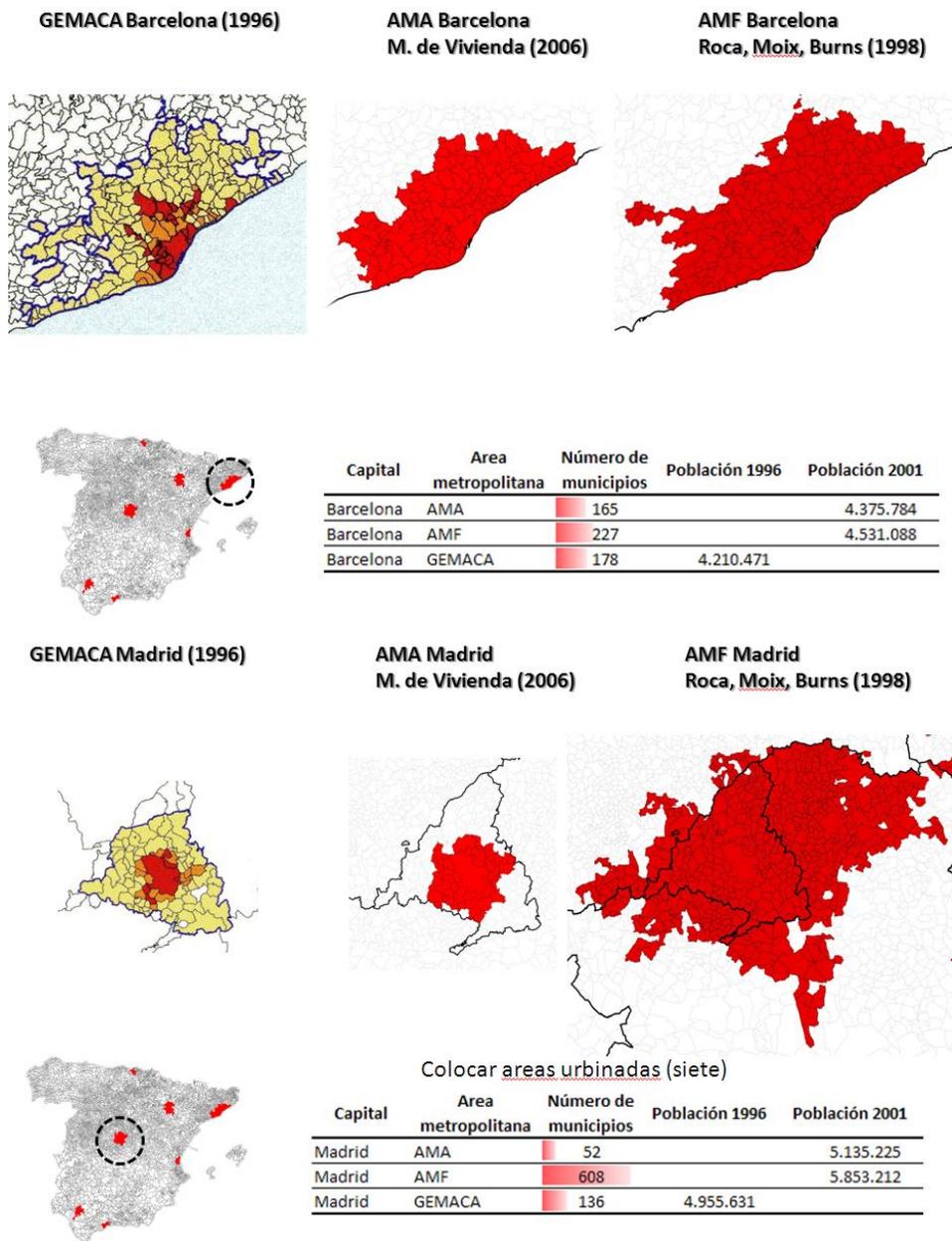
3. Atlas estadístico de las áreas urbanas de España del Ministerio de Vivienda (2006)

Agrupación de municipios de acuerdo a criterios estadísticos interrelacionando distintos tipos de variables (físicas, socio-económicas y jurídicas). Estas variables son: Población (volumen de población, densidades municipales, dinámicas demográficas a corto y largo plazo, población ocupada por sectores, estructura de población; Vivienda (dinámica del parque de vivienda en los últimos 30 años, viviendas); Estructura territorial y dinámicas urbanas (ortofotos, mapas de usos del suelo, clasificaciones y calificaciones urbanísticas, bases topográficas, y documentación procedente de otras entidades administrativas); y por último datos sobre redes de transporte

existentes y planificadas. por uso, tipología de edificios por plantas, dinámica de visados de obra, y precio de la vivienda).



Figura 1
Áreas metropolitanas de Barcelona y Madrid. Según las diferentes clasificaciones



Fuente elaboración propia en base a INE, Ministerio de Vivienda y Roca (2003)

En la figura 1, se muestra los resultados de las tres metodologías para el área metropolitana de Barcelona y Madrid, donde se observa esta diferencia en la cantidad de municipios y la superficie que abarcan. Estas clasificaciones, resultan muy diferentes en las áreas metropolitanas que delimitan en

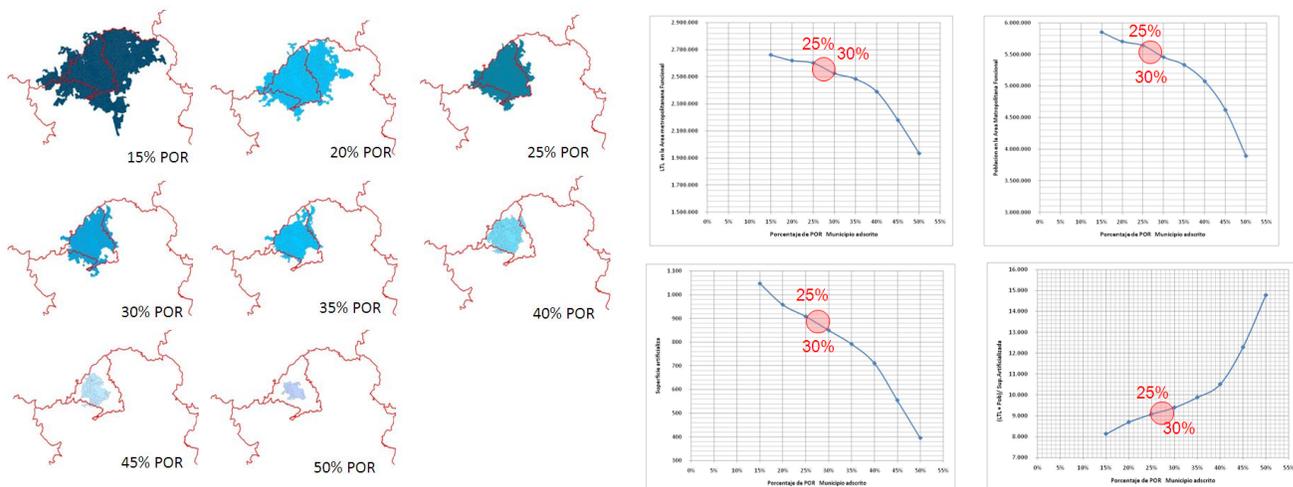
algunas metrópolis. Por esta razón, en esta investigación se ha usado un sistema propio de delimitación, a partir del método adaptado de la Oficina del Censo Norteamericano para España por Roca et al (1998).

En síntesis el método utilizado en esta investigación se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Determinar el municipio central, de la misma forma de Roca (1998).
2. Establecer las coronas, iterando el porcentaje de la POR que es enviado al núcleo central o corona anterior en rangos de 5%(por ejemplo, partiendo del 15%, se itera y obtiene una corona de cuatro iteraciones, después de repite el procedimiento para el 20% y así sucesivamente hasta llegar al municipio central o hasta el 50% de la POR). Nótese que cuanto más alto es el porcentaje de la POR, más restrictiva es la inclusión de los municipios al área metropolitana y por consiguiente es de menor tamaño.
3. Se definen sistemas metropolitanos funcionales, donde se calcula para cada área metropolitana la cantidad de LTL, población residente, cantidad de suelo artificializado (CORINE) y las densidades de trabajadores y población. Estos resultados se comparan para establecer donde se producen los mayores cambios, eligiéndose ese rango para realizar nuevas iteraciones, con una precisión en este caso no del 5% sino del 1% de la POR enviada al núcleo central o corona anterior (figura 2).
4. Se iteran de la misma forma que antes (4 veces cada porcentaje y con el porcentaje variable), solamente que en rangos de un 1% de variación de la POR, en los rangos donde existió mayor cambio en las variables, definiéndose nuevos sistemas metropolitanos. Y nuevamente se comparan los nuevos sistemas metropolitanos delimitados (figura 3).
5. Se analiza la contigüidad de los municipios, sacando los municipios no contiguos a la región definida como así, la conectividad por carreteras principales.

Por ejemplo, en Madrid, como se muestra en la figuras 2, 3 y 4, se observa el corte de porcentaje de POR en el 25%, dado que en este punto existe una inflexión, es decir, que a partir de dicho punto la inclusión de más municipios tiene una aportación marginal a la superficie de suelo urbanizada, población y empleo, y por tanto, su inclusión en la FUR no queda justificada.

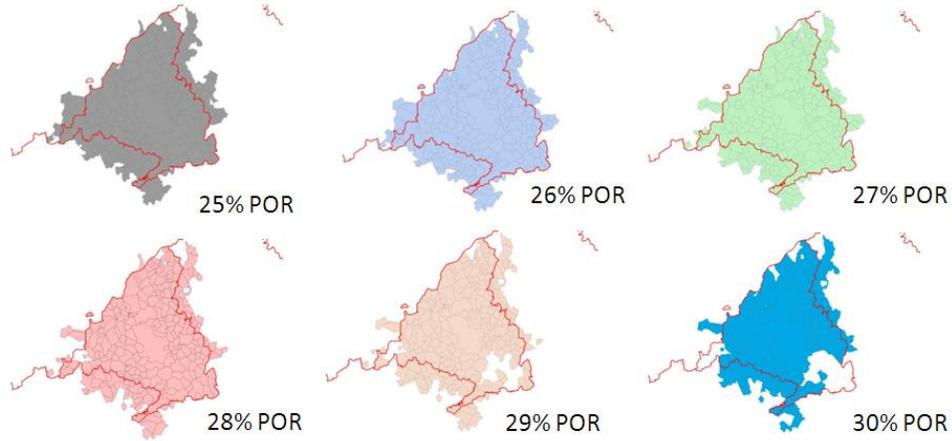
Figura 2
Ejemplo delimitación del Área Funcional de Madrid.





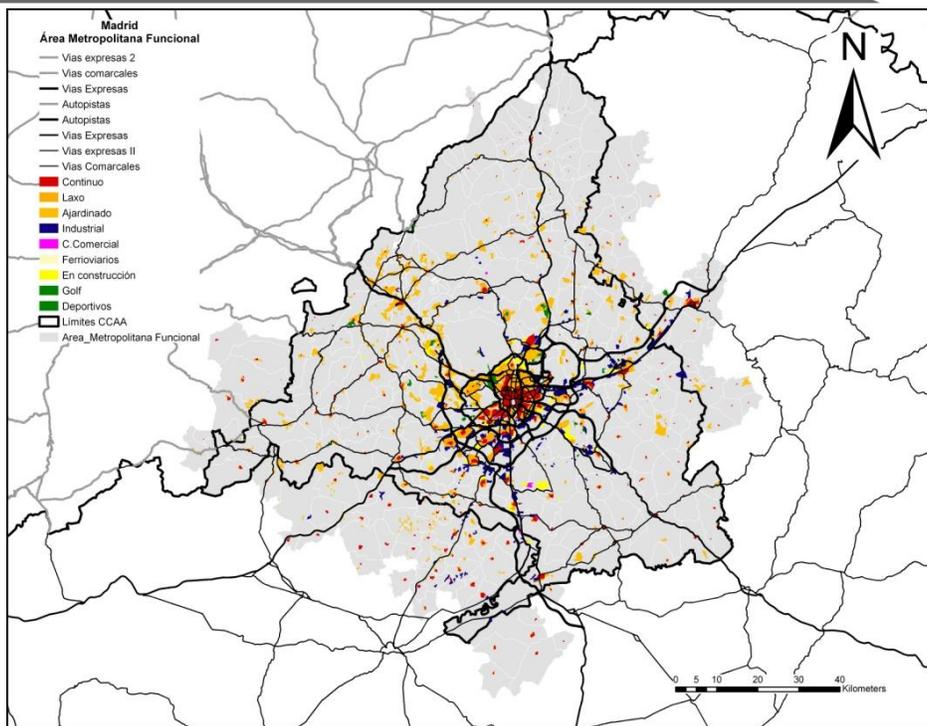
Fuente: Elaboración propia en base a datos de INE.

Figura 3
Ejemplo delimitación del Área Funcional de Madrid



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INE.

Figura 4
Área Funcional de Madrid vinculación
del 25% de la POR, en cuatro iteraciones, continua y conectada



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INE, Corine y tele atlas

2.2 Identificación de núcleos de empleo

Una vez establecidas las áreas funcionales de las siete metrópolis españolas ya nombradas, se procede a identificar los núcleos de empleo, definidos según la metodología de los “cut off” de identificación de subcentros, en considerando los límites de García López (2007), siendo núcleos los municipios que cuenten con más del 1% de los LTL del área metropolitana funcional, además contar con una densidad superior a la media de ella. Por ejemplo, en Barcelona, para el año 1991, se identifican núcleos que se encuentran por arriba de ambos límites (Figura 4 y tabla 1).

Figura 4

Municipios de Barcelona, según cantidad y densidad de LTL.(1991)

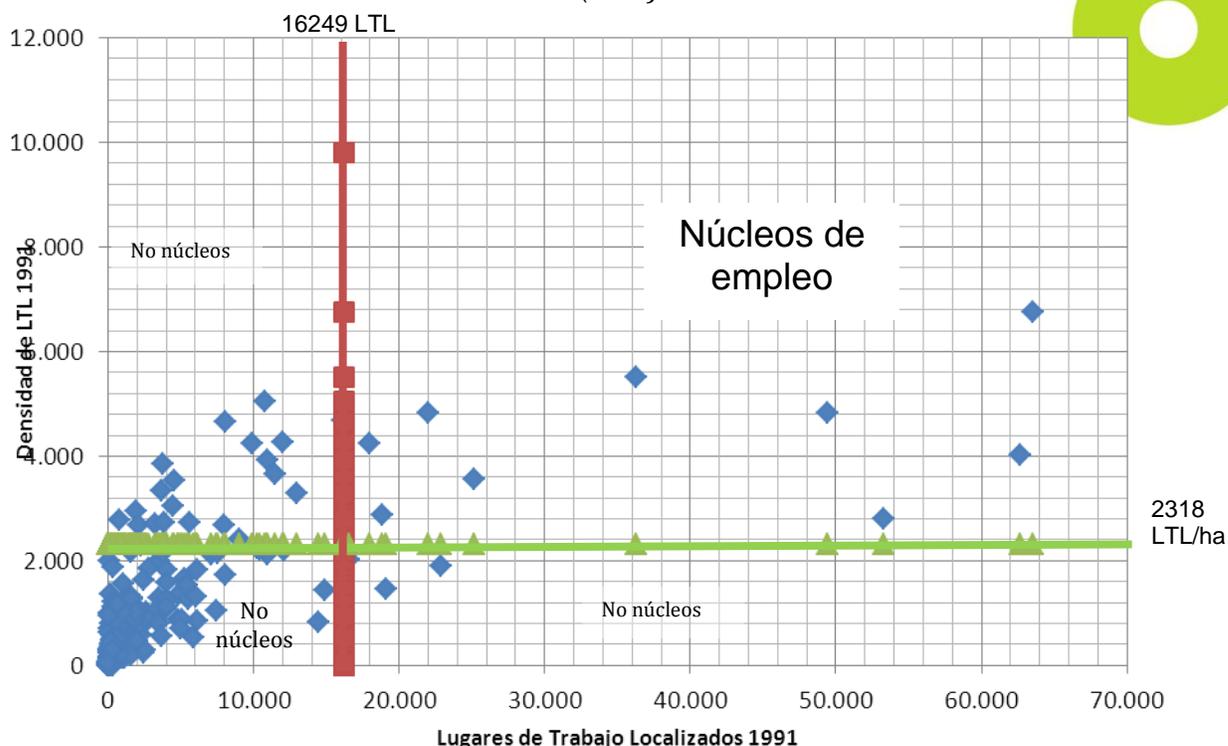


Tabla 1
Núcleos identificados por "cut off" en Barcelona para 1991

Código INE	Municipio	LTL	Población	Superficie	Densidad de LTL
08015	Badalona	49464	218725	10,26	4821
08073	Cornellà de Llobregat	22014	84927	4,57	4817
08096	Granollers	25115	51873	7,08	3547
08101	Hospitalet de Llobregat (L')	63552	272578	9,40	6761
08121	Mataró	36305	101510	6,59	5509
08187	Sabadell	62641	189404	15,59	4018
08200	Sant Boi de Llobregat	18817	77932	6,52	2886
08245	Santa Coloma de Gramenet	17930	133138	4,23	4239
08279	Terrassa	53316	158063	18,96	2812
08019	Barcelona	761165	1643542	77,69	9797

Fuente: Elaboración propia en base a INE

Se repite el procedimiento para las distintas áreas metropolitanas funcionales, estableciendo los núcleos de empleo. Sin embargo, por problemas de información, no se ha podido calcular los LTL del año 1991, para las AMF de Madrid, ya que no existe dicha información, como asimismo, no existe de la AMF de Zaragoza. Los resultados se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2
Cantidad de núcleos identificados por "cut off" en las metrópolis estudiadas, Año 2001



Nombre	Cantidad Municipios	Núcleos de empleo
Barcelona	223	11
Bilbao	70	5
Madrid	255	9
Málaga	24	2
Sevilla	60	4
Valencia	101	10
Zaragoza	25	1

Fuente: Elaboración propia en base a INE

Tabla 3

Cantidad de núcleos de empleo identificados por "cut off" en las metrópolis estudiadas, Año 1991

Nombre	Cantidad Municipios	Núcleos de empleo
Barcelona	223	10
Bilbao	70	6
Málaga	24	2
Sevilla	60	1
Valencia	101	8

Fuente: Elaboración propia en base a INE

Tabla 4

Cantidad de núcleos identificados por "cut off" en las metrópolis estudiadas, Año 2001

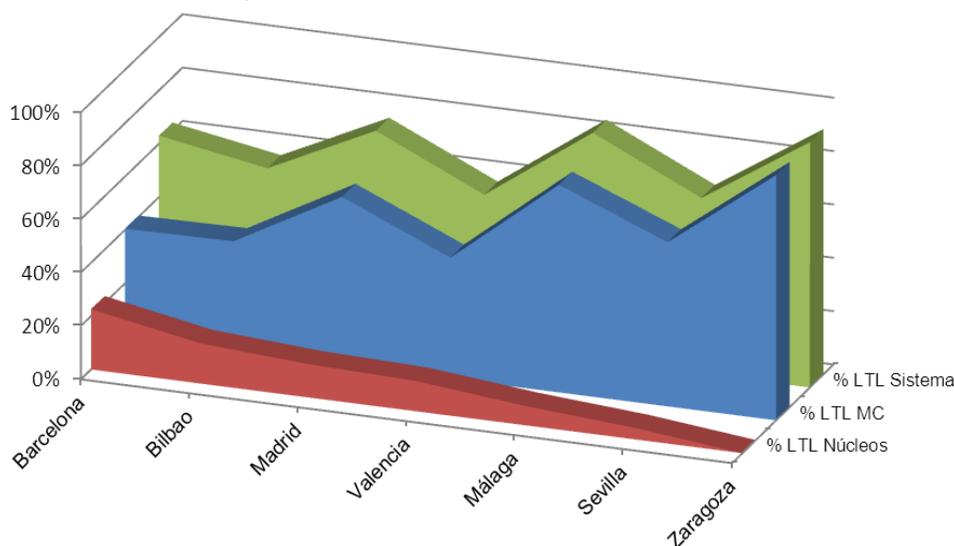
Nombre	Cantidad Municipios	Cantidad Núcleos	LTL AMF	LTL Municipio central (1)	LTL Núcleos (2)	LTL MC + N (1)+(2)	% LTL MC	% LTL Núcleos	% LTL MC + N
Barcelona	223	10	2.035.290	823.952	460198	1.284.150	40%	23%	63%
Madrid	255	9	2.602.246	1.635.139	324397	1.959.536	63%	12%	75%
Bilbao	82	5	396.255	162.416	59815	222.231	41%	15%	56%
Zaragoza	25	0	277.777	255.199	0	255.199	92%	0%	92%
Málaga	24	1	258.112	200.777	18684	219.461	78%	7%	85%
Valencia	141	8	715.451	324.043	80993	405.036	45%	11%	57%
Sevilla	60	3	482.974	296.861	21080	317.941	61%	4%	66%

Fuente: Elaboración propia en base a INE

Al analizar los indicadores de LTL 2001 para los municipios de centrales, el total de la AMF, figura 5, se observa el peso relativo del municipio central y de los núcleos en el total del sistema. En ese sentido, Zaragoza, que no presenta ningún núcleo en su AMF, concentra en su municipio de cabecera casi el 100% de los trabajadores, al contrario de Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia donde los núcleos cuentan con más del 10% de los trabajadores del sistema. Al espacializar la información, se observa que muchos de los núcleos en estas metrópolis, (por ejemplo Barcelona y Madrid, en la figura 6) se

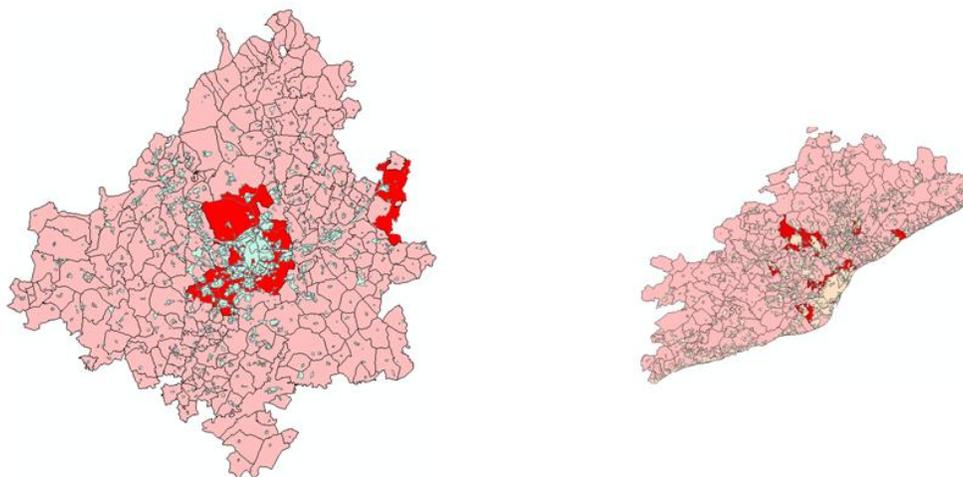
encuentran próximos a los municipios de centrales, por lo cual cabe la duda si son efectivamente entidades diferentes o son parte la conurbación o continuo urbano del municipio central.

Figura 5
Cantidad de LTL en la AMF y en municipios cabecera por cada AMF estudiada en el año 2001



Fuente: Elaboración propia en base a INE

Figura 6
Mapa de Núcleos en las AMF de Madrid y Barcelona



Fuente: Elaboración propia en base a INE

2.3 Determinación de los continuos urbanos

Dada la proximidad de los núcleos identificados al municipio central, resulta necesario establecer los continuos urbanos que rodean a los municipios centrales, para así diferenciar los núcleos que están efectivamente fuera de él. Para identificar estos continuos urbanos, se tomaron los polígonos de suelo

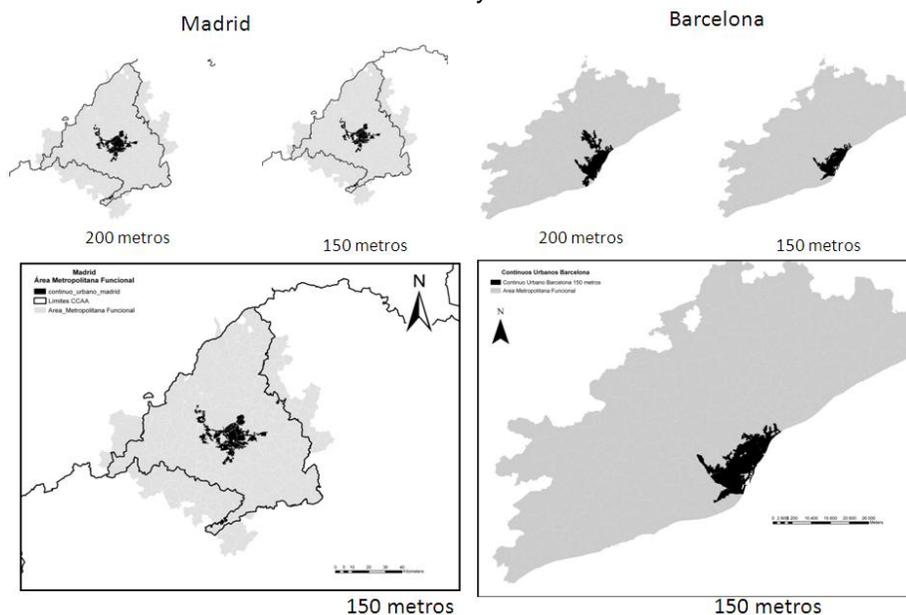


artificializado del Corine Land Cover, en su código 1 (superficie artificializada), para los años 1990 y 2000, los cuales se trataron de la siguiente forma:

- 1.- Se construyó una base gráfica con los usos urbanos, eliminando las carreteras, y manteniendo cuidado con los parques, infraestructuras (aeropuertos civiles y militares) y áreas verdes que no generan contigüidad, o que efectivamente contribuyan al continuo urbano.
- 2.- Se establecen las continuidades en rangos desde 50 hasta los 200 metros, partiendo de la definición del censo americano.
- 3.- Se identifica la zona artificializada continua desde el municipio central de la AMF.
- 4.- Se analizan los resultados observando la continuidad de las nuevas áreas, e identificando irregularidades respecto a la realidad, contrastando con una foto aérea del mismo periodo (2001 y 1991, cuando exista) (Mediante Google Earth, por ejemplo).
- 5.- Se establece en criterio asignar el municipio al continuo, este debe contar a lo menos con un 50% de su superficie artificializada en continuidad con el municipio central.

A nivel de ejemplo, se muestran los continuos para 150 y 200 metros en el caso de Madrid y Barcelona (figura 6).

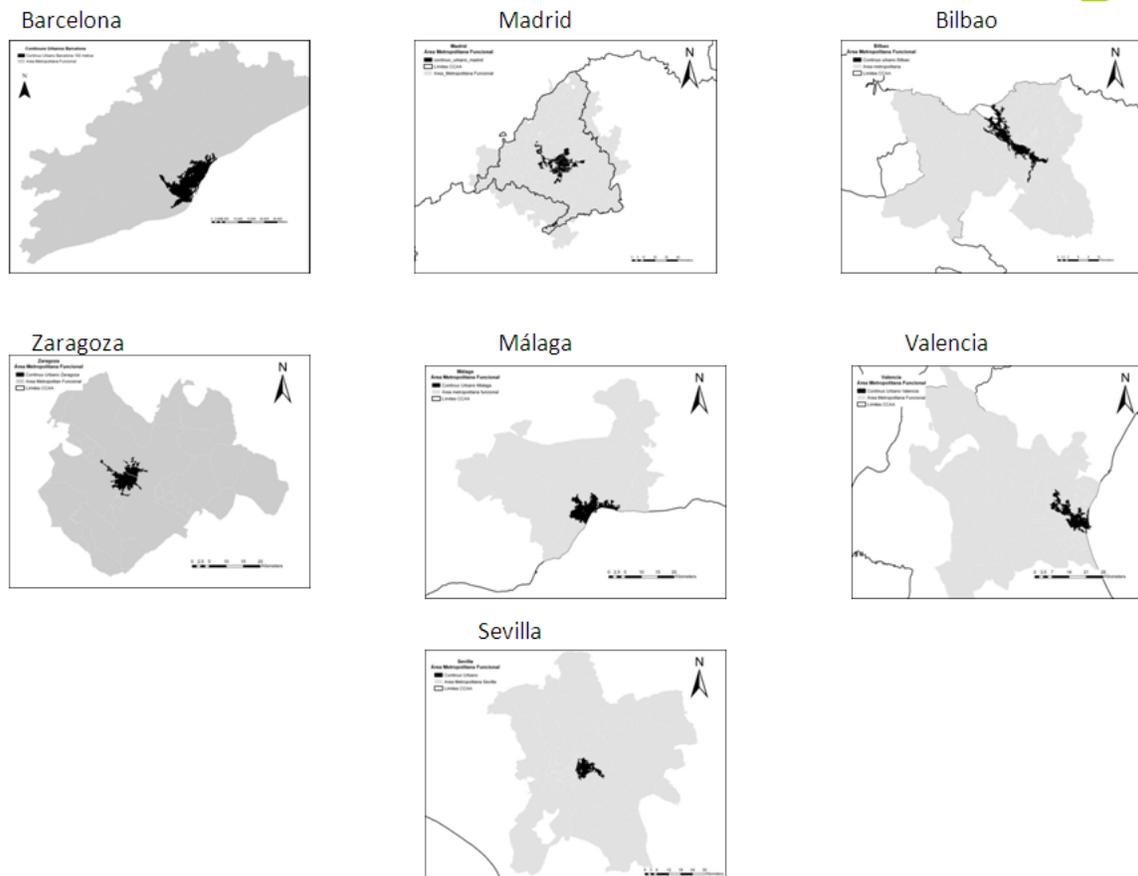
Figura 6
Continuos identificados según morfología, distancia entre superficie artificializada para Barcelona y Madrid



Fuente: elaboración propia en base a Corine Land Cover.

En la figura 7, se muestran los resultados de para las 7 AMF en estudio. Lo que permite clasificar los núcleos dada su ubicación fuera del continuo o fuera de él. Así se presenta una primera aproximación al policentrismo de cada área metropolitana.

Figura 7
Continuos urbanos para las diferentes áreas metropolitanas



Fuente: elaboración propia con base en los datos del Corine Land Cover.

3. Resultados y discusión

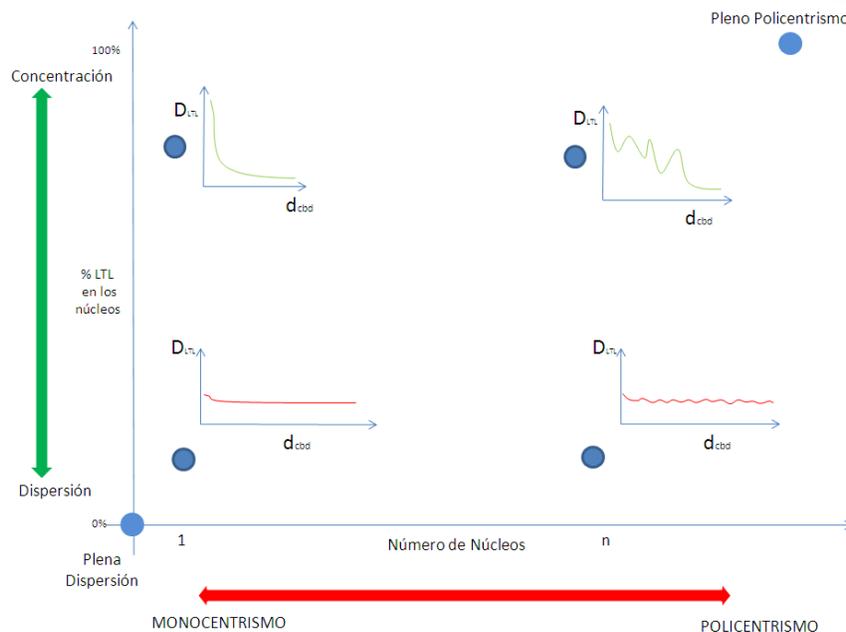
3.1 Resultados por área metropolitana funcional

Los principales resultados sobre el policentrismo de las AMF españolas se puede establecer una categoría de núcleos fuera del continuo del municipio central, lo que podrían asemejarse a los definidos en la literatura como subcentros, presentando una lógica de policentrismo. Es por eso que el marco de análisis se expresa en la figura 8, donde se muestra hipotéticamente un espacio coordinado donde cada AMF tiene como coordenadas, el número de núcleos y el porcentaje de los LTL del sistema de núcleos más el municipio central sobre el total del sistema. En ese sentido, cuanto mayor es el número de núcleos de LTL más policéntrica debe ser el AMF.

En la coordenada de máximos centros y máximos porcentajes en los núcleos, se posiciona el hipotético pleno policentrismo, al igual que en mínimo de ambos ejes, donde estaría la hipotética Plena Dispersión. En términos intermedios, podemos encontrar áreas metropolitanas con diferentes perfiles de densidad como se presentan en la figura 8.

Con este marco conceptual se han posicionado las AMF en estudio y se analiza su evolución en el periodo 1991-2001.

Figura 8
Modelo conceptual



Fuente: Elaboración propia en base

En el año 2001, (tabla 5 y figura 8 Cabe destacar que en la figura 8, el diámetro de la esfera representa el porcentaje de LTL que se encuentran en el continuo) Barcelona es sin duda una metrópolis policéntrica, y de la misma forma que Valencia y en menor medida Madrid. Sevilla es un caso especial, dado que los municipios que son núcleos y están fuera del continuo, son muy próximos a este, creyéndose que en el futuro pasaran a formar parte del continuo. Por otro lado, Bilbao presenta una concentración importante de trabajadores en su continuo (diámetro de la esfera), con un núcleo fuera de él. En el caso de Zaragoza y Málaga, presenta una realidad prácticamente monocéntrica, ya que está concentrado en 2 núcleos (Málaga y otro núcleo en el continuo central) y 1 Núcleo (Zaragoza, que es el municipio central).

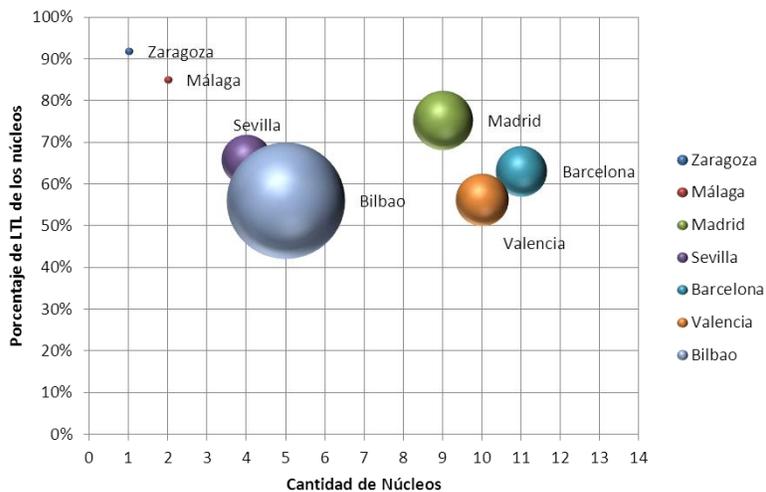
Para el año 1991, (tabla 6 y figura 9 Cabe destacar que en la figura 9, el diámetro de la esfera representa el porcentaje de LTL que se encuentran en el continuo), Barcelona era la AMF más policéntrica, seguida por Valencia y Bilbao. Málaga y Sevilla, al contrario eran AMF monocéntricas.

Tabla 5
Cantidad de núcleos identificados por "cut off" en las metrópolis estudiadas, Según su ubicación en la AMF, Año 2001

	Total Núcleos	Núcleos en el continuo	No núcleos en el continuo	Núcleos fuera de continuo	Resto AMF
Barcelona	11	5	7	6	205
Madrid	9	3	6	6	246
Bilbao	5	4	14	1	51
Málaga	2	1	0	1	22
Valencia	10	5	6	5	85
Zaragoza	1	0	0	24	25
Sevilla	4	1	1	3	55

Fuente: Elaboración propia en base a INE

Figura 9
Propuesta de análisis de policentrismo para 7 AMF españolas, para 2001.



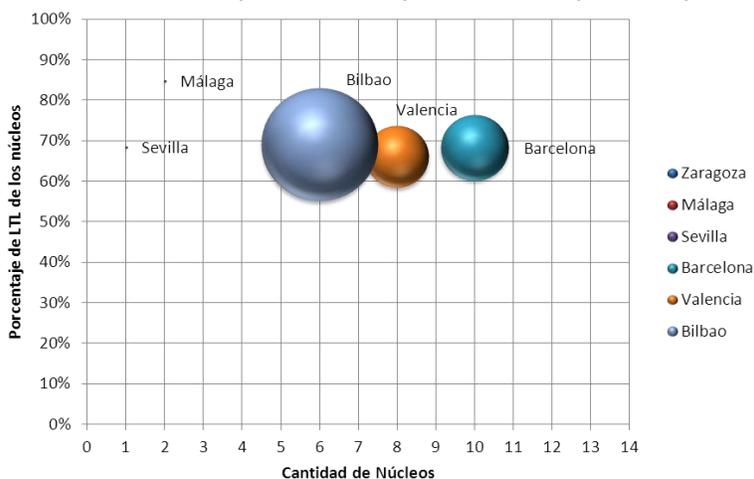
Fuente: Elaboración propia en base a INE

Tabla 6
Cantidad de núcleos identificados por “cut off” en las metrópolis estudiadas, según su ubicación en la AMF, Año 1991

	Total Núcleos	Núcleos en el continuo	No núcleos en el continuo	Núcleos fuera de continuo	Resto AMF
Barcelona	10	5	11	5	202
Bilbao	6	6	12	0	52
Málaga	2	1	0	1	0
Valencia	8	4	6	4	87
Sevilla	1	1	0	0	59

Fuente: Elaboración propia en base a INE

Figura 10
Propuesta de análisis de policentrismo para 7 AMF españolas, para 1991.

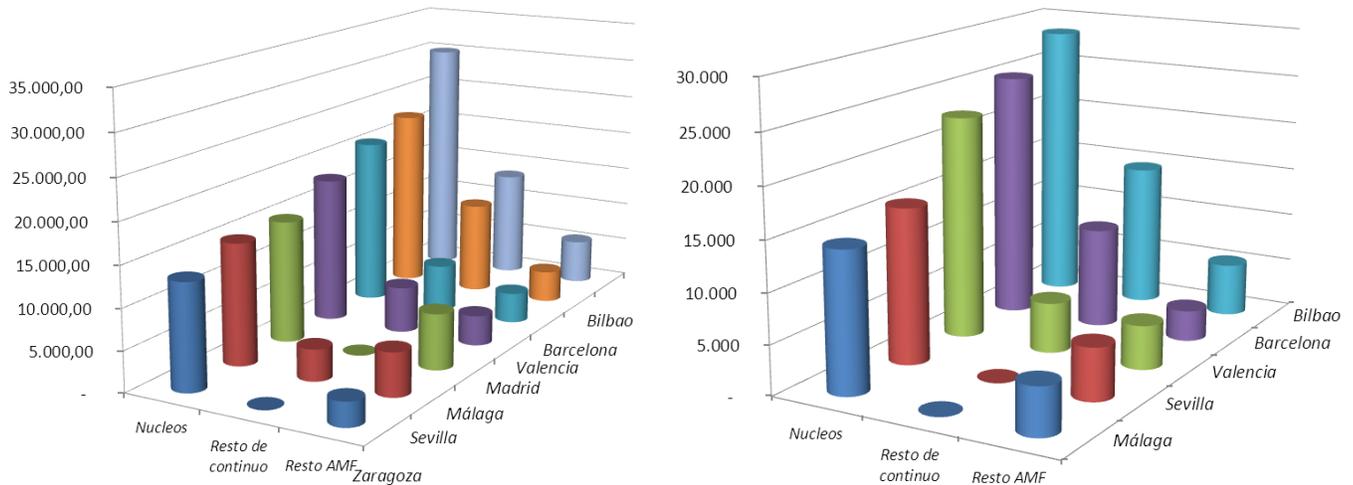


Fuente: Elaboración propia en base a INE



Si analizamos la Densidad de LTL+POR (Marmolejo y Stallbohm, 2008), en la figura 11, se observa que las AMF que se presentan más monocéntricas, existe una densidad por municipio muy baja en el resto de continuo urbano (si es que existe fuera del municipio central) respecto a las AMF más policéntricas. Además, no se observa un cambio significativo en el periodo.

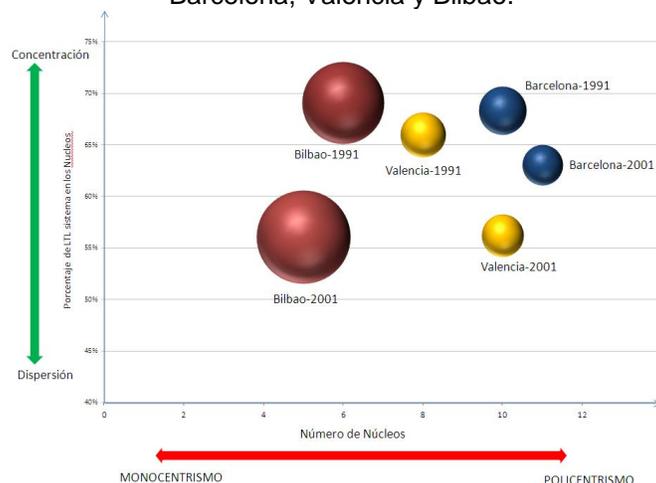
Figura 11
Densidad de LTL + POR en los diferentes puntos de las AMF para 2001 y 1991



Fuente: Elaboración propia en base a INE

Si se analiza el cambio de posición de cada área metropolitana en el periodo 1991-2001 en el plano conceptual dibujado, se puede observar la dinámica hacia el policentrismo, la dispersión o concentración de cada una. En ese sentido, como se ve en la figura 12, existe una evolución hacia la dispersión, pero asimismo al policentrismo en Valencia y Barcelona, mientras que en Bilbao, existe una tendencia a volverse más monocéntrica y concentrada.

Figura 12
Modelo conceptual, aplicado a la evolución 1991-2001
Barcelona, Valencia y Bilbao.





4. Conclusiones

En este primer producto de la investigación en curso, financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación Español en su plan 2008-2011 *¿Hacia un sistema de metrópolis españolas policéntricas?: Evolución, caracterización e influencia de los subcentros metropolitanos*. Se presenta un método de identificación de áreas metropolitanas funcionales, identificaron núcleos laborales y además se establece un método para la identificación de los continuos urbanos de los municipios centrales.

Para las 7 áreas metropolitanas funcionales definidas, se ha establecido un método de análisis que permite establecer el nivel de policentrismo de cada una de ellas. Para las 3 áreas metropolitanas que presentan cambios en su estructura, Valencia, Barcelona y Bilbao, establece que las dos primeras se han vuelto más policéntricas, pero a la vez más dispersas.

Como próximos pasos de la investigación, se identifican tres líneas. La primera determinar las estructuras de ocupación de los núcleos identificados. La segunda es establecer las diferentes zonas de influencia de los núcleos externos, estableciendo algunas diferencias en base a su estructura de ocupación. La tercera es estimar el efecto de los núcleos, según su tipología de ocupaciones y si están dentro o fuera del continuo urbano del municipio central, sobre los valores inmobiliarios o precios de la vivienda, mediante modelos de precios hedónicos.

5. Bibliografía

- Alonso, W. (1964): *Location and Land Use*. Cambridge, mass., Harvard University Press.
- Anas, A.; Kim, I. (1996): "General Equilibrium Models of Polycentric Urban Land Use with Endogenous Congestion and Job Agglomeration", *Journal of Urban Economics*, 40.
- Anas, A.; Arnot, R.; Small, K.A. (1998): "Urban spatial structure". *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXVI, pp. 1426-1464.
- Anderson, N.B. & Bogart, W.T. (2001): "The Structure of Sprawl. Identifying and Characterizing Employment Centers in Polycentric Metropolitan Areas", *Journal of Economics and Sociology*, 60, pp. 147-169.
- Baumont, M.(2004) "Spatial analysis of employment and population density: The case of agglomeration of Dijon, 1999", *Geographical Analyst*, 36, pp 146-176
- Batten, D. (1995) "Network cities: Creative Urban Agglomerations for the 21th Century" *Urban Studies*, Vol 32, nº 2, pp. 313-327.
- Bertaud, A. (2002) "The Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome or Unforeseen Consequence?" *World Development Report, Dynamic Development in a Sustainable World. Background Paper*
- Berry, B.J.L; Garrison, W.(1958):" The Functional Bases of The Central-Place Hierarchy" , *Economic Geography*, Abril, pp: 145-154.
- Bogart, W.T. ; Ferry, W.C. (1999): "Employment Centres in Greater Cleveland: Evidence of Evolution in a Formerly Monocentric City", *Urban Studies*, 36, pp. 2099-2110.
- Bourne, L. S. (1989): "Are new urban forms emerging? Empirical tests for Canadian urban areas", *The Canadian Geographer*, 4, pp. 312–328..
- Burns, M.; Moix, M.; Roca, J. (2001): "Contrasting Indications of Polycentrism within Spain's Metropolitan Urban Regions", paper for the Eighth European Estate Society Conference, Alicante, June 26-29.
- Brochet,J.R.(1963); "The Urbanisation of the Upper Midwest" *Mineapolis, Upper Midwest Economic Study, Urban Report N°2*
- Camagi, R. (2005),"Economía Urbana" 1era Edición, en castellano, Anthony Bosch Editores, Barcelona.

- Cervero, R.; Wu, K-L. (1997): "Polycentrims, Commuting and Residential Location in the San Francisco Bay Area", *Environment and Planning A*, 29, pp. 865-886.
- Cerda. J.; Marmolejo: C. "De la Accesibilidad a la Funcionalidad del territorio: una nueva dimensión para entender la estructura y el crecimiento urbano residencial de las áreas metropolitanas de Santiago (Chile) y Barcelona (España)", *EURE, Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*. (forthcoming).
- Coombes, M.; Openshaws, S. (1982): "The use and definition of travel-to-work areas in Great Britain: some comments", *Regional Studies*, 16, 141-149
- Craig, S.G.; NG, P.T. (2001) Using Quantile Smoothing Splines to Identify Employment Subcentres in a Multicentric Urban Area, *Journal of Urban Economics*, 49, pp. 100-120.
- CPSV(2005),"La Caracterización Funcional del Área Metropolitana de Madrid"; Documento de trabajo. Centro de Política d Suelo y Valoraciones, Sin editar.
- CPSV(2009): "Influencia de los Subcentros de empleo sobre los valores residenciales: Un análisis de la región Metropolitana de Barcelona", Working paper, Centro de Política de Suelos y valoraciones, Universidad Politécnica de cataluña,(En preparación)
- Christaller, W.(1933) *Die Zentralen Orte in Sudddeutschland*, Gustav Fischer Verlag,Jena ; trad. It: *le località centrali della Germania meridionale*,Milán,1981.
- Dale-Johnson, D.; Brzeski,W.(2001); "Spatial Regression Analysis of Comercial Land Prices Gradients".Working Paper.2001-1008.USC LUSK Center of Real Estates, University of Southern California.
- Fujita, M. (1988): "A Monopolistic Competition Model of Spatial Agglomeration: Differentiated Products Approach", *Regional Science & Urban Economics*, 18, pp. 87-124.
- Fujita, M.; Krugman, P, Venables, P.(2000), "Economía Espacial, Las ciudades, las regiones y comercio internacional", 1era Edición, Ariel Economía, Barcelona
- Fujita, M.; Mori, T. (1997): "Structural Stability and Evolution of Urban Systems", *Regional Science and Urban Economics*, 27, pp. 399-442.
- Fujita, M.; Ogawa, H. (1982): "Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-Monocentric Urban Configurations". *Regional Science and Urban Economics*, 12, pp. 161-196.
- García-López, M.A. (2007): "Estructura Espacial del Empleo y Economías de Aglomeración: El Caso de la Industria de la Región Metropolitana de Barcelona", *Architecture, City & Environment*, 4, pp. 519-553.
- Gareau,J:(1991) "Edge City: Life in the New Frontier",Doubleday, New York, 1 edición.
- Giuliano, G.; Small, K.A. (1991): " Subcenters in Los Angeles Region", *Regional Science and Urban Economics*, 21, 163-182.
- Gordon, P; Richarson, H.W.(1996) "Beyond Polycentricity. The Dispersed Metropolis, Los Angeles, 1970-1990" *Journal of the American Planning Association*, Vol 62, nº 3, pp. 289-295
- Gordon, P., Richardson, H.W. & Wong, H.L. (1986): "The distribution of population and employment in a polycentric city: the Case of Los Angeles", *Environment and Planning A*, 18, pp. 161-173.
- Guilliam, R; J.L. De Gallo(2004); "The evolution of the spatial structure and sectoral patterns im Ile.De France over 1978-1997, Inedito.
- Hartwick, P.; Hartwick, J. (1974): "Efficient Resource Allocation in a Multi-nucleated City with Intermediate Goods", *Quarterly Journal Economics*, 88, pp. 340-352.
- Henderson, J.V. ; Mitra, A. (1996): "The New Urban Landscape: Developers and Edge Cities", *Regional Science & Urban Economics*, 26, pp. 613-643.
- Heikkila, E., Gordon, P., Kim, J.I., Peiser, B., Richardson, H.W. & Dale-Johnson, D. (1989): "What happened to the CBD-Distance Gradient?: land values in a polycentric city", *Environment and Planning A*, 21, pp. 221-232.

- Hurd, R. (1903): "Principles of city land values", New York, The Record and Guide.
- Krugman, P. (1996): The Self-Organizing Economy. Cambridge MA. Blackwell.
- Lösh, A. (1954): "The economics of location" New Haven, Yale University Press.
- Marmolejo, C. (2008): "La localización intrametropolitana de las actividades de la información", Libro electrónico, Centro de documentación Fundación CIDOB Aula Barcelona.
- Marmolejo, C. (2009): "Vuelta a la Barcelona Postindustrial: análisis de los riesgos y las oportunidades del urbanismo orientado a la economía del conocimiento, en "La Ciudad del Conocimiento" Universidad Autónoma de Nuevo León; Monterrey, México
- Marmolejo, C.; Gonzalez, C. (2009). "Does noise have a stationary impact on the spatial formation of residential values: a GWR for Barcelona" ;(forthcoming).
- Marmolejo, C.; Roca, J. (2006) : "Hacia un modelo teórico del comportamiento espacial de las actividades de oficina." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de julio de 2006, vol. X, núm. 217
- Marmolejo, C.; Roca, J. (2008) : "La localización intrametropolitana de las actividades de la información: un análisis para la Región Metropolitana de Barcelona 1991-2001 ". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, vol. XII, núm. 268.
- Marmolejo, C.; Stallbohm, M. (2008). "En contra de la ciudad fragmentada: ¿hacia un cambio de paradigma urbanístico en la Región Metropolitana de Barcelona?." *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica*, Universidad de Barcelona, 26-30 de mayo de 2008.
- McDonald, J.F. (1987): "The Identification of Urban Employment Subcenters", *Journal of Urban Economics*, 21, pp. 242-258.
- McDonald, J.F.; McMillen, D.P. (1990): "Employment Subcenters and Land Values in a Polycentric Urban Area: the Case of Chicago", *Environment and Planning A*, 22, pp. 1561-1574.
- McDonald, J.F.; McMillen, D.P. (1998) "Land values, land use, and the first Chicago Zoning Ordinance" *Journal of Real Estate Finance and Economics* Vol. 16, nº 2, pp. 135-150.
- McDonald, J.F.; Prather, P.J. (1994): "Suburban employment centres: The case of Chicago", *Urban Studies*, 31, pp. 201-218.
- McMillen, D.P. (2003) "Identifying Subcentres Using Contiguity Matrices" *Urban Studies* Vol. 40, nº 3, pp. 5769.
- McMillen, D.P. (2001): "Non-Parametric Employment Subcenter Identification", *Journal of Urban Economics*, 50, pp. 448-473.
- McMillen, D.P. (1996): "One Hundred Fifty Years of Land Values in Chicago: A Nonparametric Approach", *Journal of Urban Economics*, 40, pp. 100-124
- McMillen, D.P.; McDonald, J.F. (1997): "A Nonparametric Analysis of Employment Density in a Polycentric City", *Journal of Regional Science*, 37, pp. 591-612.
- Muñiz, I., (2003) "¿Es Barcelona una ciudad policéntrica?"; Working Paper 03.09; Departament de Economia Aplicada; UAB.
- Muñiz, I.; Galindo, A. (2005) "Descentralisation, integration and polycentrism in Barcelona", Working paper, 05.12 del departamento de Economía Aplicada Universidad Autónoma de Barcelona.
- Muth, R. (1969). "Cities and Housing". Chicago: University of Chicago. Chicago, Illinois, Estados Unidos.
- Odland, J. (1978): "The Conditions for Multi-center Cities", *Economic Geography*, 54, pp. 234-244.
- Ogawa, H. & Fujita, M. (1980): "Equilibrium Land Use Patterns In A Nonmonocentric City". *Journal of Regional Science*, 20, pp. 455-476.
- O'Sullivan A. (2007) "Urban Economics" 6ta Edición, Mc graw Hill, Nueva York

- Philbrick, P (1957); "Area Functional organisation in regional geography" Papers and Proceedings of the Regional Science Association, 3, pp:87-98
- Trullen, J.; Boix, R: (2003) "Barcelona,, Metropolis Policentrica En Red", Working paper, 03.03 del departamento de Economia Aplicada Universidad Autónoma de Barcelona.
- Redfearn, C.L. (2007): "The Topography of Metropolitan Employment: Identifying Centers of Employment in a Polycentric Urban Area", Journal of Urban Economics, 61, pp. 519-561
- Roca, J. (1986) " La estructura de los valores urbanos un análisis técnico empírico". Primera Edición castellano, Instituto de estudios de la Administración Local, Madrid.
- Roca, J.; Clusa, J.; Marmolejo, C; (2005): " El Potencial Urbanístico de la Región Metropolitana de Barcelona"; Ajuntament de Barcelona, Barcelona España
- Roca, J.; Marmolejo, C; Moix, M. (2009) "Urban Structure and Polycentrism: Towards a redefinition of the subcentre concept", Urban Studies
- Roca, J.; Marmolejo, C. (2007) "Dinámicas en la publicación/producción científica urbana: un análisis para las principales ciudades del mundo (1981-2002)", Ciudad y territorio--Estudios territoriales [1133-4762] any:2007 vol.:XXXIX_ núm:151 pàg.:11
- Roca, J.; Moix, M. (2005): "The Interaction Value: Its Scope and Limits as an Instrument for Delimiting Urban Systems", Regional Studies, 39, pp. 359-375.
- Roca, J. et al (2001): "INTERREG-IIC, Estudio prospectivo del sistema urbano del sudeste europeo. Caracterización territorial y funcional de las áreas metropolitanas españolas" Informe final, Noviembre.
- Roca, J.; Burns, M.; et al (2003) "INTERREG-IIB, Estudio prospectivo del sistema urbano del sudeste europeo." Informe final.
- Ruiz, M.; Marmolejo, C.; (2008) "Hacia Una Metodología Para La Detección De Subcentros Comerciales: Un Análisis Para Barcelona y su Área Metropolitana", ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno, Año III, Num 8, pp. 199-217.
- Sacristán, I.; Roca J. (2007) "Ciudad ensimismada, islarios defensivos frente a la otredad". ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno, Año II núm. 5. pp :599-610
- Silvestro, J.M.; Roca, J. (2007). "La ciudad como lugar". ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno, Año II núm. 3. pp:400-411
- Small, K. A. & Song, S. (1994): "Population and employment densities: structure and change", Journal of Urban Economics, 36, pp. 292-313
- SOMEA (1973): "Atlante economico commerciale delle regioni d'italia" Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana
- SOMEA (1987): "Atlante economico commerciale delle regioni d'italia" Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana
- Shearmur, R.; Coffey, W.J. (2002): "A Tale of Four Cities: Intrametropolitan Employment Distribution in Toronto, Montreal, Vancouver, and Ottawa-Hull, 1981-1996", Environment and Planning A, 34, pp. 575-598.
- Sivitanidou, R.; (1996): "Do Office-Comercial Firms Value Access to Service Employment Centers? A Hedonic Value Analysis Withing Policentric Los Angeles", Journal of Urban Economics 40. pp:125-149.
- Song, S. (1992): "Spatial Structure and Urban Commuting", Working Paper 117, University of California Transportation Center, Berkeley CA.
- Song, S. (1994): "Modelling Worker Residence Distribution in the Los Angeles Region", Urban Studies 31, pp. 1533-1544.
- Schwartz, A.; (1992) "Corporate Service in Linkages in Large Metropolitan Areas :A Study of New York, Los Angeles, and Chicago." Urban Affairs Quarterly 28, pp 276-296.

Von Boverter, E. (1976): "Transportation Costs, Accessibility and Agglomerations Economies: Centers, Subcenters and Metropolitan Structure", Papers of Regional Science Association, 37, pp. 167-184.

Von Thünen, J. (1826): "Der Isoliete in Beziehung auf Landwirtschaft und nationalökonomie". Hamburgo, Puthes.

Webber, M. (1964) "The Urban Place and the Non-Place Urban Realm in 'Explorations into Urban Structure" Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1 era edicion.

White, M.J. (1976): "Firm Suburbanization and Urban Subcenters". Journal of Urban Economics, 3, pp. 323