



Revista de la Construcción

ISSN: 0717-7925

revistadelaconstruccion@uc.cl

Pontificia Universidad Católica de Chile
Chile

Aguirre, C.; Marmolejo, C.

El impacto del policentrismo sobre la distribución espacial de los valores inmobiliarios: un análisis para
la Región Metropolitana de Barcelona

Revista de la Construcción, vol. 10, núm. 1, abril, 2011, pp. 78-90
Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127620972008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

*Polycentrism impact on the
spatial distribution of values
Real estate: an analysis
for the metropolitan area
of Barcelona*

El impacto del policentrismo sobre la distribución espacial de los valores inmobiliarios: un análisis para la Región Metropolitana de Barcelona



Autores

AGUIRRE, C.

Constructor Civil UC
Máster en gestión y valoración urbana UPC
Doctorando Centro de Política de Suelo y Valoraciones
Universidad Politécnica de Cataluña España
Académico Escuela de Construcción Civil UC
Pontificia Universidad Católica de Chile

E-mail: carlos.aguirre@upc.edu

Este artículo se deriva de la tesis de la investigación doctoral en Gestión y Valoración Urbana, en el marco de su tesis doctoral, del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I (UPC), realizada por el autor principal y dirigida por el secundario.

MARMOLEJO, C.

Doctor Arquitecto
Centro de Política de Suelo y Valoraciones
Universidad Politécnica de Cataluña España
E-mail: carlos.marmolejo@upc.edu

Fecha de recepción 28/05/2010

Fecha de aceptación 01/12/2010

Resumen

La teoría de la renta ofertada, que prevalece en el ámbito de la economía urbana, establece un *trade-off* entre los costes de transporte y la renta que se transfiere al suelo, de manera que cuanto mayor es la distancia entre un punto determinado del sistema urbano y el CBD, menor es la renta transferible al suelo. Sin embargo, esta teoría, en su acepción original, parte del supuesto de un sistema monocéntrico, en el cual todos los empleos están situados en el centro, un paradigma, por tanto, alejado del actual. En este artículo se propone: 1) un conjunto de métodos que permiten detectar subcentros de empleo, para 2) probar hasta qué punto estos ejercen una influencia en el valor inmobiliario de

su entorno. A partir de datos de empleo de la Región Metropolitana de Barcelona (RMB) y de valores residenciales, se detectan entre 15 y 26 municipios como potenciales subcentros; a partir de aquí, mediante un modelo de precios hedónicos, se prueba la influencia de estos sobre la distribución espacial del valor de las viviendas. Los resultados destacan la presencia de problemas de multicolinealidad, entretanto, la distancia al CBD y a algunos subcentros está correlacionada. Sin embargo, el modelo construido a partir de los subcentros detectados mediante la función exponencial negativa minimiza este problema, y permite validar, en un escenario policéntrico, la teoría de la renta ofertada.

Palabras clave: Teoría de la renta ofertada, policentrismo, mercados inmobiliarios, precios hedónicos.

Abstract

The theory of the bid rent is prevalent in the urban economy, establishing a trade-off between transport costs and income that is transferred to the ground, so that the greater the distance between a point system urban and CBD, the lower the income transferred to the ground. However, this theory in its original sense, the assumption of a monocentric, in which all jobs are located in the center, a paradigm, therefore, far from the present. This article aims to: 1) a set of methods for detecting sub-employment, 2) test the extent to which they exert an influence on the real value of their environment.

Since employment data from the metropolitan area of Barcelona (RMB) and residential values were detected between 15 and 26 municipalities as potential subcentres; from here, using a hedonic price model, is tested on the influence of these the spatial distribution of the value of housing. The results highlight the presence of problems multicolinealidad meantime, the distance to the CBD and subcenters some correlation. However, the model built from subcentres detected by the negative exponential function minimizes this problem and will validate, in a polycentric theory of income offered.

Key words: Metropolitan subcentres, polycentric city, real estate market, hedonic prices.

Introducción

El paradigma actual de los sistemas urbanos metropolitanos se encuentra abismalmente alejado del modelo monocéntrico, entretanto: a) el CBD no suele concentrar la mayor cantidad del empleo metropolitano, y b) el resto del empleo o bien se encuentra disperso o bien aglomerado en subcentros cuya potencialidad de atracción resulta diferencial. La progresiva aparición y consolidación de sistemas complejos, en parte dispersos y en parte policéntricos, ha sido pues, la línea de desarrollo urbano de las últimas décadas del siglo XX.

En esta investigación se busca establecer hasta qué punto la teoría de la renta ofertada continúa teniendo validez en los sistemas policéntricos-dispersos contemporáneos. Desde la perspectiva teórica sería esperable que así como los subcentros ejercen una influencia sobre la función de la densidad poblacional y de actividad económica (McMillen, 2001; Muñiz, 2003) también ejeriesen otra sobre el manto de valores inmobiliarios, una vez que el resto de atributos que los determinan han sido controlados.

I. Subcentros, forma de detectarlos y la teoría de formación espacial de los valores inmobiliarios

A. Los subcentros urbanos y su función en el territorio

Un subcentro es un punto en el espacio metropolitano caracterizado no solo por tener una densidad de trabajadores sensiblemente superior a la de sus vecinos, sino y sobre todo, por ser capaz de ejercer una influencia sobre su entorno. Dicha influencia puede verse reflejada mediante el flujo de trabajadores o compradores que acuden a él desde sus residencias, o por una modificación del manto de valores y de intensidad de uso del territorio alrededor de él. Un subcentro también debería ser un punto de referencia en el territorio con una fuerza identitaria tal capaz de ser reconocible por su vecindario.

Bertaud (2002), Plantea las diferencias entre las ciudades monocéntricas y policéntricas dependerá del nivel de reemplazo o sustitución en los destinos de los patrones de viajes obligados, y que ninguna ciudad es 100% monocéntrica ni 100% policéntrica. En un intento de clasificación define de forma teórica, en 4 grandes estadios las realidades metropolitanas:

1. Una ciudad con preponderancia del CBD y sin subcentros identificables, la mayoría de los viajes se

concentran en desde la periferia hacia el CBD. Esta categoría sería la ciudad monocéntrica.

2. Una ciudad donde el CBD y los subcentros ejercen lazos de fuertes de atracción de trabajadores y existe atracción de los subcentros entre sí, pero en menor grado (urban Village, ideal de planeación).

3. Una ciudad basada en un sistema policéntrico equipotencial, donde no existe una preponderancia del CBD respecto a los subcentros, ni entre estos últimos. Esta categoría sería la ciudad policéntrica.

4. Una ciudad a medio camino entre las monocéntricas y las policéntricas. Este modelo corresponde a jerarquías no bien definidas, ya que el CBD mantiene su jerarquía atrayendo los viajes, pero los subcentros también compiten con él, aunque no de forma equipotencial.

Apoyando lo anterior, desde los primeros modelos espaciales, como el de Von Thünen de 1826, hasta los de Krugman y Fujita (2005) la autoorganización del espacio se ha planteado mediante la integración de tres procesos íntimamente relacionados entre sí, a saber. La formación espacial de la renta del suelo, la configuración de usos del suelo, y la intensidad de uso del espacio. Entonces, Valor, uso y densidad son, por tanto, las tres caras de una misma moneda; en cuyo trasfondo subyacen los costes de transporte-tiempo erogados al superar el espacio y las externalidades de aglomeración que, como propiedad emergente, surgen de la concentración de localizadores.

Desde la perspectiva de la densidad de trabajadores la naturaleza de los subcentros, se encontrará definida por su capacidad de atracción de estos territorios como centros laborales y por ende de viajes obligados, en reemplazo al CBD. Los métodos de identificación y validación de subcentros, deberían ser lo suficientemente robustos para establecer estas jerarquías y aun más permitir que esta diferencia de potencial sea considerado en su validación.

B. Métodos de identificación y validación de subcentros

En la literatura existen dos familias, ambas tienen caminos convergentes con matizaciones particulares. Los métodos diseñados para detectar subcentros laborales (véanse los excelentes estados del arte realizados por Muñiz, 2003 y 2005; y Roca, et al. 2010), que logra organizar los métodos en dos grandes familias, según sus variables básicas de análisis. Estas son la distribución de la densidad y la movilidad laboral.

i. Análisis de la distribución de la densidad (p.e.: puestos de trabajo/superficie urbanizada)

Es la más extendida en los trabajos empíricos, según McMillen (2001) "una definición de trabajo razonable sobre el concepto de subcentro 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 originalmente 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 los 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 aquellas 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 (*cutoffs*) 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*¹; 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); Giuliano & Readfearn (2007);

3. Desde una perspectiva econométrica, 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, en donde la densidad de una localidad (variable explicada) es una función de la distancia a la que se encuentra del CBD (variable explicativa). 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. 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 weighted regression* (LWR 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.

ii. El análisis de la movilidad residencia-trabajo.

Ha tenido un desarrollo más escaso, parte del entendimiento que un subcentro, no solo 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. 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).

Muñiz (2003), ha sugerido que si bien, todos los métodos han hecho aportes significativos, todos presentan aspectos arbitrarios, como: el número de habitantes mínimo, el porcentaje mínimo retención de viajes, el número mínimo de empleados, para que una localización se considere subcentro.

¹ McMillen (2001) hace mención a las ventajas de los umbrales definidos por Giuliano y Small (1991), dado que al combinarlos con un conocimiento de la realidad a analizar, es fácil y eficaz de utilizar. El objetivo de aquel estudio era incorporar efectos temporales a su estudio de la evolución de la estructura de Chicago entre 1970 y 2020 (McMillen y Lester, 2003).

En una mirada crítica a los métodos y definiciones de subcentros que le son subsecuentes:

- a) A pesar de que la densidad de empleo y los flujos de trabajadores son dos caras de un mismo proceso, ambas informaciones aportan aspectos cualitativos diferentes, el primero da cuenta, por ejemplo, de la intensidad con la que se usa el espacio de destino; mientras que el segundo la fuerza con la que se unen destinos y orígenes. Ambas familias han analizado estancamente estos aspectos y muy pocos esfuerzos se han hecho para generar criterios combinados movilidad-densidad.
- b) La especialización de los métodos resulta también sujeto de controversia. Si bien es una ventaja que se especialice la técnica, en particular los modelos económétricos, resulta muy difícil su aplicación a varias realidades diferentes. De hecho, McMillen (2003), reconoce de forma certera que el método de Giuliano y Small, es el más fácil de usar cuando se quiere comparar ciudades. La simpleza y parsimonia de un método de identificación resultaría muy atractiva si, además, fuese eficaz.
- c) El tratamiento agregado de la densidad, no permite distinguir la densidad que se genera por los trabajadores (*commuters*) que llegan desde otras localizaciones, de aquella densidad endógena que se genera por la población ocupada que se queda a trabajar en el mismo sitio (*resident workers*); por esta razón no se puede, mediante este tratamiento agregado distinguir las localizaciones que son densas porque atraen un flujo importante de trabajadores pero a la vez retienen una cuantía importante (subcentros maduros que estructuran el territorio), de aquellas que son densas 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).

En este artículo se ponen en práctica la mayor parte de técnicas de identificación basadas en la densidad, tanto por umbrales, como por modelos económétricos; y además, se propone una nueva forma de ver la densidad, que permite subsanar la crítica del punto 3.

II. Estudio de caso, datos y modelos

El caso de estudio es la Región Metropolitana de Barcelona: esta cuenta con 164 municipios, 3.200 kilómetros cuadrados, 551 kilómetros cuadrados artifi-

cializados². Se realiza un corte transversal con la información de los Lugares de Trabajo Localizados a nivel de municipios (LTL), obtenidos en base a la movilidad laboral consultada en el Censo de Población y Vivienda, realizado por INE en el año 2001. Estos Lugares de trabajo localizados se utilizan como sinónimo de empleo en la estimación de los modelos enunciados. Las críticas al estado del arte sustentan la necesidad de construir una medida de densidad vectorial para los casos de estimación de curvas de regresión, correspondiendo a la norma de un vector entre la densidad de trabajadores residentes y entrantes, con miras a captar el efecto de los centros que de por sí son vertebradores del territorio y no solamente polígonos industriales, grandes centros de empleo, o ciudades dormitorio. Para suplir esta deficiencia, se prueba una primera aproximación a este fenómeno al considerar la denominada densidad vectorial (VEC), que toma como valor de densidad, la norma del vector construido en el plano de forma cartesiana, compuesto por la densidad de trabajadores residentes y los entrantes (Aguirre y Marmolejo, 2009b).

Desde el estado del arte se seleccionan 10 metodologías, que se muestran en la Tabla N°1, obteniendo 10 grupos candidatos a subcentros metropolitanos, con 15 a 26 municipios cada uno y cuyos resultados se observan en la Figura n° 1 y n° 2 y la Tabla n° 2.

Para la validación de cada uno de los grupos de subcentros se siguió la definición de asociada a tres dimensiones, la singularidad de la densidad de trabajadores localizados, la influencia que tiene sobre el entorno y su acción en territorio, manteniendo el criterio de Roca, et al. (2010) y Aguirre, et al. (2009).

III. Resultados

Mediante los diferentes métodos establecidos, se identificaron diferentes grupos de subcentros, asociados cada uno de los criterios expuestos en la Tabla N° 1. Tal como se esperaba, los modelos con la densidad vectorial, establecen un número diferente de subcentros que los de densidad de LTL habitual.

Los modelos exponenciales no muestran una diferencia significativa entre los candidatos a subcentro según la densidad de LTL y la Vectorial, ya que cuentan con

² Se denominan artificializados, a los terrenos que cuentan con una transformación efectiva del suelo, por parte del Ser Humano. Este cálculo se hace según información de análisis espectral de las fotos satelitales, realizados en el CPSV-UPC.

la misma cantidad de subcentros identificados y solo presentan un municipio de diferencia: L'Hospitalet de Llobregat. Los modelos estimado no son eficientes en la generación de un punto inicial con residuo bajo y que permita la conformación del manto de densidad, ya que en CBD debe ser el origen de la regresión exponencial y en particular el punto asintótico de la función exponencial negativa, replicando una condición de monocentrismo. En este caso ambos métodos, reconocen a Barcelona como una anormalidad, ya que no lo colocan en su asíntota, como se observa en la Figura 7. Este proceso, hace que matemáticamente el modelo no presente la eficiencia correspondiente y por tanto, podemos inferir, que presentará problemas más adelante. Por ser estimado por un proceso de máxima verosimilitud, el modelo no ha considerado la eficacia de sus estimadores más allá de la significancia

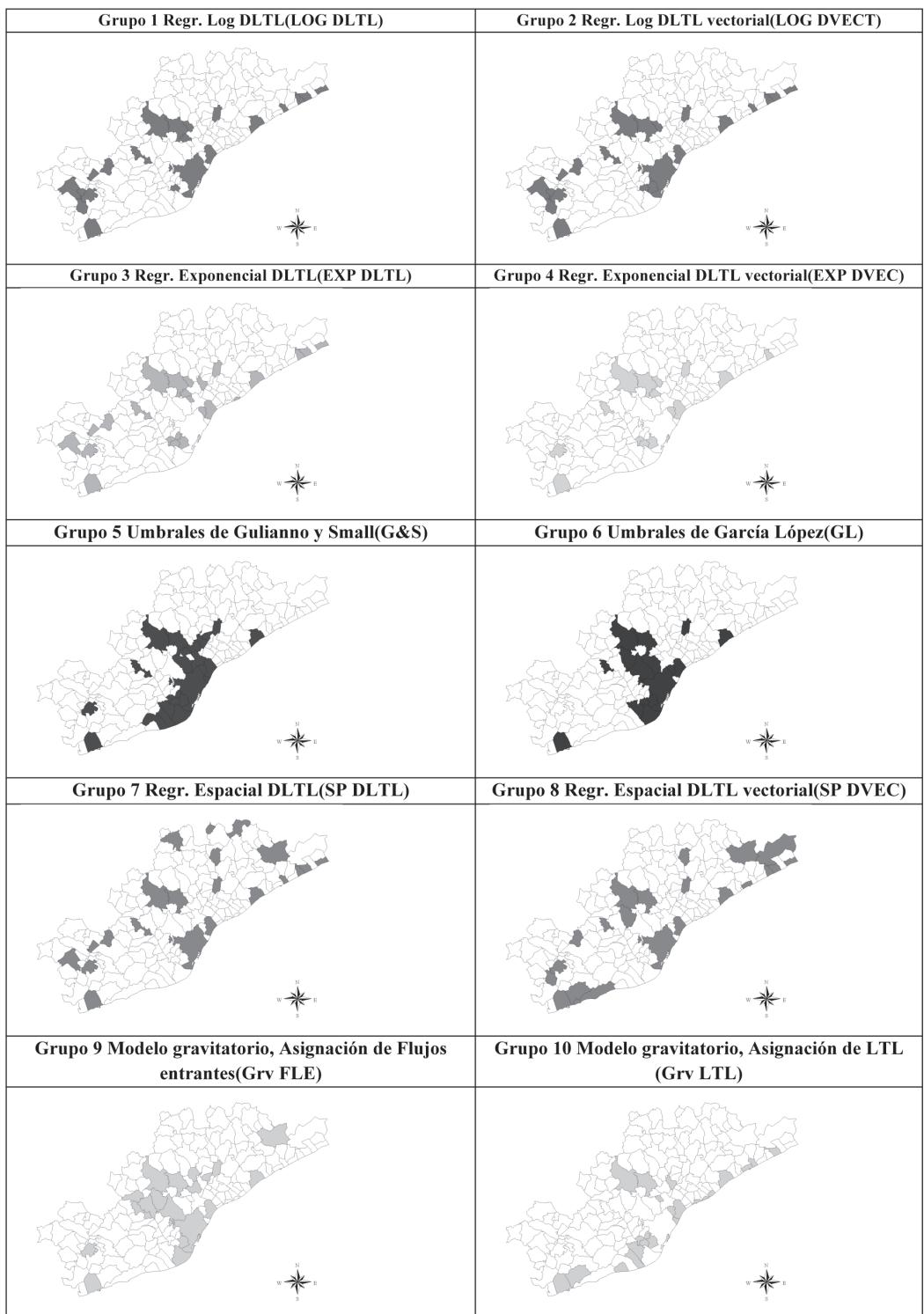
estadística de ellos. El efecto de utilizar la densidad vectorial al ajustar más las curvas en las cercanías del CBD. Mientras que los efectos en las lejanías de este son menos observables. En cambio, los modelos exponenciales gravitacionales muestran resultados muy diferentes cuando se calibran con densidad de LTL o vectoriales. En el caso de la densidad, el modelo elige zonas compactas donde aparecen agrupaciones de municipios que forman subcentros. Este proceso queda más en evidencia, al analizar la regresión de la densidad vectorial, donde se identifican algunos de estos municipios, que forman aquellas zonas. Ambos modelos eliminan Barcelona como subcentro, ya conforman su ecuación en base a este punto. En ese sentido, se puede establecer que los modelos exponenciales gravitacionales son más eficientes en la generación de la curva de referencia monocéntrica exponencial.

Tabla 1 Organización de los modelos de identificación

Fuente: Elaboración propia con base en Roca, et al. (2010), Muñiz (2003), Aguirre (2009)

Familia	Nombre de trabajo	Método	Variable Base	Criterio de identificación
Densidad	Grupo 1 LOG DLT		Densidad de empleos	Municipios cuyos residuos positivos mayores a una desviación estándar
	Grupo 2 LOG DVECT		Densidad vectorial de empleos	Municipios cuyos residuos positivos mayores a una desviación estándar
	Grupo 3 EXP DLT		Densidad de empleos	Municipios cuyos residuos positivos mayores a una desviación estándar
	Grupo 4 EXP DVEC		Densidad vectorial de empleos	Municipios cuyos residuos positivos mayores a una desviación estándar
	Grupo 5 G&S	Umbral	Densidad de empleos	Empleo > 25 empleos/ha y Empleos > 10.000
	Grupo 6 GL	Umbral	Densidad de empleos	LTL superior al 1% del sistema Densidad mayor a la media del sistema
	Grupo 7 SP DLT		Densidad de empleos	Función exponencial(LN) negativa y residuos positivos mayores a una desviación estándar
	Grupo 8 SP DVEC		Densidad vectorial de empleos	Función exponencial(LN) negativa y residuos positivos mayores a una desviación estándar
	Grupo 9 Grv FLE	Modelo gravitacional restringido en origen	Flujos de trabajadores	Municipios que presenten más flujos entrantes que el modelo le asigna
	Grupo 10 Grv LTL	Modelo gravitacional restringido en origen	Flujos de trabajadores	Municipios que presenten más flujos entrantes que el modelo le asigna

Figura N° 2 Subcentros de la RMB, según el método elegido



De los elegidos por más de 5 métodos, se observa que los modelos espaciales, eliminan a los municipios del continuo urbanizado de Barcelona y los métodos de umbrales y gravitacionales, no seleccionan los municipios más alejados y que son identificados por los métodos de regresión. Un caso especial es el de Santa Coloma de Gramanet que es seleccionada como subcentro por 5 métodos, donde los modelos de flujos, regresiones exponenciales y espaciales no la seleccionan.

Al analizar los que son elegidos por menos de 5 métodos, se observa una formación en dos ámbitos, el primero, entre los subcentros anteriores y alejados, estos municipios alejados de Barcelona, son seleccionados por los métodos de movilidad y espaciales, ya que sus métodos han considerado el efecto que presentan sobre su entorno.

En términos teóricos, volviendo a la explicación de la Bid rent y asociado a una relación de renta y costo de transporte, se puede establecer que este efecto debería reflejarse en los valores inmobiliarios. Entonces, en

primera instancia se pueden establecer dos hipótesis a probar: la primera es que en términos estadísticos, ***los precios de los grupos de subcentros son diferentes y mayores que los otros municipios***; y en un segundo lugar, que estos ejercen una influencia sobre el valor de los municipios próximos.

B. Estimación de los efectos en los valores, aproximación hedónica

La aproximación de los valores residenciales se hace sobre la base de datos de CATSA a nivel de municipio, donde se separa según la antigüedad de bien inmueble y se entrega un valor medio por municipio para viviendas nuevas y usadas. Asimismo, se incorpora la información del censo de vivienda de INE de 2001, portal de establecer las condiciones medias de la vivienda en esos municipios.

Antes de probar la hipótesis antes mencionadas, se calculan los valores de correlación entre las densidades, los precios por tipo, y la distancia a Barcelona.

Tabla N° 2 *Candidatos a subcentros seleccionados, para más de 5 métodos*
Fuente: Elaboración propia

Municipio	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Resumen
	LOG DTLT	LOG DVECT	EXP DTLT	EXP DVEC	G&S	GL	SP DTLT	SP DVEC	Grv FLE	Grv LTL	
Badalona	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Mataró	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Sabadell	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Terrassa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Vilanova i la Gel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Granollers	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Martorell	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Vilafranca del Pe	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8
Cornella de Llob	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	7
Hospitalet de Llc	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
Calella	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6
Pineda de Mar	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	6
Sant Andreu de la	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	5
Malgrat de Mar	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	5
Sant Sadurní d'Ar	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	5
Santa Coloma de	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	5
Totales	22	22	26	15	25	15	22	20	19	24	

En ese sentido, podemos observar que todas las correlaciones son significativas aunque sus valores son menores en las densidades que en los precios. **Por tanto densidad, precio y accesibilidad son tres caras de una misma moneda.** En el caso de estudio, las curvas de distancia cuentan con una gradiente negativa, se observan diferencias. Los valores de densidad y precios están correlacionados de forma positiva, pero en sus valores se observan anomalías importantes.

i. Comparación de medias entre subcentros y no subcentros

La hipótesis es que los modelos de identificación permiten seleccionar municipios cuyos valores residenciales son estadísticamente distintos a los no seleccionados. Para cumplir con este análisis, se utilizará

un análisis de varianza de un factor y la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney, ya que con este análisis se obvia que los conjuntos posean una distribución normal, lo que no es asegurable en los conjuntos de candidatos a subcentros. Los resultados (Tabla nº3) donde se infiere que solo los candidatos seleccionados en los Grupos, 4, 5, 6 y 10, son significativamente diferentes a los no seleccionados. En la misma muestra los resultados para cada Grupo, del test no paramétricos de WMW, mantiene las relaciones de igualdad que se había obtenido en la prueba Anova, además de rechazar la hipótesis nula de similitud para el Grupo gravitatorio de flujos, por tanto que los modelos más eficientes, para los precios, son el Grupo exponencial gravitatorio, el de García López, Gulianno y Small, y ambos gravitatorios. Los grupos eficientes en discriminación de valores inmobiliarios, son el nº 4, 5, 6, 9 y 10.

Tabla N° 3 Test de igualdad de medias
Fuente: Elaboración propia

ANOVA de un factor										
Grupo		Media aritmética	Varianza	Probabilidad	F	Valor crítico para F	Media Calculada	p-value	95% rango	
1	Subcentros	1.083	61.574	0,2247	1,486	3,9006	1115,4	0,324	-1184	55,2
	No Subcentros	1.159	74.933				1153,5			
2	Subcentros	1.100	70.051	0,3689	0,812	3,9006	1115,4	0,511	-170	78,8
	No Subcentros	1.156	73.998				1150,8			
3	Subcentros	1.208	77.479	0,2196	1,519	3,9006	1215,5	0,124	-28,1	1202
	No Subcentros	1.137	72.346				1135,3			
4	Subcentros	1.289	37.662	0,0341	4,567	3,9006	1269,4	0,018	31,6	295,7
	No Subcentros	1.134	75.085				1129,9			
5	Subcentros	1.343	29.823	0,0341	16,89	3,9006	1362,2	0	146,2	337,1
	No Subcentros	1.112	73.329				1104,7			
6	Subcentros	1.374	27.122	0,0018	10,02	3,8955	1399,1	5E-04	109,9	346,7
	No Subcentros	1.148	73.390				1147,7			
7	Subcentros	1.057	49.691	0,0878	2,95	3,9006	1090,4	0,118	-210	22
	No Subcentros	1.163	75.978				1153,5			
8	Subcentros	1.181	64.903	0,563	0,336	3,9006	1153,9	0,726	-210	22
	No Subcentros	1.144	74.889				1144,7			
9	Subcentros	1.261	37.056	0,0522	3,825	3,9006	1242,7	0,023	19,1	243,6
	No Subcentros	1.133	76.593				1120,4			
10	Subcentros	1386	31.899	0,0001	16,54	3,8931	1399,1	0	135,8	345,6
	No Subcentros	1148	18.494				1147,7			

ii. Análisis de precios hedónicos

El modelo de precio hedónico se estimó considerando las condiciones de accesibilidad, de externalidades de ambientales urbanas y por último de condiciones socioeconómicas. Para la accesibilidad, se contó con la base de distancias entre municipios por carretera, con el CBD y posteriormente con los subcentros identificados en cada grupo. Las condiciones ambientales urbanas, se contó con la información del Censo de 2001, donde se estipulan las condiciones de la edificación, en porcentaje para cada municipio, y las superficies obtenidas de las bases de datos de CPSV. Se modela la presencia de costa, con una variable dummy. Por último, las condiciones sociales se consideró el nivel de educación y la ocupación de los residentes según información del Censo. Como muchos de estos valores se encuentran altamente correlacionados, se realizan análisis factoriales para sintetizar lo más posible la información de los vectores sociales, reduciendo las variables mediante tres análisis factoriales de las variables asociadas a la explicación de los grupos de trabajadores por cada municipio, a las características de los residentes según su formación profesional y las clases socioprofesionales, además de los valores de rentas medias y en valor medio del impuesto a la renta para personas individuales. La variable explicada, es el valor medio por m^2 de las viviendas plurifamiliares nuevas de las tasaciones inmobiliarias proporcionados por el CPSV, con base en la información de CATSA, a nivel municipal.

El procedimiento corresponderá a estimar una regresión base asociada en la accesibilidad, considerando solamente la distancia al CBD, obteniendo el modelo donde todas las variables sean estadísticamente significativas.

La regresión hedónica de precios medios (tabla N° 6) se acepta dado que sus estadígrafos son aceptables y resulta un modelo parsimonioso. Al modelo anterior, se le ha introducido la distancia de cada municipio al subcentro más cercano detectado mediante las diferentes metodologías explicitadas en la tabla N°1, para probar nuestra segunda hipótesis se espera que mejoren los valores de ajuste, y que los coeficientes sean significativos, en particular el de la distancia a los subcentros. Las regresiones se resumen en la tabla N° 7, donde se observa que la mayoría de las regresiones empeoran o en su defecto sus coeficientes no son significativos. Entre paréntesis, debajo de cada uno de los coeficientes, se muestran la "t values" (significancia).

El Grupo 4 (15 subcentros), determinado mediante una regresión exponencial paramétrica y la densidad

vectorial, resulta ser el más robusto ya que aumenta su ajuste y además ambos coeficientes, el de la distancia al CBD y a los subcentros, son significativos. Los grupos 10 y 6, aumentan el ajuste respecto a la regresión inicial, pero ambos presentan problemas de multicolinealidad, por lo cual se rechazan.

Tabla N° 5 Sumario del modelo de regresión base variable dependiente valor de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

R	R ²	R ² Ajustado	Std. Error	sig	Durbin- Watson
0.863	0.745	0.735	142.053	0.000	2.086

Es interesante explorar las razones del por qué en los otros grupos de subcentros, no es posible estimar una regresión eficiente. Una de las hipótesis del modelo de regresión lineal múltiple establece que no existe relación lineal exacta entre las covariables, en otras palabras, establece que no existe multicolinealidad perfecta en el modelo. Esta hipótesis es necesaria para el cálculo del vector de estimadores mínimo cuadráticos, ya que en caso contrario la matriz de regresores será no singular. Es frecuente que entre los regresores exista una relación aproximadamente lineal, en cuyo caso los estimadores que se obtengan serán en general poco precisos, aunque siguen conservando la propiedad de lineales, insesgados y óptimos.

Conclusiones

La prevalencia del modelo de renta ofertada (*bid rent*) que establece un *trade off* entre la renta que se transfiere al suelo y los costes de transporte ha sido puesto a prueba en el escenario de una metrópoli policéntrica. Mediante 10 diferentes formas de detección de subcentros se ha probado en primera instancia, que la Región Metropolitana de Barcelona posee cierto grado de policentrismo, aunque el municipio de Barcelona tiene un papel preponderante en la concentración de empleo. Como era de esperar la proximidad a los subcentros parece tener un efecto positivo en el valor de las viviendas. Del conjunto de modelos hedónicos ensayados, únicamente el construido con los subcentros detectados por medio del análisis de la densidad vectorial siguiendo una expresión funcional exponencial negativa, por lo cual podemos considerar que son verdaderos subcentros.

Tabla N° 6 Coeficientes de la regresión base y diagnósticos de significancia y multicolinealidad
Fuente: Elaboración propia

	Coeficientes no estandarizado				Pruebas de multicolinealidad		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
(Constante)	1412.956	44.64		31.652	.000		
Distancia a Barcelona (CBD)	-8.287	1.08	-.459	-7.635	.000	.457	1.896
Componente 1 Socio profesional Profesionales, directivos	88.551	14.14	.321	6.261	.000	.630	1.586
Zona de Costa	178.383	32.67	.246	5.460	.000	.817	1.223
Equipamiento por superficie municipal	8.731	5.78	.081	1.510	.133	.580	1.724
Componente 1_LTL Profesionales, Oficinistas, Adm.	37.221	15.84	.134	2.349	.020	.506	1.974

Tabla N° 7 Resumen de modelos por Grupo
Fuente: Elaboración propia

	Constante	Distancia a BCN (CBD)	Distancia al subcentro más cercano	Test de multicolinealidad Para distancia mínima	
				R ²	k
Base Inicial	0.735	1399.481	7.49	-	-
Solo distancia a con CBD		(36,893)	(-6,787)	-	-
Grupo 1	0.734	1396.36	-7.50	0.367	VIF= 1.572
		(33,873)	(-6,769)	(0,196)	Tolerancia=0.636
Grupo 2	0.734	1394.62	-7.50	0.575	VIF= 1.569
		(33,85)	(-6,733)	(0,308)	Tolerancia=0.637
Grupo 3	0.734	1394.50	-7.551	0.852	VIF= 1.720
		(35.047)	(-6.776)	(0.465)	Tolerancia=0.581
Grupo 4	0.746	1412.93	-7.41	-1.47	VIF= 1.033
		(35.101)	(-6.699)	(-1.999)	Tolerancia=0.968
Grupo 5	0.737	1324.23	-6.82	5.59	VIF= 11.40
		(29.095)	(-6.183)	(2.852)	Tolerancia=0.877
Grupo 6	0.740	1399.00	-5.93	-3.82	VIF= 2.831
		(37.213)	(-4.388)	(-1.954)	Tolerancia=0.353
Grupo 7	0.735	1374.01	-7.25	1.63	VIF= 1.210
		(28.871)	(-6.384)	0.887	Tolerancia=0.826
Grupo 8	0.737	1324.24	-6.82	5.59	VIF= 1.140
		(29.096)	(-6.183)	(2.853)	Tolerancia=0.877
Grupo 9	0.738	1387.08	-8.07	3.14	VIF= 1.502
		(30.584)	(-6.965)	(1.571)	Tolerancia=0.666
Grupo 10	0.742	1400.62	-7.45	-0.19	VIF= 2.141
		(35.263)	(-6.402)	(-0.1)	Tolerancia=0.467

Para investigaciones futuras, el desafío está en eliminar los problemas de multicolinealidad; e indagar con más profundidad sobre las repercusiones que tiene la existencia de subcentros, en el sentido de que sería

esperable que diferentes subcentros, especializados en diferentes actividades, creasen no solo una distorsión en el manto de valores, sino verdaderos submercados residenciales en su entorno.

Bibliografía

- ALONSO, W. (1964), Location and Land Use, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- AGUIRRE, C., RAMOS, R. (2005), Impacto del ruido urbano en el valor de los departamentos nuevos: un estudio de precio hedónico aplicado a bienes ambientales. Revista de la Construcción, volumen 4, número 1, páginas 59-69.
- AGUIRRE, C.; MARMOLEJO C. (2009), "Effects of labor subcentres in urban property values. Case study of the metropolitan region of Barcelona".49th European Congress of the Regional Science Association International, 29-30 de Agosto, Polonia. (Forthcoming).
- AGUIRRE, C.; MARMOLEJO C. (2009b), "Effects of labor subcentres in urban property values. Case study of the metropolitan region of Barcelona".Architecture, City & Environment (Forthcoming).
- BERTAUD, A. (2002) The Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome or Unforeseen Consequence?" *World Development Report*, Dynamic Development in a Sustainable World. Background Paper.
- BURNS, M., MOIX, M., ROCA, J. (2001): Contrasting Indications of Polycentrism within Spain's Metropolitan Urban Regions, *Eighth European Estate Society Conference*, Alicante, Junio 26-29.
- 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., N. G., P. T. (2001) Using Quantile Smoothing Splines to Identify Employment Subcentres in a Multicentric Urban Area, *Journal of Urban Economics*, 49, pp. 100-120.
- FUJITA, M., KRUGMAN, P., VENABLES, P. (2000), Economía Espacial, Las ciudades, las regiones y comercio internacional", 1era Edición, Ariel Economía, Barcelona.
- 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.
- GIULIANNO, 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
- HEIKKILA, E., GORDON, P., KIM, J. I., PEISER, B., RICHARDSON, H.W.Y 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.
- 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. Recuperado. Octubre 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., MCMILLEN, D.P. (2007), Urban economics and real estate: theory and policy, Blackwell, Malden MA, Boston USA. PP 640.
- MCMILLEN, D. P. (2003) Identifying Subcentres Using Contiguity Matrices, *Urban Studies* Vol. 40, nº 3, pp. 57-69.
- 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 Economía Aplicada; UAB.
- MUÑIZ, I.; GALINDO, A., (2005) Descentralisation, integration and polycentrism in Barcelona, Working paper,05.12 del departamento de Economía Aplicada Univerdidad Autónoma de Barcelona.
- MUTH, R. (1969). Cities and Housing. Chicago: University of Chicago. Chicago, Illinois, Estados Unidos.
- ROCA, J. (1988) "La Estructura de valores urbanos un análisis teórico-empírico, 1era edición, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.

- ROCA, J.; MARMOLEJO, C.; MOIX, M. (2010), "Estructura Urbana y Policentrismo. Hacia una redefinición del concepto", *Urban studies* (Forthcoming)
- ROCA, J.; MOIX, M.; (2005), "Cap a una nova organització territorial de Catalunya" Research paper, 5-2004, Centro de Política de suelo y valoraciones, Universidad Politécnica de Cataluña.
- 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
- 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.
- SONG, S. (1994): Modelling Worker Residence Distribution in the Los Angeles Region, *Urban Studies* 31, pp. 1533-1544.
- WHITE, M. J. (1976): Firm Suburbanization and Urban Subcenters. *Journal of Urban Economics*, 3, pp. 323-343.