

## QUINCE AÑOS DE SUBURBANIZACIÓN EN LA BARCELONA METROPOLITANA, ¿SE ESTÁ DISPERSANDO LA POBLACIÓN?

MIQUEL-ÀNGEL GARCIA-LÓPEZ  
*Universitat Autònoma de Barcelona*

*Diferentes estudios muestran que la estructura espacial de las ciudades genera diferentes efectos económicos, medioambientales y sociales. Maximizar los positivos y minimizar los negativos requiere de un estudio exhaustivo de la forma urbana. Centrado en el caso de la Región Metropolitana de Barcelona (RMB) entre 1991 y 2005, en este trabajo se lleva a cabo un análisis estático y dinámico de su estructura espacial con el objetivo de caracterizar el proceso de suburbanización de su población. En última instancia, se trata de analizar el impacto espacial de los cambios más recientes en la localización de la población de la RMB.*

*Palabras clave: Suburbanización, policentrismo, dispersión.*

(JEL R14, R23)

### 1. Introducción

Desde sus orígenes, las ciudades han jugado un papel más que relevante en el desarrollo económico. Un papel que ha aumentado en los últimos años y que ha ido acompañado de un proceso de transformación de la ciudad. Los límites de la ciudad metropolitana real ya no se circunscriben a sus fronteras administrativas. Tampoco coinciden con el continuo construido. Estos límites deben buscarse en la intensidad de los flujos de personas, de mercancías y de información que se producen entre

Este trabajo se ha beneficiado del apoyo financiero del Ministerio de Fomento mediante una de las Ayudas a la Investigación 2005. Quisiera agradecer fervientemente el apoyo incondicional y las inyecciones de ánimos de mi mujer, Marta Marot, en la realización de este y otros trabajos. También estoy muy agradecido a Ivan Muñiz por las discusiones conceptuales sobre el tema, a Daniel P. McMillen por las largas y pacientes explicaciones metodológicas por correo electrónico, y a los dos evaluadores anónimos de esta revista y a su codirector, Antonio Cabrales, por los sugerentes comentarios que han permitido mejorar sensiblemente este trabajo.

las diferentes partes del territorio metropolitano, aún perteneciendo a diferentes unidades administrativas. En esta nueva realidad urbana, la *estructura espacial intrametropolitana*, entendida ésta como “(...) el grado de concentración de la población y de la actividad económica (...)” y su distribución espacial en el territorio metropolitano (Anas *et al.*, (1998)), pasa a ser un elemento clave.

Precisamente, la literatura de los últimos años ha reforzado esta idea: la forma en que la ciudad metropolitana se organiza en el territorio genera importantes efectos *económicos, medioambientales y sociales*. Desde la perspectiva medioambiental, los estudios de Khan (2000), Nijkamp y Finco (2001), Muñiz y Galindo (2001, 2005), Bertaud (2002) o Camagni *et al.* (2002), hacen hincapié en la estrecha relación que se establece entre estructura espacial y *sostenibilidad ambiental*, ya sea en términos de suelo consumido, como en eficiencia energética y emisiones de CO<sub>2</sub>. Evans (1976), Rogers (2000), Bertaud (2002) o Camagni *et al.* (2002) señalan la importancia de la estructura espacial en cuestiones relativas a la *justicia social* y la *segregación territorial*. Desde un punto de vista económico, trabajos como los de Ciccone y Hall (1996) y Harris y Ioannides (2000) resaltan la influencia de la estructura espacial sobre la *productividad*; Camagni y Salone (1993) y Trullén (1998) la asocian con la *competitividad económica*. Por último, trabajos desarrollados por entidades supranacionales, como la Unión Europea a través de su *European Spatial Planning* (Ministerial Meeting on Regional Policy and Spatial Planning, 1996) o su *European Spatial Development Perspective* (European Communities, 1999), o por instituciones internacionales, como el Banco Mundial (Bertaud, 2002), sostienen que la *eficiencia en el suministro de los servicios públicos* sólo se puede garantizar bajos ciertos niveles mínimos de concentración de los agentes económicos en el territorio.

Dadas tales consecuencias, el estudio de la estructura espacial de las ciudades es el primer paso indispensable a la hora de instrumentalizar las políticas adecuadas que maximicen los efectos positivos y minimicen los negativos. Esta tarea, no obstante, no está exenta de dificultades, la más importante de las cuales es, precisamente, la naturaleza dinámica de la estructura espacial. En este sentido, los estudios de caso parecen validar la idea de que la mayoría de las grandes ciudades del mundo están sometidas a un proceso de suburbanización de la población y descentralización del empleo caracterizado por el abandono del centro de la región metropolitana en favor de localizaciones más pe-

riféricas. Factores como el abaratamiento de los costes de transporte, la existencia de *deseconomías* de aglomeración (congestión, elevado precio del suelo/vivienda,...), o la planificación<sup>1</sup>, entre otros, explicarían estos cambios en las preferencias de localización de empresas y familias.

La suburbanización-descentralización, al menos teóricamente, puede llevarse a cabo a partir de dos modelos alternativos, el disperso y el policéntrico, con sus propios factores explicativos. En el primero, el centro pierde población y empleo empujado por el elevado precio del suelo, la caída en los costes de transporte y los problemas de congestión, dando como resultado un proceso de ocupación del suelo periférico mediante asentamientos fragmentados y poco densos. En el segundo, la pérdida de economías de aglomeración en las áreas centrales se ve compensada por la aparición de concentraciones periféricas o subcentros de agentes, ya sean formaciones espontáneas o reguladas. Este policentrismo, no obstante, no debe entenderse tan solo como un fenómeno relacionado con el volumen de empleo localizado en los subcentros, sino también como la influencia que dichos subcentros ejercen sobre el resto del empleo<sup>2</sup>. Si bien existen partidarios y detractores para ambas formas urbanas, la ciudad policéntrica es capaz de combinar las ventajas de la ciudad monocéntrica, las economías de aglomera-

<sup>1</sup>Tanto la planificación realizada desde niveles de gobierno metropolitanos, en el caso de que existieran, o suprametropolitanos, como la Generalitat de Catalunya, como desde niveles de gobierno inferiores, como el municipal.

<sup>2</sup>Este es el enfoque propio de los modelos policéntricos de la Nueva Economía Urbana, la rama más neoclásica de la economía urbana dedicada al estudio de la forma urbana, que está readaptando sus bases teóricas para contemplar la posibilidad de que se den diferentes modelos espaciales. Si bien en el pasado el Modelo de Ciudad Monocéntrica fue su principal aportación (Alonso, 1964; Muth, 1969; Mills, 1967; y más recientemente Richardson, 1977; y Brueckner, 1987), en la actualidad se están proponiendo modelos más abiertos donde tanto el monocentrismo, como el policentrismo o la dispersión, son equilibrios posibles a los que se llega dependiendo de la intensidad de las fuerzas centrípetas y centrífugas que entran en juego -economías de aglomeración, congestión, economías internas de escala, coste de transporte de personas y mercancías, mecanismo de fijación de salarios, etc.- (White, 1999). En este grupo de trabajos destacan los de Sullivan (1986), Wieand (1987), Fujita et al. (1997), Ogawa y Fujita (1980), Fujita y Ogawa (1982) y, recientemente, Lucas y Rossi-Hansberg (2002). Otros trabajos asociados a este enfoque pero que se centran más en cuestiones como la composición sectorial y/o las características de la fuerza de trabajo son Abdel-Rahman y Fujita (1993) y Abdel-Rahman y Wang (1995), entre otros.

ción<sup>3</sup> en sus centros, y las de una forma espacial descentralizada, los menores desplazamientos residencia-trabajo (McMillen, 2004).

La investigación propuesta en este trabajo se enmarca precisamente en esta cuestión al realizar un análisis de la estructura espacial asociada a la población de la Región Metropolitana de Barcelona (RMB) y su evolución entre 1991 y 2005. El objetivo último es determinar si existe un proceso de suburbanización de la población en estos quince años y, en tal caso, cómo se ha producido, ¿bajo un modelo disperso o bajo un modelo policéntrico?

Para llevar a cabo el estudio propuesto, el trabajo se organiza en tres grandes secciones. En la Sección 2 se hace un repaso, en primer lugar, a la literatura que ha aparecido sobre metodologías para la identificación de subcentros y, en segundo lugar, sobre las funciones que captan la estructura espacial y que permiten analizar la influencia de los centros en la distribución espacial de los agentes económicos sobre el territorio metropolitano. En la Sección 3 se proponen y explican las dos metodologías utilizadas en esta investigación: en primer lugar, utilizando técnicas no-paramétricas y matrices de contigüidad se estudia la tipología de estructura espacial existente en ambos años, monocéntrica, cuando sólo existe un centro importante de población (el *Central Business District* (CBD)), o policéntrica, cuando también existen subcentros de población; en segundo lugar, estimando paramétricamente una de las funciones descritas en la Sección 2 se evalúa estática y dinámicamente la influencia espacial de estas concentraciones de población sobre la distribución espacial del resto de la población, es decir, se evalúa el grado de articulación de los centros de la región y su evolución en el tiempo. En la Sección 4 se presentan los principales resultados de las metodologías utilizadas: estáticamente se confirma la existencia de policentrismo en la distribución espacial de la población en la RMB y dinámicamente se constata el reforzamiento de esta forma urbana. Por último, se presentan las principales conclusiones del estudio.

Los aspectos novedosos de este trabajo son tres. En primer lugar, esta investigación es uno de los pocos ejemplos en los que una de las me-

<sup>3</sup>Si bien este concepto se ha asociado casi exclusivamente a las empresas, entendiéndose como las ventajas que obtienen de su localización conjunta, este mismo concepto se puede extrapolar al caso de la localización de la población y las ventajas asociadas a su localización conjunta. Por ejemplo, la formación de asentamientos importantes de población permite un suministro adecuado y de calidad de bienes públicos.

metodologías de identificación de subcentros de empleo es utilizada para el caso de la población. En segundo lugar, indistintamente al agente económico considerado, la metodología de identificación utilizada es una de las más objetivas y recientes, siendo ésta su primera aplicación para el caso europeo y uno de los escasos ejemplos mundiales. Por último, aunque los trabajos sobre identificación de subcentros basados en la estimación de funciones de densidad policéntricas han fijado la idea de que la importancia de los subcentros no debe medirse tan sólo mediante el volumen de empleo que concentran, sino también a partir de su incidencia sobre el resto de puestos de trabajo, lo cierto es que no abundan los trabajos de naturaleza dinámica donde se comparen los resultados de la estimación en dos o más años, y entre los pocos que lo hacen, ninguno ha utilizado los coeficientes estimados para analizar de forma explícita la relación entre policentrismo y dispersión<sup>4</sup>.

## 2. Revisión de la literatura

### 2.1 Identificación de subcentros

El primer paso necesario para diferenciar la existencia de una estructura espacial policéntrica de una monocéntrica es la búsqueda de evidencia empírica favorable a la existencia de centros periféricos (subcentros) alternativos al centro de la región o CBD. La mayoría de los trabajos sobre identificación de concentraciones periféricas de agentes económicos ha hecho uso del *empleo* como su variable de análisis más relevante. Probablemente esta forma de actuar está condicionada por el origen de las metodologías propuestas, principalmente de Estados Unidos, y a la influencia de los modelos teóricos de la Nueva Economía Urbana (NEU), tanto monocéntricos como policéntricos, donde el papel protagonista lo ostenta el empleo, mientras que la población simplemente *sigue* al empleo.

La literatura sobre identificación de *subcentros de empleo* ha evolucionado con los años ganando objetividad, rigor y replicabilidad. Los primeros trabajos que identificaban subcentros haciendo uso de la información proporcionada por alguna agencia oficial (Greene, 1980; Griffith, 1981), o bien por el hecho de ser polos históricos (Baerwald, 1982; Erickson y Gentry, 1985; Bender y Hwang, 19885; Heikkila *et al.*, 1989;

<sup>4</sup>García-López y Muñoz (2007) proponen una aproximación similar para el caso del empleo a nivel municipal. En Small y Song (1994) se lleva a cabo un ejercicio análogo, aunque los autores sólo consideran los subcentros de empleo y su influencia sobre la distribución espacial del empleo y de la población.

Dowal y Treffeisen, 1991; y Shukla y Waddel, 1991, entre otros), dieron paso a estudios donde la identificación se llevaba a cabo mediante criterios más sofisticados, pero cuya complejidad impedía que pudieran ser replicables en otras realidades (Dunphy, 1982; Cervero, 1989).

Más allá de los primeros intentos de identificación, los trabajos llevados a cabo hasta la fecha pueden agruparse en cinco categorías. En la primera categoría el método consiste en identificar como subcentros aquellas unidades espaciales (o grupos de unidades) que superan un determinado *umbral* de referencia<sup>5</sup>. La mayoría de trabajos que aplican este método consideran un doble umbral, uno para el número de puestos de trabajo y otro para la densidad de empleo (Giuliano y Small, 1991; Song, 1994; Cervero y Wu, 1997; McMillen y McDonald, 1997, 1998; Bogart y Ferry, 1999; o Anderson y Bogart, 2001), aunque algunos trabajos añaden un umbral adicional para el ratio de puestos de trabajo por población residente (Shearmur y Coffey, 2002).

El segundo método está basado en el análisis de los datos sobre *movilidad*<sup>6</sup>, tanto la motivada por la necesidad de desplazarse hasta el lugar de trabajo, el *commuting*, como la motivada por la compra y/o el ocio. En este caso se utiliza o bien los flujos netos de entrada, o bien de la densidad de generación de viajes (Bourne, 1989; Gordon y Richardson, 1996).

El tercer grupo de trabajos utiliza un criterio basado en la identificación de picos, esto es, un conjunto de unidades espaciales contiguas que presentan un máximo local respecto al área que las rodea, ya sea de densidad de empleo (Gordon *et al.*, 1986; Craig y Ng, 2001), o bien del ratio de empleos por población residente (McDonald, 1987; McDonald y McMillen, 1990)<sup>7</sup>.

La cuarta categoría metodológica de identificación de subcentros es más objetiva que las anteriormente consideradas, al ser un método puramente estadístico-econométrico que no requiere de conocimiento

<sup>5</sup>En España el trabajo de Asensio (1999) y de Martori y Suriñach (2002) identifican subcentros con un único umbral, el de empleo y el de población, respectivamente.

<sup>6</sup>En España esta práctica ha sido muy utilizada en la definición de áreas de mercado de trabajo local, destacando los trabajos de Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (MMAMB, 1995), Autoritat del Transport Metropolità (ATM, 1998) y Burns *et al.* (2001) para el caso de la RMB, Palació (1998) y Duque *et al.* (2004) para el caso catalán, y Casado-Díaz (2000) en el contexto valenciano.

<sup>7</sup>Para el caso que nos ocupa Muñiz *et al.* (2003) identifican y delimitan subcentros de población (ciudades satélite) atendiendo a los máximos locales estimados mediante una función *cubic spline*.

previo sobre la ciudad. La idea principal es estimar un modelo econométrico que defina las densidades de agentes y que parta directamente del modelo teórico de la ciudad monocéntrica. Las densidades estimadas obtenidas se restan a sus correspondientes densidades reales. De entre los residuos obtenidos, se escogen aquellos que son positivos y, de entre éstos, aquellos que son estadísticamente diferentes de 0 por encima de un determinado nivel de significatividad. Los trabajos de esta categoría principalmente obtienen *residuos positivos* a partir de de la estimación de una función de densidad de empleo exponencial (McDonald y Prather, 1994), o bien con una combinación de métodos no-paramétricos y semi-paramétricos (McMillen, 2001, 2003).

Un último grupo de trabajos está formado por las aportaciones más recientes que, basadas en las técnicas cada vez más utilizadas de econometría espacial, proponen identificar las principales aglomeraciones de empleo haciendo uso de indicadores ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*). Al igual que en la metodología anterior, también ésta se caracteriza por su objetividad (Baumont *et al.*, 2004; Guillain y Le Gallo, 2004).

## 2.2 *Influencia de los centros y/o subcentros*

La estructura espacial ha sido captada mediante la estimación de diferentes formas funcionales que relacionan la densidad de los agentes de cada una de las zonas de una metrópoli con una o varias medidas de localización. Las medidas de accesibilidad espacial más utilizadas son las *distancias* que separan cada lugar de los principales centros de empleo, centro (CBD) y subcentros. La influencia de cada una de estas concentraciones vendría medida por su parámetro estimado, denominado *gradiente de densidad*, así como por su nivel de significatividad.

En la mayoría de trabajos se ha hecho uso de funciones de densidad policéntricas derivadas de la *función exponencial* negativa típica del monocentrismo y que se asocia al CBD. Brevemente, la función monocéntrica original<sup>8</sup> nos describe una ciudad en la que sólo existe un

<sup>8</sup>Evidentemente existen otras formas funcionales de tipo policéntrico. En McDonald (1989) se realiza una descripción detallada de los trabajos que hasta el momento habían estimado diferentes funciones de densidad. En España, los trabajos de Martori (2000) y Martori y Suriñach (2000, 2002) destacan tanto por una descripción detallada de las diferentes alternativas existentes y de los supuestos de partida que hay detrás de ellas, como por la propia estimación de cada una, comparándolas entre sí para determinar cuál es la mejor. En el caso de Martori y Suriñach (2002),

máximo de densidad de agentes, el CBD, cuya densidad teórica sería el valor estimado de  $A_0$ , y a partir del cual la densidad se reduce a una tasa proporcional, el gradiente de densidad, a medida que aumenta la distancia.

$$D(d_{CBD}) = A_0 e^{-\gamma d_{CBD}} \quad [1]$$

Las diferentes especificaciones policéntricas que existen, a su vez, implican hipótesis alternativas sobre el papel que los subcentros desempeñan en la metrópolis (Heikkilä *et al.*, 1989; Anas *et al.*, 1998). En el caso de la *función exponencial aditiva*, tal y como su nombre indica, esta función se forma al sumar a la exponencial asociada al CBD la relación exponencial entre densidad y distancia a los subcentros considerados:

$$D(d_{CBD}, d_{i=1}, \dots, d_{i=n}) = A_0 e^{-\gamma d_{CBD}} + \sum_{i=1}^n A_i e^{-\delta_i d_i} \quad [2]$$

donde  $d_i$  es la distancia que separa cada unidad espacial del subcentro  $i$ . En este caso los parámetros a estimar son las constantes  $A_0$  y  $A_i$ , es decir, las densidades teóricas en el CBD y en cada subcentro, y los gradientes de densidad respectivos,  $\gamma$  y  $\delta_i$ . Nótese que esta función no se puede linealizar simplemente aplicando logaritmos neperianos, procedimiento habitual en el caso del monocentrismo, por lo que su estimación requiere de una técnica no lineal, pudiendo ocasionar problemas de convergencia (Anas *et al.*, 1998).

Con el uso de esta función se asume que los agentes económicos situados en una determinada localización quieren tener acceso a todos los subcentros de la ciudad, siendo éstos complementarios entre sí y con el CBD. No obstante, esta complementariedad es débil puesto que, dada la forma funcional utilizada, la influencia del centro y de los subcentros es insignificante a grandes distancias. Por lo tanto, cada centro tendrá un área de influencia que, en algunos casos, no cubrirá la totalidad de la metrópolis. En otras palabras, no todos los agentes económicos pueden acceder con el mismo coste a cada uno de los centros de empleo.

Dados los problemas econométricos asociados a la estimación de la función de densidad anterior, en la mayoría de los estudios se ha hecho

a nivel municipal se estiman las funciones de densidad de población de 1975, 1981, 1986, 1991, 1996 y 1998 del Área Metropolitana de Barcelona (133 municipios) y a nivel de sección censal se estiman las diferentes submuestras de los subcentros identificados mediante el umbral de población.



uso de una forma funcional más simple y, por lo tanto, de fácil estimación: la *función exponencial multiplicativa*. En este caso, en lugar de sumar las exponenciales asociadas a cada subcentro, simplemente las multiplicamos a la del CBD. Esta forma de proceder implica, no obstante, la pérdida de la información individualizada sobre densidades teóricas de cada centro. Es decir, sólo se estima su valor conjunto,  $A$ .

$$D(d_{CBD}, d_{i=1}, \dots, d_{i=n}) = Ae^{-\gamma d_{CBD}} \prod_{i=1}^n e^{-\delta_i d_i} = Ae^{-\gamma d_{CBD} + \sum_{i=1}^n -\delta_i d_i} \quad [3]$$

Con el uso de esta función, al igual que en el caso anterior, se asume que los agentes económicos situados en una determinada localización quieren tener acceso a todos los subcentros de la ciudad, así como al CBD. Ahora la complementariedad de los subcentros y del CBD es perfecta, implicando que el centro y estos subcentros tienen una fuerte influencia incluso sobre las localizaciones más lejanas. Para evitar esta propiedad y reducir, al mismo tiempo, los problemas de multicolinealidad existente entre las distancias, algunos investigadores han substituido  $-\delta_i d_i$  por  $\frac{\delta_i}{d_i}$ , es decir, por la inversa de la distancia al subcentro  $i^9$ .

Otra posibilidad que se ha extendido recientemente consiste en el uso de una variable de síntesis de la distancia de los subcentros que sustituyera la especificación individual de cada una. En lugar de especificar las distancias asociadas a los subcentros, éstas son substituidas en [3] por *la inversa de la distancia al subcentro más próximo*:

$$D(d_{CBD}, d_{SUB}) = A_0 e^{-\gamma d_{CBD}} + A_{SUB} e^{\delta d_{SUB}^{-1}} \quad [4]$$

$$D(d_{CBD}, d_{SUB}) = A_0 e^{-\gamma d_{CBD}} e^{\delta d_{SUB}^{-1}} = A e^{-\gamma d_{CBD} + \delta d_{SUB}^{-1}} \quad [5]$$

Bajo estas especificaciones, se supone que los diferentes subcentros son perfectamente substitutivos entre sí y que a los agentes económicos sólo se ven influenciados en su localización por uno de ellos, el más próximo.

<sup>9</sup>Nótese que, al trabajar con la inversa, no es necesario especificar con un signo negativo la relación decreciente entre densidad y distancia.

### 3. Análisis empírico

#### 3.1 Metodología para identificar los subcentros de población

Tal y como se indicaba anteriormente, las metodologías basadas en *residuos positivos* son de las más objetivas, por lo que se muestran como las más apropiadas. Entre las diferentes propuestas destaca la de McMillen (2003) en la que se combinan las ventajas de este tipo de metodología con las asociadas a la metodología de *umbrales*, cuyo máximo exponente es el trabajo de Giuliano y Small (1991).

##### - *Residuos positivos: los candidatos a subcentros*

La obtención de los residuos positivos candidatos a subcentros se realiza a partir de la estimación bajo *Locally Weighted Regression* (LWR) de una función de densidad monocéntrica, una exponencial negativa linealizada, en la que la densidad de población ( $\ln D(\bullet)$ ) vendría explicada por la distancia norte-sur ( $d_{CBD_{NS}}$ ) y la distancia este-oeste ( $d_{CBD_{EO}}$ ) al CBD. Fíjese que ahora no se incluye una única distancia al CBD, sino dos. Esta forma de proceder permite tener en cuenta las diferencias geográficas que, en términos de la pauta espacial de la densidad de población, se pueden producir en cualquier dirección de la ciudad (McMillen, 2001).

$$D(d_{CBD_{NS}}, d_{CBD_{EO}}) = A - \gamma_1 d_{CBD_{NS}} - \gamma_2 d_{CBD_{EO}} + \varepsilon$$

LWR es una técnica de estimación del tipo “vecino más próximo”, *nearest-neighbor estimation technique*<sup>10</sup>, que es una forma de estimar una regresión a través de un procedimiento de ajuste multivariante, encajando localmente una función de variables independientes y condicionada a la media. LWR utiliza las  $\alpha$  observaciones más cercanas a cada unidad espacial para estimar la media condicionada de una regresión por Mínimos Cuadrados Ponderados (MCP) de  $\ln D(\bullet)$  centrada en cada observación. Cada uno de los  $\alpha$  vecinos más cercanos a  $x_i$  son ponderados según una función tricubo. La ponderación  $w_{ik}$  que recibe la observación  $k$  es máxima, es decir, 1 cuando se trata de la unidad espacial “objetivo” de la regresión. El valor de la ponderación se va reduciendo a medida que las observaciones se alejan de la “objetivo”. Por último, la observación  $k$  se pondera con el mínimo de 0, cuando no es una de las  $\alpha$  observaciones más cercanas a  $x_i$ . Es decir, para obtener el valor estimado de cada observación, bajo LWR se realiza una

<sup>10</sup>Para una explicación más detallada acudir a Cleveland (1979), Cleveland y Devlin (1979) y Cleveland *et al.* (1988).

estimación MCP. Por lo tanto, se realizan tantas estimaciones MCP como observaciones tiene la muestra<sup>11</sup>.

Con estos valores estimados simplemente queda calcular los residuos y escoger como candidatos a subcentros a aquellos que sean positivos y significativamente diferentes de 0. Es decir,

$$\frac{\ln D(\bullet)_i - \ln D(\bullet)_i}{\hat{\sigma}_i} > c \quad [6]$$

donde  $\hat{\sigma}_i$  es el error estándar de la predicción<sup>12</sup> y  $c$  es el valor crítico para una distribución normal.

- *Residuos positivos: los subcentros*

Una vez tenemos las observaciones que superan el primer filtro, entonces podemos aplicar un segundo filtro asociado a la metodología de umbrales de Giuliano y Small (1991). En este sentido, un subcentro de población será aquella observación o conjunto de observaciones que, habiendo superado el primer filtro, presenten un número de agentes económicos superior o igual a un valor mínimo. El establecimiento de este mínimo de agentes permite eliminar como candidatos a aquellas observaciones que, aún teniendo una densidad muy elevada, presentan un número excesivamente pequeño de agentes.

La definición del conjunto de observaciones que son un mismo subcentro se realiza, a diferencia de Giuliano y Small (1991) y al igual que en McMillen (2003), aplicando un *criterio de proximidad*. Concretamente, para que un par de observaciones se consideren del mismo subcentro es necesario que sus centroides asociados se localicen a una distancia inferior a un valor máximo. La *localización* de estas observaciones se puede realizar mediante una simple inspección visual del mapa de residuos positivos, cuando su número es reducido, o bien, tal y como propone McMillen (2003) para cuando existe un número muy elevado de candidatos, aprovechando las propiedades de las matrices de contigüidad. En este sentido, utilizando únicamente las observaciones que superan el primer filtro se crea una matriz de contigüidad ( $C^1$ ) en la que aparece el valor de 1 cuando entre dos observaciones hay una distancia inferior a la máxima considerada, mientras que el resto de distancias entre pares de observaciones que no cumplen con el criterio

<sup>11</sup>No obstante, también es posible realizar estimaciones por grupos de observaciones.

<sup>12</sup>En McMillen (2001) y en Pagan y Ullah (1999) se detalla el procedimiento para su cálculo.

se codifican con un 0. Con este valor de 0 también se codifica a la propia observación que es objeto de análisis en cada fila de la matriz, es decir, la diagonal de  $C^1$  está formada por ceros.

A partir de esta matriz se calculan otras, transformaciones suyas, con las que conjuntamente se obtiene información sobre los grupos de observaciones que constituyen estos subcentros. En el caso de  $C^1$ , cada fila asociada a una observación indica las otras observaciones (próximas) que se pueden alcanzar en *un paso* desde la observación objeto de análisis. En la matriz de contigüidad al cuadrado ( $C^2 = C^1 \times C^1$ ) los valores no nulos proporcionan información de las observaciones que pueden ser alcanzadas en *dos pasos*. Y así hasta que las observaciones asociadas a los valores no nulos que aparecen en las sucesivas iteraciones de la matriz de contigüidad no sean diferentes de las que aparecían en las iteraciones previas.

Para aprovechar estas propiedades de las matrices de contigüidad y simplificar el procedimiento, es posible desarrollar un algoritmo simple. En la iteración inicial se compara la matriz diagonal ( $A^1$ ) con la matriz de contigüidad ( $C^1$ ) para escribir otra matriz ( $B^1$ ) que, mediante el valor uno, indica qué observaciones con valores no nulos de  $C^1$  no están presentes en  $A^1$  (o están presentes con valor cero). De esta manera, los valores uno de la matriz  $B^1$  indican qué observaciones muestran nueva información, es decir, que pueden ser alcanzadas en esta iteración. En la segunda y sucesivas iteraciones, teniendo en cuenta que  $A^j = A^{j-1} + B^{j-1}$  y que  $C^j = C^{j-1} \times C^1$ , se compara nuevamente  $A^j$  con  $C^j$  para definir  $B^j$ . Las iteraciones finalizan cuando la matriz no proporciona más información nueva, es decir, cuando todos sus elementos son cero.

### 3.2 Metodología para evaluar la influencia de los centros y subcentros de población

Para medir la influencia de los diferentes centros de población primero es necesario definir qué tipo de estimación policéntrica de las anteriormente descritas es la utilizada. Teniendo en cuenta las propiedades de cada una y las hipótesis subyacentes, en esta investigación se hace uso de la ecuación [4] con la que los subcentros de población son sustitutos perfectos entre sí y, por tanto, la población sólo se ve afectada por el más cercano de ellos. Además, con el uso de la inversa de la distancia al subcentro se asume que su impacto es más local, mientras que el efecto del *CBD* llega a toda la *RMB*.

Por otra parte, trabajar con esta función permite obtener coeficientes individualizados para el *CBD* y para el subcentro más próximo en términos de su densidad teórica central y de su gradiente de densidad. Estáticamente, la verificación de los signos esperados de los gradientes, negativo para el *CBD* y positivo para el subcentro, confirmarían la existencia de una estructura policéntrica en la que la densidad de población se reduce a medida que los habitantes se alejan del *CBD* y/o del subcentro más próximo. Dinámicamente, el examen de cómo varían en el tiempo los cuatros coeficientes estimados permite realizar un análisis en términos del posible proceso de suburbanización de la población y su articulación territorial.

Cuando se habla de suburbanización se sobreentiende que el principal centro de la ciudad, el *CBD*, pierde población, en términos relativos o absolutos, en favor de la periferia, de manera que las diferencias en densidades se reducen. En función de cómo se producen estos nuevos asentamientos alrededor de los subcentros de población existentes, es posible caracterizar cuatro posibles pautas espaciales de suburbanización:

- a) Aumenta la densidad teórica del subcentro y aumenta el gradiente de densidad<sup>13</sup>. El subcentro gana protagonismo en cuanto a la localización de la población (aumento de densidad central), pero, como pocos habitantes se trasladan desde el centro hacia los espacios intersticiales entre *CBD* y subcentros, su área de influencia se mantiene y la caída de la densidad a medida que nos alejamos de los subcentros aumenta (aumento de gradiente).
- b) Aumenta la densidad teórica del subcentro y se reduce su gradiente de densidad. La pérdida de población del centro beneficia tanto al subcentro (aumento de densidad central) como a su área de influencia más directa, haciendo que la caída de densidades desde el centro sea menor que antes (reducción del gradiente del subcentro). En este caso, la suburbanización desde el *CBD* beneficia también a los espacios intersticiales entre centros de población, aunque la localización de la población todavía depende de estos centros.

<sup>13</sup>Si también se tuviera en cuenta al centro y, por tanto, al gradiente asociado al *CBD*, puesto que su valor es negativo, el aumento haría referencia a su valor absoluto.

- c) Se reduce la densidad teórica del subcentro y se reduce el valor de su gradiente. Los subcentros pierden importancia en cuanto a la localización de la población (reducción de su densidad central), aunque los nuevos asentamientos poblacionales todavía se estructuran entorno a ellos haciendo que la caída de densidades al aumentar la distancia a los subcentros sea menos importante (se reduce el valor del gradiente). Se podría decir que los subcentros también están sometidos a un proceso de suburbanización de su población.
- d) Se reduce la densidad teórica y aumenta el gradiente del subcentro. La importancia del subcentro se reduce tanto en términos de concentración de población (reducción de su densidad teórica central) como en términos de su área de influencia (mayor caída de densidades desde el subcentro - aumento del gradiente).

Por último, es necesario mencionar que cada uno de los posibles resultados anteriores puede matizarse en función de la evolución en la significatividad de los coeficientes estimados. Concretamente, un aumento (reducción) de la *t*-student para los gradientes de densidad, tanto del *CBD* como de los subcentros, indicaría que el grado de articulación entorno a estos centros de población mejora (empeora). En otras palabras, cuanto mayor (menor) significatividad del gradiente, el centro de población en cuestión es capaz de estructurar mejor (peor) la localización de la población en el resto de la ciudad.

### 3.3 Variables y fuentes estadísticas

La Región Metropolitana de Barcelona está formada por 164 municipios que ocupan cerca de 3,200 Km<sup>2</sup> en un radio aproximado de 55 Km. Además de su carácter policéntrico, la *RMB* ha sido definida también como una región urbana discontinua, parcialmente dispersa, compleja y diversa (Font *et al.*, 1999). La *RMB* contiene un municipio central, Barcelona, que cuenta con más de un millón y medio de habitante. A continuación, se encuentra una primera corona metropolitana extremadamente densa y urbanizada con polígonos de vivienda, y una segunda corona que combina usos residenciales -con niveles de densidad marcadamente inferiores a los de la primera corona- e industriales. Más allá de la segunda corona, aparece un conjunto de ciudades medianas en forma de arco y unos corredores metropolitanos donde se mezclan usos rurales y urbanos (ATM, 1998; Muñoz *et al.*, 2003). La *RMB* se

estructura sobre una red de transporte marcadamente radial, donde las principales aglomeraciones de población y empleo están conectadas con el centro de la ciudad mediante diversas líneas ferroviarias y la red de carreteras metropolitanas. Cabe señalar que las infraestructuras de transporte han tenido una importante influencia sobre el patrón de urbanización (Muñiz *et al.*, 2003; Miralles, 1997).

El Censo de Población de 1991 y el Padrón Municipal de 2005<sup>14</sup>, con 3,569 y 3,473<sup>15</sup> observaciones, respectivamente, proporcionan los datos utilizados en esta investigación: superficie y población de cada sección censal. Con estas dos variables se construye la variable dependiente, la densidad bruta de población, que mide el número de habitantes por hectárea. Un Sistema de Información Geográfica (GIS) es usado para obtener las coordenadas de los centroides de cada sección censal. Con estas coordenadas se calculan las distancias norte-sur y este-oeste al *CBD* y las distancias entre secciones censales. Con estas últimas se definen los vecindarios de las secciones censales y las ponderaciones de las regresiones por *MCP* ( $\alpha$  y  $w_{ik}$ ), la matriz de contigüidad de la *RMB* ( $C^1$ ), así como la distancia desde cada sección a los subcentros de población identificados.

## 4. Resultados

### 4.1 Subcentros de población en la RMB

Previa a la aplicación de la metodología de dos filtros para la identificación de subcentros de población es necesario puntualizar dos cuestiones. En primer lugar, la aplicación de *LWR* que sirve como referencia del contexto monocéntrico requiere de la definición del vecindario ( $\alpha$ ). Un vecindario demasiado pequeño recoge más los efectos locales asociados a la observación objetivo, motivo por el cual difícilmente la estimación *LWR* reflejaría una relación negativa entre densidad y distancia al centro. Por el contrario, tal y como señala McMillen (2001), una  $\alpha = 0.5$  es más apropiada porque permite captar la relación negativa anterior, siendo más suave y, por lo tanto, menos restrictiva que

<sup>14</sup>En una primera versión de este trabajo el análisis llegaba hasta 2001, utilizándose también datos del Censo de Población. No obstante, dadas las dinámicas migratorias de los últimos años se ha considerado oportuno asumir los pequeños sesgos asociados a las diferencias metodológicas entre Censo y Padrón y ampliar el estudio hasta 2005, recogiendo tales dinámicas.

<sup>15</sup>Este número resulta de adaptar el número de secciones censales de 2005, 3486, al mapa en formato GIS de 2001, 3473. Actualmente se trabaja en la confección del mapa en formato GIS para 2005.

en el caso de aplicar un método paramétrico basado en la exponencial negativa. Un vecindario del 50% indica que en cada estimación *MCP* el 50% de las observaciones más próximas a la observación objetivo recibe un peso.

En segundo lugar, es necesario definir también el umbral de significatividad de los residuos positivos ( $c$ ). En general, los estudios sobre identificación de subcentros basados en *residuos positivos* utilizan el 80%, el 90% y el 95%. Teniendo en cuenta, no obstante, que cuanto menor sea el umbral, mayor será el número de candidatos a subcentro, en esta investigación se exige una significatividad estadística del 90% ( $c = 1.64$ ). Con este umbral de significatividad el número de secciones censales que presentan residuos positivos es de 817 en 1991 y de 871 en 2005, residiendo en ellas 1,275,653 y 1,381,548 personas, respectivamente (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1  
Subcentros de población en 1991

Umbral	Número	Población
Sin umbral	47	1,275,653
10,000	21	1,177,338
1% RMB (42,644)	9	945,684

Cuadro 2  
Subcentros de población en 2005

Umbral	Número	Población
Sin umbral	44	1,381,548
10,000	23	1,294,810
1% RMB (47,701)	7	943,154

A partir de los residuos positivos y estadísticamente significativos al 90% se construye la matriz de contigüidad<sup>16</sup> asociada ( $C^1$ ) y se aplica el algoritmo del segundo filtro de identificación. Para 1991 el algoritmo ha requerido de siete iteraciones, es decir, algunas de las observaciones de los residuos positivos sólo se alcanzan después de pasar por otras seis observaciones. En 2005 el número de iteraciones necesarias ha sido de catorce.

<sup>16</sup> En la primera matriz, dos secciones son contiguas cuando entre ambas existe una distancia inferior o igual a 2 Km.



Los Cuadros 1 y 2 muestran, para diferentes umbrales de población, el número de subcentros identificados y el número de habitantes que en global concentran. Fíjese como el número de subcentros se reduce a medida que se establece un segundo filtro más restrictivo. En este sentido, mientras que sin umbral el número de subcentros de población es de 47 y 44 en 1991 y 2005, respectivamente, con un umbral de habitantes igual al 1% de la población total de la RMB su número se reduce hasta 9 y 7, respectivamente.

Respecto a la población que concentran los subcentros, el establecimiento de un umbral de 10,000 habitantes implica una caída poblacional de unos cien mil habitantes. Teniendo en cuenta que estos habitantes están asociados a unas 21-26 bolsas de secciones censales, se trata de candidatos a subcentros extremadamente pequeños como para ser catalogados como tales (Cuadros 1 y 2). En 2005, pasar de un umbral de 10,000 a un umbral del 1% de la RMB implica la pérdida de 350,000 habitantes que se asocian a unos 16 candidatos a subcentro (Cuadro 2). En este caso se trataría de un conjunto de subcentros que en promedio acumularía unos 21,000 habitantes y, por lo tanto, de tamaño considerable.

Por último, es necesario comentar que, a partir del umbral de 10,000 habitantes, los subcentros de población identificados en 1991 y 2005 son prácticamente los mismos. En el caso del umbral del 1% se pasa de 9 a 7 subcentros porque, en primer lugar, dos subcentros de 1991 se fusionan en uno en 2005. En segundo lugar, porque hay un subcentro de 1991 que en 2005 desaparece como tal porque presenta una población que por poco no supera el segundo filtro de identificación. En tercer lugar, en 2005 aparece un subcentro no identificado en 1991.



En cuanto a la localización de estos subcentros de población, el Gráfico 1 muestra su posición geográfica en la *RMB* para el caso de un umbral de 10,000 habitantes en 2005 (en el recuadro adjunto se señalan los municipios o grupos de municipios que forman los 7 que superan el umbral del 1%). Fíjese como en la aglomeración central, que incluye a Barcelona como centro de la región y su conurbación como su área de influencia, se detectan subcentros de población, como el asociado a secciones censales de los municipios de Viladecans, l'Hospitalet, Sant Boi, Cornellà y Esplugues. La existencia de esta concentración importante de población bajo condiciones de densidad elevadas, así como la propia existencia del resto de la conurbación, se debe a los procesos migratorios de los años cincuenta y sesenta que desbordaron el municipio central y, sin ninguna lógica planificadora, se asentaron en barrios dormitorio basados en bloques de vivienda masiva (Muñiz *et al.*, 2003).

Respecto los subcentros de población identificados fuera de la aglomeración central, una parte de éstos se corresponden con municipios que tienen un origen Christalleriano, como en el caso de Sabadell, Terrassa y Mataró. Con una población de más de cien mil habitantes, presentan también una elevada concentración de empleo, con una densidad municipal asociada en 2001 de más de 10 puestos de trabajo por hectárea (excepto Vilanova). Son municipios que en el pasado crecieron bajo un modelo de desarrollo endógeno. Su modelo urbanístico, fruto de un largo periodo de maduración, se caracteriza por un elevado porcentaje del suelo urbano bajo la forma de casco antiguo y ensanche, y por lo tanto, un bajo porcentaje de viviendas unifamiliares y polígonos de vivienda. Localizados a una distancia de entre 20 y 40 Km. respecto al municipio de Barcelona, en general muestran una estructura productiva diversificada, si bien presentan aún una cierta especialización en el textil, sector que les permitió crecer en el pasado de forma relativamente autónoma. También están especializados en algunos servicios (alquiler de maquinaria, comercio al mayor, sanidad y comercio al menor) debido a su papel como suministrador de servicios a la población y a las empresas del municipio y de los municipios de menor tamaño más próximos (García-López y Muñiz, 2007).

El resto de subcentros, como Mollet y Rubí, están asociados al propio proceso de suburbanización de la población y de descentralización del empleo. Su desarrollo ha estado totalmente vinculado a la expansión de Barcelona durante la segunda mitad del siglo XX. La pauta urba-

nizadora se caracteriza por un importante porcentaje de suelo dedicado a polígonos de vivienda y vivienda unifamiliar aislada. Son municipios localizados en la segunda corona de Barcelona (más allá del continuo urbano) y a una distancia de Barcelona menor que los del grupo anterior. No responden a un patrón *christalleriano*, sino que son municipios donde recientemente se han localizado polígonos industriales. Están relativamente especializados en algún sector industrial, como el de fabricación de maquinaria, la química, Metalurgia, o el material de transporte. En menor medida también aglutinan servicios a las empresas (alquiler de maquinaria y comercio al mayor) y a las personas (comercio al menor y actividades personales) (García-López y Muñiz, 2007).

Por último, en cuanto a la estructura espacial y su dinámica, la división de la *RMB* en tres zonas, Barcelona como centro, los subcentros (todos) y el resto de la región, permite realizar una primera aproximación al análisis del proceso de suburbanización de la población. En este sentido, el Cuadro 3 muestra el número de habitantes para cada ámbito espacial, su importancia relativa en el conjunto de la región, así como la variación absoluta y porcentual en los quince años considerados. Entre los resultados destaca, en primer lugar, la existencia de un proceso de suburbanización caracterizado por la pérdida de importancia absoluta y relativa del *CBD*, provocando la pérdida del 3% de su población<sup>17</sup>. En segundo lugar, existe un crecimiento poblacional en el ámbito de los subcentros, que en términos absolutos ganan más de cien mil habitantes (crecimiento absoluto), aunque en términos relativos pasan a concentrar un 29% (decrecimiento relativo) de la población de la *RMB*. En tercer lugar, las secciones censales que constituyen el resto de la región son las que más se benefician de la dinámica de suburbanización del centro, así como del crecimiento de la región. En este sentido, este ámbito experimenta un crecimiento de su población del 33%, situándose en casi un 1,800,000 individuos. Por último, sólo queda señalar que, puesto que la población del conjunto de la *RMB* aumenta en 500,000 individuos, más que un proceso de sub-

<sup>17</sup>Utilizando los datos de 2001 se constata que este proceso de suburbanización es más intenso en los primeros diez años. En este sentido, en 2001 la población de Barcelona se reduce hasta 1,427,296 habitantes, implicando un tasa negativa de crecimiento del 13%. Entre 2001 y 2005, por lo tanto, se asiste a un crecimiento de la población del centro, probablemente motivado por los flujos migratorios internacionales del momento, que explicarían también parte del crecimiento de la población total de la *RMB*, así como a procesos de gentrificación.

urbanización, la región está afectada en este periodo por un proceso de *crecimiento suburbanizado*.

Cuadro 3  
Suburbanización de la población, 1991-2005:  
Importancia absoluta y relativa de los ámbitos espaciales

	1991	2005	91-05
RMB	4,264,422	4,770,180	505,758
Barcelona	1,643,542 (38.54%)	1,593,075 (33.40%)	-50,467 (-3.07%)
Subcentros (sin umbral)	1,275,653 (29.91%)	1,381,548 (28.96%)	105,895 (8.30%)
Resto de la región	1,345,227 (31.55%)	1,795,557 (37.64%)	450,330 (33.48%)

En conjunto, estos resultados parecen indicar que la suburbanización de Barcelona afecta positivamente tanto a los subcentros de población como al resto de la región, siendo este último ámbito el que más se beneficia. Si bien los subcentros concentran un porcentaje de población inferior al tercer ámbito espacial y sus diferencias han aumentado en los quince años analizados, se ha de tener en cuenta también que el número de secciones censales es sensiblemente menor en los subcentros y que, por tanto, la intensidad de uso de su suelo es mayor y aumenta en el tiempo. A la espera de analizar el impacto de los subcentros y del centro sobre la distribución espacial del resto de la población, estos datos parecen indicar que en los quince años considerados si bien los subcentros mantienen su presencia y, por lo tanto, todavía existe una estructura espacial policéntrica, el dinamismo del resto de la región podría estar poniendo en peligro su viabilidad futura.

#### 4.2 *La influencia de los centros de población en la estructura espacial*

Los resultados del Cuadro 3 parecen indicar que los subcentros de población están perdiendo protagonismo, por lo menos en términos relativos, en la estructura espacial de la población de la *RMB*. No obstante, tal y como se comentó anteriormente, el policentrismo no debe entenderse tan solo como un fenómeno relacionado con el volumen de población localizado en los subcentros, sino también como la influencia que dichos subcentros ejercen sobre el resto de la población.

En esta investigación el análisis de la influencia se realiza mediante la estimación de la ecuación [4] por mínimos cuadrados ordinarios donde, para corregir la presencia de heterocedasticidad en la muestra cross-section, los errores estándar y la matriz de covarianzas son calculados por el método de White. Atendiendo a los subcentros considerados, se realizan dos tipos de estimaciones por año, una en la que los subcentros de población utilizados son los 21-23 identificados al establecer, como segundo filtro, un umbral de población de 10,000 habitantes (Cuadro 4), y otra en la que se utilizan los subcentros identificados con un umbral de población del 1% de la población de la *RMB*, es decir, los 9 y 7 subcentros identificados en 1991 y 2005, respectivamente (Cuadro 5). Con estos dos grupos de estimaciones se pretende captar posibles diferencias en los resultados entre el grupo de subcentros exclusivamente grandes (Cuadro 5) y el conjunto de subcentros de todos los tamaños (Cuadro 4). Por otra parte, en cada caso se consideran dos especificaciones, una en la que se estima la ecuación [4] para cada año con los subcentros identificados en 1991 (especificaciones (1) y (2) del Cuadro 4, y (5) y (6) del Cuadro 5), y otra donde los subcentros utilizados para ambos años son los identificados en 2005 (especificaciones (3) y (4) del Cuadro 4, y (7) y (8) del Cuadro 5). Procediendo de esta manera se consigue controlar las diferencias en los resultados que pudieran venir ocasionadas por trabajar con un grupo de subcentros diferente en número y composición en los dos años analizados.

Los resultados obtenidos en cada una de las especificaciones consideradas muestran que, en primer lugar, los coeficientes estimados de todas las variables presentan los signos esperados, en especial los asociados a los gradientes. Esto es, el signo negativo del gradiente de densidad asociado a la distancia al *CBD*,  $\gamma$ , y el signo positivo del gradiente de densidad de la inversa de la distancia al subcentro más próximo,  $\delta$ , indican que la densidad de población se reduce a medida que nos alejamos del centro de la región y de sus subcentros de población. Estáticamente, estos resultados verifican econométricamente la existencia de una estructura espacial asociada a la población de tipo policéntrico en 1991 y 2005.

Cuadro 4  
 Densidad de población en la RMB: Superficie total  
 Influencia de los centros (Umbral de 10,000 habitantes)

	Subcentros 1991		Subcentros 2005	
	(1) 1991	(2) 2005	(3) 1991	(4) 2005
$A_0$	620.814*	563.116*	605.65*	556.161*
	(28.40)	(29.19)	(29.10)	(29.54)
$\gamma$	-0.120*	-0.114*	-0.115*	-0.111*
	(-21.13)	(-19.97)	(-21.28)	(-20.01)
$A_{SUB}$	5.595*	10.663*	4.663*	9.687*
	(3.31)	(4.29)	(2.75)	(3.91)
$\delta$	0.504*	0.440*	0.452*	0.435*
	(11.13)	(11.15)	(9.24)	(10.54)
$R^2$	0.3748	0.3603	0.3656	0.3573

\* Variables significativas al 99%.

Cuadro 5  
 Densidad de población en la RMB: Superficie total  
 Influencia de los centros (Umbral del 1% de la RMB)

	Subcentros 1991		Subcentros 2005	
	(5) 1991	(6) 2005	(7) 1991	(8) 2005
$A_0$	597.962*	541.324*	592.979*	544.975*
	(28.55)	(29.45)	(28.75)	(28.97)
$\gamma$	-0.115*	-0.109*	-0.113*	-0.111*
	(-19.49)	(-18.30)	(-19.40)	(-17.77)
$A_{SUB}$	6.792*	12.703*	6.659*	13.705*
	(3.01)	(3.99)	(2.86)	(4.14)
$\delta$	0.497*	0.436*	0.498*	0.458*
	(9.42)	(8.67)	(8.22)	(8.05)
$R^2$	0.3589	0.3406	0.3550	0.3406

\* Variables significativas al 99%.

En segundo lugar, el proceso de suburbanización de la población desde el centro de la Región Metropolitana de Barcelona también es verificado. En este sentido, el análisis dinámico de los resultados para los coeficientes asociados al *CBD* indica que, primero, el centro de la región pierde capacidad para atraer o, al menos, mantener población residente (su densidad teórica central se reduce entre 1991 y 2005). Segundo, las diferencias de densidades entre el *CBD* y el resto de la región se reducen, es decir, la caída de densidades a medida que au-

menta la distancia al *CBD* se reduce en 2005 (menor valor absoluto de su gradiente). En este último caso, además, la caída en el grado de significatividad individual del gradiente (en su t-student) indicaría una reducción de la capacidad articuladora del *CBD* en la distribución espacial de la población del resto de la *RMB*.

Respecto al efecto del proceso de suburbanización sobre el resto de la región, la evolución temporal de los otros dos coeficientes estimados, densidad central y gradiente del subcentro más próximo, señala que esta dinámica espacial beneficia directamente a los subcentros de población. En este sentido, estas concentraciones periféricas de población ven como parte de la población que abandona el *CBD* se dirige hacia sus propias secciones censales (aumentando su densidad central), así como hacia secciones censales que están localizadas en su entorno más inmediato y aumentan, por tanto, su área de influencia (reducción de su gradiente). En otras palabras, en el caso de la *RMB* la suburbanización de la población se produce según la pauta espacial tipo (b) descrita en la Sección 3.

La comparación de los resultados obtenidos para las dos especificaciones utilizadas, subcentros con umbral de 10,000 habitantes y subcentros con umbral del 1% de la *RMB*, no muestra la existencia de diferencias en cuanto a la evolución de sus coeficientes estimados. A lo sumo, existen diferencias de magnitud estimada debido al diferente número y composición de los subcentros considerados en cada grupo de estimaciones. No obstante, donde sí existe una diferencia importante es en la evolución temporal de la significatividad individual del gradiente del subcentro. En este sentido, mientras que el conjunto de todos los subcentros muestra una mejora en su t-student, cuando sólo se consideran los grandes subcentros su valor cae. Este resultado indicaría, por lo tanto, que el conjunto de todos los subcentros, influenciados fuertemente por la dinámica de los pequeños, es capaz de aumentar su capacidad de estructurar la localización de la población en el resto del territorio metropolitano, mientras que los grandes subcentros están perdiendo esta cualidad.

Resumiendo, los resultados obtenidos parecen verificar estáticamente la existencia de una estructura espacial de tipo policéntrico y, en términos dinámicos, la existencia de un proceso de suburbanización o crecimiento suburbanizado de la población que refuerza el policentrismo previo. No obstante, los resultados también indican la creciente



saturación de los grandes subcentros en cuanto a su papel estructurador de la localización de la población.

Por último, si bien las estimaciones anteriores utilizaban como variable dependiente una densidad de población calculada con la superficie total de la sección censal, se nos plantea la cuestión acerca de la influencia de esta superficie sobre los resultados obtenidos. En este sentido, a medida que nos alejamos del centro las secciones censales incluyen cada vez más superficie de suelo bajo usos no urbanos, típicamente agrarios y/o rurales en general. En estos casos, la densidad de población de estas secciones podría estar subestimada. Teniendo en cuenta esto, se calcula una densidad de población utilizando la superficie urbanizada de la sección censal<sup>18</sup> y se estiman cada una de las anteriores especificaciones. Los resultados obtenidos, Cuadros 6 y 7, no difieren de los anteriores en cuanto a las dinámicas espaciales<sup>19</sup> detectadas, sólo difieren, como cabría esperar, en algunas magnitudes.

Cuadro 6  
Densidad de población en la RMB: Superficie urbanizada  
Influencia de los centros (Umbral de 10,000 habitantes)

	Subcentros 1991		Subcentros 2005	
	(1) 1991	(2) 2005	(3) 1991	(4) 2005
$A_0$	541.553* (37.89)	509.205* (35.07)	534.193* (38.74)	505.732* (35.68)
$\gamma$	-0.089* (-17.89)	-0.091* (-16.61)	-0.085* (-17.50)	-0.088* (-16.45)
$A_{SUB}$	29.769* (6.39)	42.888* (8.23)	28.324* (5.64)	41.146* (7.62)
$\delta$	0.292* (11.78)	0.263* (11.99)	0.253* (9.29)	0.252* (11.00)
$R^2$	0.3307	0.3096	0.3218	0.3050

\* Variables significativas al 99%.

<sup>18</sup>Para su cálculo se ha hecho uso de software GIS en base al mapa de secciones censales de cada año y a los Mapas de Usos del Suelo de Cataluña de 1992 y 2002.

<sup>19</sup>Sólo en el caso del gradiente asociado al CBD se detecta una tendencia espacial diferenciada, es decir, un aumento en su valor absoluto y, por tanto, una mayor caída de densidades en 2005 a medida que nos alejamos de este centro. Este resultado, no obstante, parece deberse a que la caída en la densidad central estimada para el CBD es mayor cuando se utiliza la superficie total que la urbanizada.

Cuadro 7  
 Densidad de población en la RMB: Superficie urbanizada  
 Influencia de los centros (Umbral del 1% de la RMB)

	Subcentros 1991		Subcentros 2005	
	(5) 1991	(6) 2005	(7) 1991	(8) 2005
$A_0$	529.908*	494.850*	528.072*	497.026*
	(37.31)	(34.43)	(37.25)	(34.04)
$\gamma$	-0.089*	-0.091*	-0.089*	-0.092*
	(-16.46)	(-15.29)	(-16.27)	(-15.10)
$A_{SUB}$	35.941*	50.366*	36.884*	51.654*
	(6.56)	(8.38)	(6.53)	(8.57)
$\delta$	0.298*	0.268*	0.304*	0.278*
	(10.77)	(9.58)	(9.32)	(8.65)
$R^2$	0.3209	0.2959	0.3180	0.2953

\* Variables significativas al 99%.

### 4.3 Evolución espacial de la RMB desde una perspectiva ampliada: más de cien años de cambios

Uno de los determinantes más importantes que hay detrás de los cambios espaciales que ha experimentado la Región Metropolitana de Barcelona en estos últimos quince años es su propia historia. En este sentido, la RMB no ha permanecido inmutable en términos espaciales hasta 1991 sino que previamente ha experimentado otras dinámicas espaciales asociadas al crecimiento vegetativo de la población, a otros flujos migratorios o a la propia urbanización de la población. A modo de síntesis, las principales dinámicas se pueden agrupar en los siguientes periodos:

- 1900-1920 → Se establecen los límites del municipio de Barcelona. Como en muchas ciudades europeas, la estructura clásica de Barcelona empieza con la *vieja* ciudad central (dentro de las murallas hasta finales del siglo XIX), el ensanche (que se crea tras el derribo de las murallas), y los pueblos próximos, como Sarrià, anexionados y comunicados mediante una red de transporte inspirada en Hausmann (Muñiz *et al.*, 2003).
- 1920-1960 → El municipio de Barcelona se satura, trasladándose su crecimiento a los municipios de su contiguo espacial (Sau,

1993). Siguiendo los criterios del funcionalismo esta primera anilla metropolitana es urbanizada bajo la forma de bloques de vivienda masiva convirtiéndose en entornos residenciales muy densos (Muñiz *et al.*, 2003). Más allá de este contiguo urbano, en una segunda anilla más periférica (aunque sin alcanzar los subcentros) empiezan a aparecer segundas residencias ocupadas los fines de semana o en periodos vacacionales.

- 1960-1980 → Una mayor saturación del centro de la *RMB* y de su contiguo urbano lleva a una mayor integración de los municipios de la segunda anilla en el área de commuting del *CBD*. Cada vez más las segundas residencias son utilizadas como principales (Sau, 1993; Muñiz *et al.*, 2003).
- 1980-1990 → Los subcentros de población más periféricos, además de otras ciudades de tamaño mediano localizadas también periféricamente, empiezan a experimentar la suburbanización de su población hacia sus municipios contiguos.
- 1990-2005 → Se consolida la integración de los mercados de trabajo de los subcentros con el centro de la región. La *RMB* se expande hasta sus límites actuales incluyendo los denominados corredores metropolitanos, áreas extensivas más allá de los subcentros y que combinan usos rurales y residenciales (Muñiz *et al.*, 2003).

## 5. Conclusiones

Diferentes estudios muestran que la estructura espacial de las ciudades genera efectos económicos, medioambientales y sociales de diferente índole. Potenciar los positivos y reducir los negativos pasa por la aplicación de políticas que permitan redirigir la forma de la ciudad, su organización territorial. El paso previo necesario para la formulación de estas políticas es el conocimiento de la realidad a alterar y su evolución en el tiempo.

A este respecto, la experiencia de los últimos años muestra que los cambios en la estructura espacial de las ciudades se están llevando a cabo a partir de dos pautas posibles de suburbanización (o de crecimiento suburbanizado) de la población. Una primera, la dispersa, se caracteriza por una ocupación del suelo periférico mediante asentamientos fragmentados y poco densos. En la segunda, la policéntrica,

la ocupación periférica del suelo se realiza a través de concentraciones importantes de población, ya sean formaciones espontáneas o reguladas.

En el caso de la Región Metropolitana de Barcelona, entre 1991 y 2005 se asiste a un crecimiento suburbanizado de la población en el que su centro, el municipio de Barcelona, pierde importancia absoluta y relativa en favor de localizaciones más periféricas. Unas localizaciones que, además, se sitúan fuera de los subcentros de población identificados en esta investigación. Estos subcentros, no obstante, no son simples concentraciones importantes de población situadas más allá del *CBD*, sino que, además, son capaces de articular el territorio metropolitano. Es decir, la localización periférica de la población fuera de los subcentros no se deja al libre albedrío, sino que se articula alrededor de estos subcentros, constituyendo máximos locales de densidad y, por lo tanto, confirmando la existencia de una estructura espacial de tipo policéntrico. Es más, los resultados dinámicos señalan que esta estructura se refuerza en los quince años considerados mediante el aumento de la densidad central de los subcentros, así como de su área de influencia y también se intensifica su papel estructurador en la *RMB*. Sólo los grandes subcentros, aunque todavía atraen población y han aumentado su área de influencia, parecen presentar síntomas de saturación en cuanto a la articulación del territorio metropolitano.

En la actualidad, uno de los problemas más relevantes a los que se enfrenta la Región Metropolitana de Barcelona y que se asocia a su forma urbana, a su estructura espacial, se deriva de una elevada movilidad de su población sustentada en el uso del automóvil. En este sentido, la *congestión del tráfico* se presenta como una de las principales consecuencias negativas de los patrones de movilidad y del modelo de transporte. Pocas políticas se han adoptado para reducir este problema, a lo sumo en el interior de los municipios más poblados se han adoptado medidas desincentivadoras del uso del automóvil como las zonas verdes y azules, mientras que fuera de éstos la conexión entre municipios se ha reforzado mediante la construcción de más carriles, más accesos a las vías principales, más rondas de circunvalación, etc.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo, es decir, observando el comportamiento articulador de los subcentros en la localización de la población del resto de la región, quizás una política más audaz que pretendiera la reducción de los niveles de congestión de la infraestructura viaria sería aquella que fomentara el protagonismo de

unos subcentros con unos niveles de densidad de población elevados y sensiblemente superiores a los del resto de la región. El reforzamiento de su papel permitiría justificar y rentabilizar grandes inversiones en infraestructuras de transporte público que enlazaran los subcentros, entre ellos y con el *CBD*, mediante un modelo de transporte no basado exclusivamente en el automóvil, por ejemplo mediante ferrocarril. A una escala espacial menor, también podría reforzarse la conexión de los subcentros con las zonas residenciales de los municipios adyacentes mediante un modelo de transporte público más ligero como los autobuses.

## Referencias

- Abdel-Rahman, H. y M. Fujita (1993): "Specialization and diversification in a system of cities", *Journal of Urban Economics* 33, pp. 189-222.
- Abdel-Rahman, H. y P. Wang (1995): "Toward a general-equilibrium theory of a core-periphery system of cities", *Regional Science and Urban Economics* 25, pp. 529-546.
- Alonso, W. (1964), *Location and land use: Towards a general theory of land rent*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Anas, A., Arnott, R. y K.A. Small (1998): "Urban spatial structure", *Journal of Economic Literature* 36, pp. 1426-1464.
- Anderson, N.B. y W.T. Bogart (2001): "The structure of sprawl. Identifying and characterizing employment centers in polycentric metropolitan areas", *American Journal of Economics and Sociology* 60, pp. 147-169.
- Asensio, J. (1999): "Cambios en la forma urbana y demanda de transporte", Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Autoritat del Transport Metropolità (1998), *Diagnosi del sistema i directrius del pla director d'infraestructures*, Barcelona.
- Baerwald, T.J. (1982): "Land use change in suburban clusters and corridors", *Transportation Research Record* 891, pp. 7-12.
- Baumont, C., Ertur, C. y J. Le Gallo (2004): "Spatial analysis of employment and population density: The case of the agglomeration of Dijon 1999", *Geographical Analysis* 36, pp. 146-176.
- Bender, B. y H. Hwang (1985): "Hedonic house price indices and secondary employment centers", *Journal of Urban Economics* 17, pp. 90-107.
- Bertaud, A. (2002): "The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence?", World Development Report 2003, Dynamic Development in a Sustainable World, Background paper.
- Bogart, W.T. y W.C. Ferry (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", *Canadian Geographer* 33, pp. 312-328.
- Burns, M.C., Boix, M. y J. Roca (2001): "Contrasting Indications of Polycentrism within Spain's Metropolitan Urban Regions", Paper for the Eighth European Estate Society Conference, Alicante, Junio 26-29.
- Brueckner, J.K. (1987): "The structure of urban equilibria: A unified treatment of the Muth-Mills model", en Mills, E.S. (ed.) *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 2, North Holland, Amsterdam, pp. 821-845.
- Camagni, R. y C. Salone (1993): "Network urban structures in northern Italy: Elements for a theoretical framework", *Urban Studies* 30, pp. 1053-1064.
- Camagni, R., Gibell, M.C. y P. Rigamonti (2002): "Urban mobility and urban form: The social and environmental costs of different pattern of urban expansion", *Ecological Economics* 40, pp. 199-216.
- Casado-Díaz, J.M. (2000): "Local labour market areas in Spain: A case study", *Regional Studies* 34, pp. 843-856.
- Cervero, R. (1989), *America's suburban centers: The land use transportation link*, Unwin Hyman, Boston, MA.
- Cervero, R. y K-L Wu (1997): "Polycentrism, commuting, and residential location in the San Francisco Bay area", *Environment and Planning A* 29, pp. 865-886.
- Ciccone, A. y R.E. Hall (1996): "Productivity and the density of economic activity", *American Economic Review* 86, pp. 54-70.
- Cleveland, W.S. (1979): "Robust locally weighted-regression and smoothing scatterplots", *Journal of the American Statistical Association* 74, pp. 829-836.
- Cleveland, W.S. y S.J. Devlin (1979): "Locally weighted regression: An approach to regression analysis by local fitting", *Journal of the American Statistical Association* 83, pp. 596-610.
- Cleveland, W.S., Devlin, S.J. y E. Grosse (1988): "Regression by local fitting. Methods, properties, and computational algorithms", *Journal of Econometrics* 37, pp. 87-114.
- Craig, S.G. y P.T. Ng (2001): "Using quantile smoothing splines to identify employment subcenters in a multicentric urban area", *Journal of Urban Economics* 49, pp. 100-120.
- Dowall, D.E. y A. Treffeisen (1991): "Spatial transformation in cities of the developing world. Multinucleation and land-capital suburbanisation in Bogota, Colombia", *Regional Science and Urban Economics* 21, pp. 201-224.
- Dunphy, R.T. (1982): "Defining regional employment centers in an urban area", *Transportation Research Record* 861, pp. 13-15.
- Duque, J.C., Ramos, R. y J. Suriñach (2004): "Design of homogenous territorial units: a methodological proposal", Document de treball E04/115 de la Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales, Colecció de Economia, Barcelona.
- Erickson, R.A. y M. Gentry (1985): "Suburban nucleations", *Geographic Review* 75, pp. 96-121.

- European Communities (1999), *European spatial development perspective*, May, Postdam.
- Evans, A. (1976): "Economic influences on social mix", *Urban Studies* 13, pp. 247-260.
- Font, A., Llop, C. y J.M. Vilanova (1999), *La construcció del territori metropolità. Morfogènesi de la regió urbana de Barcelona*, Àrea Metropolitana de Barcelona, Mancomunitat de Municipis.
- Fujita, M. y H. Ogawa (1982): "Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations", *Regional Science and Urban Economics* 12, pp. 161-196.
- Fujita, M., Thisse, J.F. y Y. Zenou (1997): "On the endogenous formation of secondary employment centres in a city", *Journal of Urban Economics* 41, pp. 337-357.
- García-López, M.A. e I. Muñoz (2007): "¿Policentrismo o dispersión? Una aproximación desde la Nueva Economía Urbana", *Investigaciones Regionales*, próximamente.
- Giuliano, G. y K.A. Small (1991): "Subcenters in the Los Angeles region", *Regional Science and Urban Economics* 21, pp. 163-182.
- Gordon, P. y H.W. Richardson (1996): "Beyond polycentricity. The dispersed metropolis, Los Angeles, 1970-1990", *Journal of the American Planning Association* 62, pp. 289-295.
- Gordon, P., Richardson, H.W. y H.L. Wong (1986): "The distribution of population and employment in a polycentric city: The case of Los Angeles", *Environment and Planning A* 18, pp. 161-173.
- Greene, D.L. (1980): "Recent trends in urban spatial structure", *Growth and Change* 11, pp. 29-40.
- Griffith, D.A. (1981): "Modelling urban population density in a multi-centered city", *Journal of Urban Economics* 9, pp. 298-310.
- Guillain, R. y J. Le Gallo (2004): "The evolution of the spatial and sectoral patterns in Ile-De-France over 1978-1997", mimeo.
- Harris, T.F. y Y.M. Ioannides (2000): "Productivity and metropolitan density", mimeo.
- Heikkila, E., Gordon, P., Kim, J.I., Peiser, B., Richardson, H.W. y D. Dlae-Johnson (1989): "What happened to the CBD-distance gradient? Land values in a polycentric city", *Environment and Planning A* 21, pp. 221-232.
- Khan, M.E. (2000): "The environmental impact of suburbanization", *Journal of Policy Analysis and Management* 19, pp. 569-586.
- Lucas, R.E. Jr. y E. Rossi-Hansber (2002): "On the internal structure of cities", *Econometrica* 70, pp. 1445-1476.
- Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (1995), *Dinàmiques metropolitanes a l'àrea i la regió de Barcelona*, Diputació de Barcelona.
- Martori, J.M. (2000): "Modelización econométrica de la densidad de población urbana: evidencia empírica para cuarenta ciudades catalanas", Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona.

- Martori, J.M. y J. Suriñach (2000): "Elasticidad precio de la demanda de viviendas en la ciudad monocéntrica. Evidencia empírica para cuarenta ciudades catalanas", *Revista de Estudios Empresariales* 8, pp. 173-183.
- Martori, J.M. y J. Suriñach (2002): "Classical models of urban population density. The case of the Barcelona Metropolitan Area," en Van Dick, J., Elhorst, P., Oosterhaven, J. y E. Wever (eds.), *Urban regions: Governing interacting, economic, housing and transport systems*, Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, Universiteit Utrecht, Utrecht, pp. 109-123.
- McDonald, J.F. (1987): "The identification of urban employment subcenters", *Journal of Urban Economics* 21, pp. 242-258.
- McDonald, J.F. (1989): "Econometric studies of urban population density: A survey", *Journal of Urban Economics* 26, pp. 361-385.
- McDonald, J.F. y D.P. McMillen (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. y P.J. Prather (1994): "Suburban employment centres: The case of Chicago", *Urban Studies* 31, pp. 201-218.
- McMillen, D.P. (2001): "Nonparametric employment subcenter identification", *Journal of Urban Economics* 50, pp. 448-473.
- McMillen, D.P. (2003): "Identifying sub-centres using contiguity matrices", *Urban Studies* 40, pp. 57-69.
- McMillen, D.P. (2004): "Employment densities, spatial autocorrelation, and subcenters in large metropolitan areas", *Journal of Regional Science* 37, pp. 225-243.
- McMillen, D.P. y J.F. McDonald (1997): "A nonparametric analysis of employment density in a polycentric city", *Journal of Regional Science* 37, pp. 591-612.
- McMillen, D.P. y J.F. McDonald (1998): "Suburban subcenters and employment density in metropolitan Chicago", *Journal of Urban Economics* 43, pp. 157-180.
- Mills, E.S. (1967): "An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area", *American Economic Review* 57, pp. 197-210.
- Ministerial Meeting on Regional Policy and Spatial Planning (1996): "European spatial planning", Vence, 3rd and 4th May.
- Miralles, C. (1997), *Transport i ciutat. Reflexió sobre la Barcelona contemporània*, Server de Publicacions Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Muñoz, I. y A. Galindo (2001): "Ecological sustainability and urban form", Document de Treball 01.20, Departament d'Economia Aplicada.
- Muñoz, I. y A. Galindo (2005): "Urban form and the ecological footprint of commuting. The case of Barcelona", *Ecological Economics* 55, pp. 499-514.
- Muñoz, I., Galindo, A. y M.A. Garcia-López (2003): "Cubic spline population density functions and satellite city delimitation: The case of Barcelona", *Urban Studies* 40, pp. 1303-1321.



- Muth, R.F. (1969), *Cities and Housing*, Chicago University Press, Chicago.
- Nijkamp, P. y A. Finco (2001): "Sustainable cities and spatial footprints", XXVII Reunión de Estudios Regionales, Madrid, 28-30 Noviembre 2001.
- Ogawa, H. y M. Fujita (1980): "Equilibrium land use patterns in a nonmonocentric city", *Journal of Regional Science* 20, pp. 455-475.
- Pagan, A. y A. Ullah (1999), *Non parametric econometrics*, Cambridge University Press, New Cork.
- Palacio, G.A. (1998), *Cohesió, centralitat i cohesió iterativa: àrees funcionals a Catalunya, 1981-1986-1991-avanç 1996*, Departament de Política Territorial i d'Obres Públiques, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Richardson, H.W. (1977), *The new urban economics and alternatives*, Pion Limited, London.
- Rogers, R. (2000), *Ciudades para un pequeño planeta*, Gustavo Gili, Barcelona.
- Sau, E. (1993): "La evolución del sistema urbano de Catalunya entre 1950 y 1991. Una aproximación a partir del modelo de Peter Hall", *Revista de Estudios Regionales* 35, pp. 115-136.
- Shearmur, R. y W.J. Coffey (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.
- Shukla, V. y P. Waddel (1991): "Firm location and land use in discrete urban space", *Regional Science and Urban Economics* 21, pp. 225-253.
- Small, K.A. y S. Song (1994): "Population and employment densities: Structure and change", *Journal of Urban Economics* 36, pp. 292-313.
- Song, S. (1994): "Modelling worker residence distribution in Los Angeles region", *Urban Studies* 31, pp. 1533-1544.
- Sullivan, A.M. (1986): "A general equilibrium model with agglomerative economies and decentralized employment", *Journal of Urban Economics* 20, pp. 55-75.
- Trullén, J. (1998): "Factors territorials de competitivitat de la Regió Metropolitana de Barcelona", *Revista Econòmica de Catalunya* 34, pp. 34-56.
- White, M.J. (1999): "Urban areas with decentralized employment: Theory and empirical work", en Mills, E.S. y P. Cheshire (eds.), *Handbook of regional and urban economics*, Vol. 3, North Holland, Amsterdam, pp. 1375-1412.
- Wieand, K. (1987): "An extension of the monocentric urban spatial equilibrium model to a multi-center setting: The case of two center city", *Journal of Urban Economics* 21, pp. 259-271.

**Abstract**

*Various studies show the spatial structure of cities causes several economic, environmental, and social effects. For maximizing positive and minimizing negative ones an exhaustive study of the urban form is needed. Centered in the case of the Barcelona Metropolitan Region (BMR) between 1991 and 2005, this study analyses statically and dynamically its spatial structure and characterizes its population suburbanization process. That is, the spatial impact of the last population localization changes is analysed.*

*Keywords: Suburbanisation, polycentrism, dispersion.*

*Recepción del original, febrero de 2007*

*Versión final, septiembre de 2007*