

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

TESIS DOCTORAL

**ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO
Y ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN:
EL CASO DE LA INDUSTRIA
EN LA REGIÓ METROPOLITANA DE BARCELONA**

Miquel-Àngel García López

Director: Ivan Muñiz Olivera

Departament d'Economia Aplicada
Programa de Doctorat en Economia Aplicada

Bellaterra, Enero de 2006

Per a la Marta,

*perquè tu, més que ningú,
m'ajudes en el treball i em dones suport;*

*perquè tu, més que jo,
pateixes dels dies i setmanes inacabables de feina;*

*perquè tu, i només tu,
ets la meva vida;*

*perquè a tu, i només a tu,
estimo amb bogeria..*

AGRADECIMIENTOS

En los últimos meses, desde que yo mismo di señales acerca de la finalización de mi tesis doctoral, mucha gente me ha comentado que, con su presentación y defensa, se inicia una nueva etapa en mi vida profesional y privada. En lo profesional, dicen, afrontaré el día a día de esta nueva vida con una nueva “vestimenta”, la de doctor, que me permitirá estar a la “altura” de mis colegas. En lo privado, insisten, la finalización de un trabajo de tal envergadura implica una liberación de tiempo que, sin ningún tipo de duda, dedicaré a mi mujer, familia y amigos.

No sé qué hay de cierto en todo esto, ni lo que ocurrirá después de esta tesis, pero sí sé que, si he llegado hasta aquí, es gracias al papel que han desempeñado un conjunto de personas en mi vida privada y profesional. Estos familiares, compañeros, amigos y conocidos han ayudado a esculpir mi personalidad y mi actitud ante la vida y el trabajo. A todos ellos les debo mi devoción y gratitud eterna.

Mi director de tesis y amigo, Ivan Muñiz, me introdujo en el tema y la literatura sobre lo que supuestamente soy especialista y en lo que se basa este trabajo de investigación. A pesar de los largos días de trabajo y de la multitud de discusiones que hemos tenido, muchas veces motivadas por la tozudez de quien suscribe estas palabras, hemos conseguido mantener una relación profesional equilibrada que va más allá del mero trato director-doctorando y que se enmarca dentro una relación más amplia de amistad y respeto. En este sentido, además de mi afición-profesión, a mi mentor le debo otras aficiones, como el gusto por escuchar buen jazz, aunque jamás llegaré a tener su sensibilidad, o el interés por el urbanismo, donde mis conocimientos siempre se verán superados por los suyos. Por todo ello, gracias por aguantar!

A Annita Galindo le he de agradecer su profunda amistad. Desde que nos conocimos en el doctorado, aunque indirectamente ya nos conocíamos de la licenciatura, trabajamos una profunda relación que se ha ido fortaleciendo día a día. Juntos nos hemos reído mucho, pero también hemos trabajado mucho: A ella le debo nuestra primera publicación internacional junto con Ivan. Aunque el pasado año no fue el más bueno para ella y su familia, sé que la fortaleza que les caracteriza les está ayudando a pasar este mal trago. Anna, sé que, en un futuro no muy lejano, estaré leyendo yo los agradecimientos de tu tesis doctoral!

A los profesores José Luis Roig y Miren Etxezarreta les debo mi interés inicial por el doctorado de Economía Aplicada: ambos son responsables de las dos cartas de recomendación necesarias para iniciar los trámites de los cursos. A Miren le debo la estancia en Zacatecas (México) que despertó en mi el interés por mi carrera profesional actual. A José Luis le debo mi interés hacia los temas de Economía Urbana y Regional que desarrolló a lo largo de sus cursos de Economía Territorial I y II de la licenciatura de Economía.

Mi amigo, compañero y profesor Emilio Padilla es una de las personas del departamento con las que he confraternizado más, supongo que porque lo admiro como profesional y persona. Su reciente titularidad es más que merecida. Ha tardado, pero ya la tienes! Lidia Andrés y Lupe Souto fueron durante mucho tiempo mis compañeras de despacho. A ellas les debo muchos momentos de risas y de desahogos. Lidia, ánimos que te queda poco a ti! Lupe, felicidades por tu plaza!

Otros miembros del departamento de Economía Aplicada han influido de una forma u otra sobre el output que soy como profesional y persona. Quisiera extender mis agradecimientos a Juan Carlos Migoya, Miguel-Angel García, Artur Colom, Salvador López, Albert Recio, Vicent Alcàntara, Jordi Rosell, Anna Matas, Lourdes Viladomiu, J.L. Raymond, Waldo, Javier Asensio, Miquel Colobran, Evans, Joan Antoni Santana, y otros tantos ... por haber permitido que me empapara de vuestra sabiduría.

Gracias a todos mis amigos, a los de toda la vida, como Óscar González, que desde bien pequeño hasta ahora siempre ha estado dispuesto a echarme un cable; a los de la Autònoma, como Jesús y Àngela, porque me han estado dando aliento desde el principio hasta el final de este doctorado; a los de Organyà, porque poco a poco me empiezo a sentir como en casa.

¿Y la familia? A la mía le debo todo! Sin el esfuerzo y sudor de mis padres jamás hubiera llegado hasta aquí. A mi madre le debo, además, el gusto por la lectura y la tenencia de libros con el afán de tener una biblioteca propia. A mi padre le debo las ganas de trabajar y tirar hacia adelante, afrontando las cosas de cara. Son inmejorables y sin su apoyo y el de mis hermanas habría tirado la toalla en más de una ocasión. Así que gracias a mi familia, pero a

toda, porque también mis cuñados, mis suegros, mi cuñada y demás familia me han estado dando ánimos hasta el último momento.

Para acabar, mis últimos agradecimientos van para mi mujer, Marta Marot. Ella, más que nadie, ha vivido y sufrido en directo la última etapa decisiva de mi vida como doctorando: la elaboración de esta tesis doctoral. Desde el primer momento, mi mujer siempre estuvo a mi lado, dándome su ánimo y rescatándome más de una vez de mis sentimientos negativos. De ella he aprendido que el trabajo no lo es todo y que también hay que cuidar la vida personal de cada uno. Con ella me siento lleno y feliz, y soy capaz de afrontar la vida con una sonrisa en la boca, tal y como haré en julio de este año cuando nos casemos. *T'estimo!*

“(...) I find the more promising areas of research are (i) the links between agglomeration economies/congestion costs and changes in metropolitan spatial structure, and (ii) the debate about the possible elimination of agglomeration economies (...)”

Richardson (p. 149, 1995)

“(...) Step back and ask, what is the most striking feature of the geography of economic activity? The short answer is surely concentration (...)”

Krugman (p. 5, 1991)

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
PARTE I TEORÍA ECONÓMICA	11
CAPÍTULO 1 ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEORÍA ECONÓMICA I: EL MONOCENTRISMO	13
1.0 Introducción.....	14
1.1 La herencia clásica: Ricardo y von Thünen	15
1.1.1 Ricardo y la renta residual del suelo	15
1.1.2 von Thünen y los usos del suelo	16
1.2 La Nueva Economía Urbana: Alonso, Muth y Mills.....	18
1.2.1 Alonso y la función de renta ofertada.....	19
1.2.2 Muth y el sector residencial.....	20
1.2.3 Mills y la dinámica del CBD.....	22
1.3 Conclusiones	23
CAPÍTULO 2 ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN Y TEORÍA ECONÓMICA	25
2.0 Introducción.....	26
2.1 Microfundamentos e interacciones.....	27
2.1.1 Microfundamentos	27
2.1.2 Interacciones de mercado y de no mercado	32
2.2 Ámbito sectorial de las economías de aglomeración.....	33
2.2.1 Economías de localización y de urbanización	33
2.2.2 Economías de especialización y de diversidad	34
2.3 Ámbito temporal de las economías de aglomeración	36
2.3.1 Economías de aglomeración estáticas y dinámicas.....	36
2.3.2 Fundamentos, naturaleza sectorial y estructura de mercado.....	38
2.4 Ámbito espacial de las economías de aglomeración.....	42
2.5 Conclusiones	43

CAPÍTULO 3 ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEORÍA ECONÓMICA II: EL POLICENTRISMO	45
3.0 Introducción.....	46
3.1 Modelos exógenos de la Nueva Economía Urbana	48
3.2 Modelos endógenos de la Nueva Economía Urbana.....	52
3.3 Modelos de la Nueva Geografía Económica	55
3.4 Conclusiones	57
CAPÍTULO 4 ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO Y ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN: UN MODELO TEÓRICO	59
4.0 Introducción.....	60
4.1 Densidad neta de empleo y función de producción.....	60
4.2 Densidad neta de empleo y estructura espacial.....	62
4.3 Conclusiones: Densidad neta de empleo y determinantes	67
PARTE II METODOLOGÍAS Y EVIDENCIA DESCRIPTIVA.....	69
CAPÍTULO 5 ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO: METODOLOGÍAS PARA SU CAPTACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS	71
5.0 Introducción.....	72
5.1 Funciones de densidad de empleo	73
5.1.1 Monocentrismo.....	73
5.1.2 Monocentrismo y policentrismo: Funciones generales.....	78
5.1.3 Policentrismo: Funciones asociadas a subcentros de empleo.....	82
5.2 Identificación de subcentros de empleo	86
5.2.1 Metodologías basadas en “umbrales”	87
5.2.2 Metodologías basadas en “flujos de movilidad”	88
5.2.3 Metodologías basadas en “picos”.....	89
5.2.4 Metodologías basadas en “residuos positivos”	90
5.2.5 Metodologías basadas en “econometría espacial”	91
5.3 Conclusiones	93

CAPÍTULO 6 EL EMPLEO INDUSTRIAL Y SU ESTRUCTURA ESPACIAL EN LA RMB.....95

6.0 Introducción.....	96
6.1 Ámbito de estudio y datos	96
6.1.1 Características principales de la Región Metropolitana de Barcelona	96
6.1.2 Los datos de empleo y sus agregaciones sectoriales	100
6.2 El empleo y sus características principales.....	101
6.2.1 Evolución el empleo.....	101
6.2.2 Especialización y diversificación productiva	104
6.2.3 Concentración municipal del empleo	108
6.2.4 Proximidad del empleo	110
6.2.5 Dispersión espacial del empleo.....	111
6.2.6 Dimensión de empresa	113
6.3 Estructura espacial del empleo	114
6.3.1 Estudios previos.....	114
6.3.2 Evolución de la estructura espacial del empleo.....	116
6.4 Conclusiones	121

CAPÍTULO 7 SUBCENTROS DE EMPLEO Y POLICENTRISMO EN LA RMB, 1991-2003..... 123

7.0 Introducción.....	124
7.1 Estudios previos	125
7.2 Una metodología adaptada para la identificación de subcentros en la RMB.....	126
7.3 Subcentros de empleo en la RMB, 1991-2003	128
7.3.1 Subcentros identificados.....	128
7.3.2 Importancia relativa de los subcentros identificados en la RMB.....	130
7.3.3 Localización de los subcentros identificados en la RMB.....	133
7.4 Barcelona, 1991-2003: ¿monocéntrica o policéntrica?	138
7.5 Conclusiones	142

PARTE III ANÁLISIS.....	143
CAPÍTULO 8 ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN Y ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO: EL CASO DE LA INDUSTRIA EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA, 1991-2003	145
8.0 Introducción.....	146
8.1 Modelo teórico, variables y modelo empírico	147
8.1.1 Del modelo teórico al modelo empírico	147
8.1.2 Variables.....	147
8.1.3 Modelo empírico y estrategia de estimación.....	156
8.2 Resultados I: Efectos municipales	158
8.2.1 Efectos a largo plazo	159
8.2.2 Efectos a corto plazo	163
8.2.3 Conclusiones provisionales	166
8.3 Resultados II: Efectos municipales y supramunicipales	167
8.3.1 Variables supramunicipales y modelo empírico	167
8.3.2 Efectos a largo plazo	169
8.3.3 Efectos a corto plazo	177
8.4 Conclusiones	181
CONCLUSIONES	185
BIBLIOGRAFÍA.....	193
ANEXOS.....	217

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, las ciudades han jugado un papel más que relevante en el desarrollo económico. Un rol 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 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., p. 1431, 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 CO₂. 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 el papel explicativo de la estructura espacial en términos de empleo, en el primer caso, y en términos de población, en el segundo, en las diferencias de *productividad* que existen entre estados y entre regiones y ciudades. Por otra parte, en Camagni y Salone (1993) y Trullén (1998) se resalta la importancia de la organización espacial de la ciudad en su *éxito* en términos de *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.

¿Podemos caracterizar las diferentes estructuras espaciales en términos de eficiencia económica? ¿Podemos afirmar, por ejemplo, que la ciudad compacta es económicamente más eficiente que la ciudad dispersa; o bien que la ciudad policéntrica lo es menos que la monocéntrica? Responder a esta pregunta aún hoy resulta difícil. En primer lugar, porque son tantos los factores que entran en juego que normalmente sólo se estudian aspectos parciales; y en segundo lugar, porque la estructura espacial más eficiente hoy, puede ser la más ineficiente mañana, dependiendo de los cambios tecnológicos, cambios en el sistema de transporte, cambios también en el propio proceso de producción o en la orientación económica internacional de la ciudad. Por lo tanto, podemos intentar al menos responder a las preguntas planteadas, siempre y cuando seamos conscientes en todo momento de que nuestras conclusiones serán parciales, y muy probablemente caducarán en el tiempo. En definitiva, tal y como señalan Bertaud y Malpezzi (p. 8, 2003), “(...) la relación entre forma urbana y eficiencia está todavía sujeta a estudio y debate (...)”.

Aunque sea difícil la identificación de la “mejor” configuración espacial, sí que es posible estudiar los *procesos socioeconómicos y tecnológicos* que determinan cualquier estructura espacial. En este sentido, tradicionalmente se ha hecho uso del concepto de *economía de aglomeración* para justificar la concentración espacial de agentes económicos que en el pasado dio lugar a la ciudad compacta. Las economías de aglomeración no inciden sólo sobre la localización de los agentes económicos, sino que también incentivan su crecimiento, propiciando el aumento del tamaño de la ciudad. El problema aparece cuando el crecimiento de la ciudad genera problemas de congestión (*deseconomías de aglomeración*). La caída en los costes de transporte y la presencia de *deseconomías de aglomeración* en los centros urbanos ha llevado a un proceso descentralizador del empleo.

En un mundo ideal, la tendencia descentralizadora actual de las ciudades puede llevarse a cabo a partir de dos modelos polares alternativos: el modelo disperso y el policéntrico. En el primero, el centro pierde población y empleo empujado por el elevado precio del suelo central, 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, ya sean

formaciones espontáneas o reguladas. En este sentido, McMillen (p. 225, 2004) resume muy bien las ventajas asociadas a una estructura espacial policéntrica:

“(…) Una ciudad policéntrica (…) puede potencialmente combinar las ventajas de la ciudad monocéntrica tradicional y las de una forma espacial descentralizada. Los grandes subcentros ofrecen economías de aglomeración a las empresas, mientras que potencialmente reducen los largos y duraderos desplazamientos residencia-trabajo de una ciudad monocéntrica (…)”.

En resumen, las economías de aglomeración determinan la estructura espacial de las ciudades. Cuando éstas se ven superadas por las deseconomías de aglomeración, la estructura espacial, sea del tipo que sea, empieza a presentar síntomas de ineficiencia. Llegados a este punto, en lugar de definir *cuál* es la estructura espacial más eficiente, parece más conveniente definir *qué* se puede hacer ante estructuras espaciales crecientemente ineficientes. En este sentido, Richardson (p. 133, 1995) resume muy bien las motivaciones:

“(…) Si la estructura espacial es maleable, y el impacto de los beneficios de la aglomeración y las deseconomías varían de lugar a lugar, una reorganización del espacio geográfico dentro de la región metropolitana puede permitir continuar explotando las economías de aglomeración mientras que se van mitigando las consecuencias negativas de los costes de congestión (…)”.

La investigación propuesta en esta tesis doctoral se enmarca precisamente en esta cuestión al realizar un análisis empírico de los determinantes de la estructura espacial. El estudio, no obstante, no pretende ser completo, sino que se centra exclusivamente en una parte de la estructura espacial, la asociada al *empleo industrial*, así como en una parte de sus determinantes, los asociados a las *economías de aglomeración* que actúan a nivel intrametropolitano. Una de las razones que explica la parcialidad de este trabajo al considerar tan solo los subsectores industriales, una debilidad que aún resulta más patente ante el intenso proceso de terciarización en la base económica de las ciudades, es que aún no existe un cuerpo teórico solvente referente a la naturaleza de las economías de aglomeración en el sector servicios.

Utilizando como laboratorio de ensayo a la Región Metropolitana de Barcelona (RMB), este trabajo de investigación tiene como *objetivo principal* analizar el rol de las

economías de aglomeración intrametropolitanas en el cambio en la estructura espacial del empleo industrial acontecido entre 1991 y 2003 en la RMB. Como *objetivo secundario*, aunque necesario para la consecución del principal, se establece la identificación de la tipología de estructura espacial existente en la RMB en términos de empleo industrial, así como su evolución en el periodo temporal considerado.

Las principales aportaciones del estudio realizado son dos. En primer lugar, se establece un *vínculo formal* entre la *estructura espacial* asociada al empleo y las *economías de aglomeración intrametropolitanas* que se materializa en la formalización de un modelo sencillo y manejable donde *las economías de aglomeración tienen un diferente impacto espacial*. En la formalización teórica se establece una tipología de economías de aglomeración según si su impacto es metropolitano o local. En las primeras, el efecto alcanza con diferente intensidad a todas las partes de la ciudad, mientras que las segundas tienen, tal y como su nombre indica, un impacto más localizado. El análisis empírico permite, además, aproximar el radio de acción de éstas últimas.

La segunda novedad del trabajo tiene que ver con el ámbito territorial considerado, la Región Metropolitana de Barcelona. Se trata de una región que ha sido repetidamente caracterizada como policéntrica. A pesar de los estudios de naturaleza económica que abordan la cuestión del policentrismo, quedaban cosas básicas por hacer, como la identificación de subcentros de forma rigurosa, o investigar cómo las condiciones de aglomeración determinan los cambios en la estructura espacial del empleo.

La tesis doctoral se organiza en ocho capítulos que, a su vez, se agrupan en tres partes bien diferenciadas. La primera parte, Capítulo 1 a 4, tiene un carácter marcadamente teórico y en ella se revisan las aportaciones que han aparecido sobre estructura espacial y economías de aglomeración, así como sobre la relación de causalidad entre ellas. La segunda parte, Capítulo 5 a 7, se centra en la consecución del *objetivo secundario* de la tesis. En este sentido, después de una revisión exhaustiva de las diferentes metodologías que existen para identificar la estructura espacial de una ciudad, se adapta una de ellas para, posteriormente, identificar la estructura espacial del empleo industrial vigente en la Barcelona metropolitana y analizar su evolución reciente. En la última parte, Capítulo 8, se centran los esfuerzos en la consecución del *objetivo principal* de esta investigación, es decir, se desarrolla un modelo empírico con el que

se estima el impacto de las economías de aglomeración sobre la estructura espacial del empleo industrial en la RMB.

Con el Capítulo 1 se inicia la parte teórica de esta tesis. En él se examinan las primeras aportaciones teóricas en el estudio de la estructura espacial urbana que, desde los estudios pioneros del siglo XIX hasta los trabajos seminales de mediados del siglo XX, coinciden en describir una estructura espacial típica del *Modelo Monocéntrico*. Puesto que estas aproximaciones están basadas en la adopción de supuestos muy restrictivos, como la ausencia de economías de aglomeración, se finaliza el capítulo con las últimas aportaciones, así como discutiendo las ventajas y los inconvenientes de estos modelos teóricos a la hora de examinar la relación existente entre estructura espacial y economías de aglomeración.

El Capítulo 2 se centra en el concepto de economía de aglomeración. Después de presentar diferentes definiciones e indagar sobre sus orígenes teóricos, se revisa cada una de las dimensiones en las que pueden expresarse. Específicamente, se presenta una catalogación teórica de éstas teniendo en cuenta su ámbito de acción sectorial, temporal y espacial. Acompañando cada catalogación, se presentan los principales trabajos empíricos asociados.

En el Capítulo 3 se presentan los principales trabajos de naturaleza teórica en los que se “reconcilian” las economías de aglomeración con la estructura espacial. En éstos, la consideración de las economías de aglomeración permite desarrollar modelos teóricos en los que, a costa de perder sencillez en su formalización matemática, pueden surgir diferentes configuraciones espaciales. Entre las estructuras espaciales posibles, además de la hallada anteriormente, se encontraría tanto la representativa de una *ciudad policéntrica* como la asociada a una *ciudad dispersa*. La discusión de estos trabajos se realiza agrupándolos según el tipo de modelo teórico considerado, *Nueva Economía Urbana* o *Nueva Geografía Económica*, y, en el caso de los primeros, atendiendo a la existencia o no de causalidad recíproca entre estructura espacial del empleo y estructura espacial de la población. En cada caso, además, se detalla el tipo de economía de aglomeración que es considerada.

Para finalizar con la parte teórica de la tesis doctoral, en el Capítulo 4 se presenta un modelo teórico que pretende recuperar la sencillez de los modelos originales y que, a su vez, muestra el protagonismo de las economías de aglomeración en una estructura espacial

asociada exclusivamente al empleo. El análisis se inicia en un contexto no espacial para indagar sobre los efectos de las economías de aglomeración más locales en la densidad de empleo, variable representativa de la estructura espacial. Seguidamente se introduce el contexto espacial para examinar el rol de las economías de aglomeración que operan en un ámbito espacial mayor, el metropolitano, sobre la estructura espacial del empleo. Por último, a modo de conclusión, se unifican los resultados parciales de ambos análisis para definir, según su tipología espacial, los efectos generales de las economías de aglomeración sobre la estructura espacial del empleo.

La segunda parte de la investigación se inicia en el Capítulo 5 con la presentación de las diferentes metodologías empíricas que, basadas en funciones de densidad de empleo, han sido utilizadas en la literatura especializada para representar y captar estructuras espaciales típicas del *Modelo Monocéntrico* y del *Policéntrico*. La mayoría de estas funciones son exclusivas de una de las estructuras, aunque la introducción de métodos cada vez más flexibles permite que unas pocas puedan capturar tanto un modelo como el otro. En segundo lugar, en este capítulo también se presentan las diferentes metodologías, agrupadas en cinco clases, que han sido aplicadas en la identificación de subcentros de empleo y que son requeridas en la aplicación de las funciones de densidad de empleo exclusivas de una estructura espacial *policéntrica*.

En el Capítulo 6 se caracteriza la Región Metropolitana de Barcelona en términos de empleo. Puesto que la estructura espacial del *empleo industrial* es el centro de esta investigación, el capítulo se inicia con una descripción del comportamiento del empleo industrial, examinando su evolución temporal, su grado de especialización y de diversidad productiva, su concentración a nivel municipal, la separación espacial entre sus localizaciones, el grado de dispersión espacial asociado y el tamaño medio de las empresas. Posteriormente, se realiza una primera aproximación a la estructura espacial del empleo industrial de la RMB aplicando una de las metodologías presentadas en el capítulo anterior. Concretamente, se aplica el método de estimación *Locally weighted regression* (LWR) para mostrar gráficamente la distribución espacial del empleo industrial en 1991 y en 2003. Su uso permite visualizar la existencia de uno u otro tipo de estructura espacial, así como los cambios que experimenta a lo largo del tiempo.

La identificación definitiva del tipo de estructura espacial asociada al empleo industrial de la Barcelona metropolitana se realiza en el Capítulo 7. Tras una breve presentación de otros trabajos que persiguen objetivos similares y tras la adaptación de una de las metodologías específicas descritas en el Capítulo 5, se identifican y se caracterizan los subcentros de empleo industrial existentes en la RMB. Con esta caracterización, junto con la del resto del territorio metropolitano, se inicia la discusión sobre el tipo de estructura espacial vigente en la ciudad, así como su evolución en el tiempo. Finalmente, se cierra el debate mediante la contrastación empírica del *Modelo Policéntrico* frente al *Monocéntrico*.

La tercera y última parte de la tesis doctoral está formada exclusivamente por el Capítulo 8, en el que se fija como objetivo la contrastación empírica del papel desempeñado por las economías de aglomeración en la estructura espacial del empleo de la Región Metropolitana de Barcelona. Su consecución pasa por la presentación de un modelo empírico de partida, que nace del modelo teórico desarrollado en el Capítulo 4, y en el que se incluyen diferentes variables explicativas representativas de las diferentes economías de aglomeración atendiendo a su ámbito sectorial y espacial. Mediante el uso de diferentes especificaciones alternativas en las que se incluyen variables explicativas relacionadas con la existencia de economías de aglomeración, se más su impacto espacial.

Finalmente, se presenta un capítulo de conclusiones en el que se incluyen las posibles líneas de mejora y extensión del trabajo realizado.

PARTE I

TEORÍA ECONÓMICA

CAPÍTULO 1

ESTRUCTURA ESPACIAL

Y

TEORÍA ECONÓMICA I: EL MONOCENTRISMO

1.0 INTRODUCCIÓN

En el contexto de la Economía Urbana, por estructura espacial de una metrópoli se entiende la distribución geográfica de los agentes económicos (familias y empresas), sus condiciones de densidad, y las infraestructuras de transporte. Desde los años cincuenta se ha ido construyendo un importante cuerpo teórico que, bajo una rigurosa base microeconómica, se ha desarrollado mediante la elaboración de modelos. Dichos modelos han sido posibles gracias al uso de algunas herramientas conceptuales que ya fueron introducidas un siglo antes en un contexto bastante diferente al que nos ocupa. La *renta residual* de Ricardo y la *renta ofertada* de von Thünen son algunas de las piezas imprescindibles de los modelos espaciales de la Economía Urbana.

Entre 1959 y 1975 aparecieron, con pocos años de diferencia, los trabajos teóricos de Alonso, Muth y Mills. Aunque cada uno enfocó la cuestión a su manera, en lo fundamental sus aportaciones convergen hacia lo que se ha denominado *Modelo de Ciudad Monocéntrica*, donde el empleo se considera exógeno y concentrado en un solo punto, el CBD, a partir del cual la población se distribuye en asentamientos con una intensidad de uso del suelo decreciente a medida que aumenta la distancia. El modelo genera un equilibrio estable donde beneficios y utilidad permanecen constantes para cualquier localización. Ello se consigue gracias a un mecanismo compensador de mercado según el cual, a mayores costes de transporte (mayor distancia al centro), menor renta el suelo, y por tanto, menor precio de la vivienda por metro cuadrado, lo cual se traduce a su vez en una menor densidad.

Visto con la perspectiva que da el tiempo, el éxito del llamado *Modelo de Ciudad Monocéntrica* ha sido considerable. A pesar de su simplicidad, era capaz de predecir con acierto el comportamiento de la renta del suelo y la densidad de población. Según el modelo, ambas debían decrecer con la distancia al centro, lo cual se ajusta bastante bien a la realidad; especialmente en el caso de las metrópolis norteamericanas, donde el peso de la historia y el urbanismo es menor que en Europa, y por tanto mayor el protagonismo del mercado.

Con el objetivo de detallar de manera resumida las principales características, así como los resultados, de estas primeras aportaciones teóricas sobre la estructura espacial urbana, este primer capítulo teórico se estructura en tres secciones. En la primera se describen las

contribuciones pioneras del siglo XIX. En la segunda sección se presentan los trabajos seminales que, a mediados del siglo XX, abordaron de nuevo el tema. Por último, en la tercera sección se presentan las principales conclusiones.

1.1 LA HERENCIA CLÁSICA: RICARDO Y VON THÜNEN

Tal y como se indicaba anteriormente, los antecedentes de los estudios modernos sobre Economía Urbana se remontan al siglo XIX, siendo dos de sus principales exponentes los trabajos de David Ricardo (1817) y de Johann Heinrich von Thünen (1826). Si bien ambos autores se centran en explicar los factores que determinan la renta del suelo que, en su caso, es agrícola, sólo von Thünen (1826) realiza realmente un análisis en términos de estructura espacial, considerando el caso del Monocentrismo.

1.1.1 Ricardo y la renta residual del suelo

En general, el trabajo de David Ricardo se caracteriza por no considerar la importancia del ámbito espacial en el análisis económico, de aquí que no tenga en cuenta la estructura espacial de las rentas del suelo (Papageorgiou y Pines, 1999). No obstante, su importancia en la Economía Urbana se deriva de ser el primero en señalar el carácter *residual* de la renta del suelo, es decir, en considerar que ésta se iguala a los ingresos residuales de la producción agrícola, después de remunerar competitivamente al resto de factores productivos. Una cuestión importante que estudia Ricardo es el de las diferencias en las rentas de diferentes parcelas de suelo. Ricardo parte de la hipótesis de que estas parcelas se pueden ordenar de mayor a menor fertilidad o, en otras palabras, de mayor a menor rendimiento. Volviendo a suponer la remuneración competitiva de factores, así como el uso de una misma cantidad de éstos por superficie de suelo, las diferencias en las rentas del suelo provienen de las diferencias en los niveles de fertilidad, concretamente de la diferencia con la fertilidad más pequeña.

A este respecto, el ejemplo utilizado por Barbé (p. 69-70, 1993) es muy ilustrativo:

“(…) Situemos estas parcelas en el Far West americano (...) Llega la primera familia de colonizadores, los Adams, que (...) ocupan la primera parcela, la más fértil (producto neto: de

100 toneladas) y obtienen el título de propiedad. Supongamos que llega una segunda familia, los Berman, que ocupan la segunda parcela (producto neto: 90 toneladas) y también obtienen el reconocimiento legal. Pasados unos cuantos años llega una tercera familia, los Cornell, que, vista la situación, pueden optar por ocupar la tercera parcela (producto neto previsto: 80 toneladas) o intentar que los Adams o los Berman les cedan las suyas. Siendo franca la ocupación, los Cornell pueden permitirse pagar el valor de 20 toneladas a los Adams o de 10 toneladas a los Berman. Así las tres alternativas implican el mismo rendimiento y la misma tasa de beneficio para el capital invertido (...).”

En resumen, según David Ricardo (1817) la renta del suelo es el residuo que se obtiene de los ingresos del producto, una vez se han descontado los costes de producción. Además, esta renta es proporcional a la diferencia entre la fertilidad del suelo considerado y la fertilidad más pequeña de las parcelas de suelo en uso (Mills, 1972a).

1.1.2 von Thünen y los usos del suelo

Si bien el contexto utilizado va más allá del hecho urbano, su teoría de la renta del suelo es considerada como uno de los cimientos de la Economía Urbana moderna (Papageorgiou y Pines, 1999). Esta afirmación no sólo se sustenta sobre el hecho de que mediante esta teoría se intentan explicar los factores que determinan la renta del suelo agrícola bajo la consideración de una estructura espacial de tipo monocéntrico, sino que, además, se trata de una teoría sobre los *usos del suelo* (agrícola).

El modelo de von Thünen (1826) aborda la distribución espacial de cultivos en términos de la cantidad de cosecha por unidad de superficie de suelo utilizada alrededor de una ciudad central. Esta ciudad, que es hacia donde se dirige la producción agrícola para ser consumida, es tratada como un punto, alrededor del cual se extiende concéntricamente una llanura homogénea. En este *hinterland*, el suelo, a diferencia de Ricardo (1817), tiene la misma calidad en términos de fertilidad.

Al igual que Ricardo (1817), la renta del suelo se considera residual, pero, a diferencia de él, los costes de producción que se restan a los ingresos del producto incluyen de forma explícita el *coste del transporte* que, en este caso, ostenta el protagonismo como factor

explicativo de los diferenciales de renta del suelo. En este sentido, si se considera un único producto agrícola y se asume que los precios están dados, que la producción por unidad de superficie es fija y constante en el espacio, y que los otros costes de producción son fijos, entonces la renta del suelo varía con el *coste del transporte* que, a su vez, depende de la localización de las parcelas de suelo en términos de su *accesibilidad* al centro urbano. Si esta accesibilidad se mide en términos de *distancia*, se puede decir que la renta del suelo varía proporcionalmente con la distancia al centro urbano.

Esta renta residual, que varía con la distancia al mercado central, es la máxima renta que pueden ofertar los agricultores a los propietarios del suelo por su *uso*. De esta manera, von Thünen es el primero en introducir el concepto de *renta ofertada (bid rent)* que tanta repercusión ha tenido en esta disciplina, aunque su aplicación se restringe al caso de la renta agrícola (Fujita, 1989).

Tal y como se puede deducir del párrafo superior, otra aportación importante de la teoría de von Thünen es el tratamiento que da a los denominados *usos del suelo*. Es decir, si en lugar de considerar un solo producto agrícola, se considera la existencia de varios tipos de cultivos, habrá una competencia entre éstos por el suelo. Teniendo en cuenta la idiosincrasia de su producción, los diferentes agricultores competirán por el uso de las parcelas más centrales a través de sus pujas. En general, estas rentas serán mayores para los agricultores que tengan una mayor producción neta por unidad de superficie de suelo, es decir, para los que hagan un uso más intensivo del suelo. Además, la superficie de suelo central, definido a partir del número de agentes localizados céntricamente bajo unas condiciones de densidad elevadas, dependerá de los costes de transporte: cuanto mayor sean, menor será la superficie ocupada. En otras palabras, la frontera entre el uso del suelo más céntrico y el siguiente uso estará más próxima a la ciudad central cuanto mayor sean los costes de transporte por unidad de distancia. Al final, las diferentes rentas ofertadas por los diferentes usos del suelo dibujan un conjunto de anillos concéntricos.

En resumen, según von Thünen (1826), la renta del suelo agrícola varía inversamente en proporción a los costes de transporte que soportan los agricultores al llevar sus productos a un mercado central. Concretamente, la renta del suelo se reduce al aumentar la distancia respecto el centro urbano. Por otra parte, la asignación del suelo entre diferentes productos

se realiza a través de la puja que los agentes llevan a cabo, dibujándose un patrón de *usos del suelo* que, desde el centro urbano, forma anillos concéntricos segregados espacialmente los unos de los otros.

1.2 LA NUEVA ECONOMÍA URBANA: ALONSO, MUTH Y MILLS

En 1972, Edwin S. Mills reconocía la importancia de las aportaciones de Ricardo y von Thünen en la Economía Urbana, en general, y en los estudios sobre estructura espacial, en particular:

“(…) La reinterpretación de los modelos de Ricardo y von Thünen de 150 años (de antigüedad) puede ayudar a entender una importante razón para los elevados valores del suelo en el centro de la ciudad. (...) la proximidad al centro de la ciudad permite a los productores economizar en costes de transporte, haciendo que el suelo centralmente localizado sea más valioso que suelos distantes (...)” (Mills, p. 43, 1972a).

Conceptos como la *renta residual*, la *renta ofertada* y los *usos del suelo*, así como el protagonismo de los *costes de transporte* como mecanismo sobre el que se establece el diferencial de rentas del suelo, fueron adoptados a mediados del siglo XX para desarrollar una nueva literatura teórica sobre el tema.

Esta nueva literatura tuvo un impacto de gran magnitud, propiciando una Economía Urbana más moderna, formalizada y estilizada, conocida bajo el nombre de *Nueva Economía Urbana* (*New Urban Economics*, *NUE*), y cuyo origen se encuentra en la aparición más o menos simultánea de los trabajos seminales de William Alonso (1960, 1964), Richard F. Muth (1961, 1969) y Edwin S. Mills (1967, 1972a, 1972b)¹. Esta *Nueva Economía Urbana* se caracteriza, en general, por la adopción de los postulados neoclásicos bajo los cuales, con una fuerte base microeconómica, se hace uso de las matemáticas para desarrollar modelos teóricos con una gran elegancia formal.

¹ Los trabajos incluidos bajo este epígrafe varían según el autor considerado. Brueckner (1987) incluye en esta escuela a Alonso, Muth y Mills. Para Richardson (1977) los dos primeros forman parte de la prehistoria y sólo Mills, por ser un modelo de equilibrio general, es considerado miembro de pleno derecho de la *Nueva Economía Urbana*. En este trabajo de investigación, se opta por la interpretación de Brueckner (1987) porque es compartida por otros autores de reconocido prestigio como Masahita Fujita.

1.2.1 Alonso y la función de renta ofertada

Si von Thünen (1826) desarrolló la primera teoría sobre la renta del suelo donde los costes de transporte explican el diferencial de rentas agrícolas y la asignación de usos del suelo agrícola, Alonso (1960, 1964) pasará a la historia de la Economía por extender esta teoría a los *usos del suelo urbano*, acuñando por primera vez el término de *renta ofertada (bid rent)*², así como por basar su análisis en el *comportamiento microeconómico* de los agentes³.

La propuesta de análisis de Alonso continúa centrándose en una superficie de suelo homogénea, cuyo mercado es perfectamente competitivo y en el que el transporte es posible desde cualquier dirección. Sobre este plano se extiende una ciudad en cuyo centro se localiza la totalidad del empleo, así como el conjunto de bienes y servicios que se ponen a la venta en la ciudad.

En este contexto, la familia acude al centro, denominado comúnmente como *Central Business District (CBD)*, para trabajar y/o comprar. El principio de racionalidad económica supone que los agentes desean maximizar su nivel de utilidad escogiendo la cantidad de consumo de suelo⁴ y de una cesta de bienes, considerando su localización respecto al CBD. Los costes de transporte asociados a estos desplazamientos repercuten sobre la restricción presupuestaria de la familia y, en última instancia, constituyen el mecanismo por el cual se explican las diferencias en las rentas ofertadas.

En este sentido, teniendo en cuenta que la renta del suelo sigue siendo residual, el incremento de los costes de transporte que se da a medida que la familia reside a una distancia mayor del CBD, explica la reducción de las rentas del suelo a medida que nos alejamos de éste. El conjunto de estas rentas del suelo que la familia está dispuesta a pagar a diferentes distancias del CBD para mantener constante su nivel de satisfacción, así como su indiferencia entre los posibles emplazamientos alternativos, constituye su *función de renta*

² Si bien el término original era el de *curva de precio ofertado (bid price curve)*, Alonso es el primero en hablar explícitamente de la *función de renta ofertada (bid rent function)*.

³ “(...) La mayor aportación de Alonso (1964) quizás puede ser encontrada en su propuesta de emparejar el análisis espacial y la teoría microeconómica que (...) fue necesario para el crecimiento de la economía urbana moderna (...)” (Papageorgiou y Pines, p. 6, 1999).

⁴ Para ser correctos debería hablarse de *servicios del suelo*.

ofertada, donde se establece una relación negativa entre las rentas del suelo y la distancia al CBD.

Por otra parte, aunque el análisis de Alonso se desarrolla a partir de un modelo de equilibrio parcial, una particularidad interesante es que, tal y como el propio autor propuso para el caso comercial, el concepto de renta ofertada es fácilmente aplicable también sobre otros agentes económicos y usos del suelo. En este sentido, tal y como señala Richardson (1977), esta característica proporciona una capacidad de generalización ausente en otras teorías más recientes.

En definitiva, Alonso (1960, 1964) acuña el concepto de *renta ofertada* con el que demuestra, haciendo uso del instrumental *microeconómico* típico de la Escuela Neoclásica, la relación negativa entre renta y distancia al CBD. Siendo un modelo general en cuanto a usos del suelo urbano que puede considerarse, su gran influencia sobre la Economía Urbana moderna se explica principalmente por las aparentemente acertadas predicciones respecto al patrón de localización residencial de las familias⁵ (Papageorgiou y Pines, 1999).

1.2.2 Muth y el sector residencial

Si Alonso es conocido por su teoría de los usos del suelo urbano en la que los agentes económicos realizan un consumo directo de suelo, la contribución de Muth consistió en desarrollar una teoría sobre la *estructura espacial de la población* donde la *vivienda*⁶ se considera como un bien final de consumo y el suelo un input en su producción.

Muth parte de las mismas hipótesis que Alonso en lo que se refiere a las características del suelo en el que se adscribe la ciudad, así como en la consideración de un CBD donde se concentra todo el empleo y las ventas de bienes y servicios. Aplicando también la teoría microeconómica del consumidor llega a conclusiones similares a las de Alonso en cuanto a la relación entre el lugar de residencia y el consumo de suelo. Es decir, en primer lugar, encuentra que, debido a los costes de transporte, las familias se ven compensadas en el precio

⁵ Años más tarde su influencia se ve reflejada en otros trabajos reconocidos como importantes en la materia. Tal es el caso de Wheaton (1974), en el que se desarrolla la estática comparativa del modelo de Alonso, o de Fujita (1989), en el que, en base al concepto de renta ofertada de Alonso, se desarrolla una teoría general de los usos del suelo.

⁶ Nuevamente, para ser correctos debería hablarse de los *servicios de vivienda*.

de la vivienda, que se reduce a medida que aumenta la distancia al CBD. En segundo lugar, se produce un efecto sustitución con el que el consumo de vivienda aumenta a medida que aumenta la distancia al centro.

Muth va más allá que Alonso al derivar matemáticamente la función que hay detrás de esta relación negativa. Así, suponiendo que los costes de transporte sólo son función de la distancia al CBD y que su relación es simplemente lineal, y, teniendo en cuenta el efecto sustitución de la caída del precio que se asocia a una elasticidad precio compensada igual a menos uno, entonces la relación entre precios de la vivienda y distancia al CBD es decreciente y convexa.

Más importante todavía, teniendo en cuenta este resultado y los supuestos que incluye, el autor demuestra por primera vez que la *densidad neta de población* también presenta esta forma decreciente y convexa que, en última instancia, parece reproducir la *función exponencial negativa* que años antes popularizó Clark (1951) en sus estudios empíricos⁷. El propio Muth, en su monografía de 1969, realiza estimaciones de esta función para la ciudad de Chicago.

La relevancia del trabajo de Muth también se encuentra en el análisis explícito de las condiciones de equilibrio de los productores de vivienda⁸ y sus implicaciones sobre el uso residencial del suelo. En este sentido, Muth muestra como, al reducirse los precios de la vivienda, la renta del suelo también disminuye. Es más, para que aumente con la distancia el input suelo, es necesario que la velocidad a la que se reduce la renta sea mayor que la reducción en el precio de la vivienda. Este mecanismo es uno de los factores más importantes que explican la reducción de las densidades de población a medida que las familias se localizan en zonas más periféricas.

En definitiva, si bien el modelo de Muth es de equilibrio parcial, aportaciones como la introducción de la *vivienda* y su producción, la derivación de la función de precios de la vivienda y su relación con la función de rentas del suelo, así como la justificación teórica y empírica de la *densidad neta de población* como variable adecuada para captar la estructura

⁷ A pesar de esto, Clark (1951) trabaja con una densidad bruta de población, es decir, la formada por el cociente entre población y superficie total de suelo de la unidad espacial considerada.

⁸ Fíjese que la introducción del mercado de la vivienda hace que no todo el empleo se concentre en el CBD, sino que la producción de vivienda requiere de trabajadores en toda la ciudad.

espacial de la población, hacen de su trabajo uno de los pilares de la Nueva Economía Urbana.

1.2.3 Mills y la dinámica del CBD

Una de las características que diferencia los trabajos de William Alonso y Richard Muth de la aportación realizada por Edwin S. Mills en 1967 y 1972 es el desarrollo, por parte de este último, de un *modelo de equilibrio general* con el que examina el rol del sector de la producción no residencial, del sector residencial y del sector de transportes en el tamaño y la estructura espacial de las ciudades. Este hecho ha llevado a autores de la talla de Harry W. Richardson a catalogar el trabajo de Mills como el tercer pilar de la Nueva Economía Urbana⁹.

En este primer intento ambicioso de generalizar la teoría de los usos del suelo destaca el papel protagonista que ostenta el Central Business District. En Mills (1967), este CBD ya no es un punto, sino que es un área donde se concentra la actividad económica no residencial. Es más, tal y como se ha avanzado en el párrafo superior, el modelo de Mills especifica la dinámica de esta producción y la relaciona, por primera vez, con la posible existencia de *economías de aglomeración*, basadas en rendimientos crecientes a escala, en el caso de Mills (1967), o en la presencia de un puerto de exportación de productos, en trabajos posteriores (Mills 1972a, 1972b). A pesar de esto, la idea de economía de aglomeración sólo sirve para justificar uno de los supuestos más discutibles del Modelo: la concentración del empleo en una sola zona central.

La otra novedad de la teoría de Mills se encuentra en la introducción explícita del sector del transporte, con el que la asignación del suelo a sus diferentes usos tiene en cuenta también los requerimientos de *infraestructuras* en la ciudad. Es más, en Mills (1972b) incluye también la posibilidad de *congestión* y analiza sus efectos sobre el tamaño de la ciudad y la distribución espacial de la población.

Por último, Mills también desarrolla la parte residencial de su modelo trabajando con la vivienda como bien de consumo final, donde el suelo es sólo uno de los factores de

⁹ En realidad, Richardson (1977) relega a Alonso y a Muth a la categoría de autores *prehistóricos* de la NUE.

producción. A diferencia de Muth, especifica las funciones de producción de los tres sectores bajo la forma de funciones del tipo Cobb-Douglas. Esta característica permite a Mills derivar, más intuitivamente que Muth¹⁰, el tipo de función a través de la cual se relaciona la renta del suelo y la densidad de población con la distancia al CBD: la *exponencial negativa*.

En resumen, Mills (1967, 1972a, 1972b) amplía las aportaciones anteriores considerando un *modelo de equilibrio general* en el que se introducen, además del sector residencial, la dinámica de los sectores productivos no residenciales y el rol del sector de transporte. Para el caso del primer sector, el uso de funciones Cobb-Douglas en la función de producción permite aproximar mediante una *exponencial negativa* la relación que existe entre las rentas del suelo y la densidad neta de población con la distancia al centro de la ciudad. En Mills (1967), la presencia de *economías de aglomeración* asociadas a rendimientos crecientes a escala en la producción no residencial explica la existencia de un CBD con área, si bien no desarrolla las condiciones de equilibrio para la asignación de usos del suelo en su interior. Por último, la consideración del sector de transporte le permite a Mills (1972b) analizar la influencia que tienen problemas como la *congestión* sobre el tamaño de la ciudad y la distribución espacial de su población.

1.3 CONCLUSIONES

Los primeros modelos de Ciudad Monocéntrica abordaron la cuestión de la localización del empleo de forma muy limitada, dejando todo el protagonismo al comportamiento de la población. Se suponía que el empleo era exógeno en cuanto su volumen y localización, y se concentraba en un solo punto sin área ni dinámica propia. Durante los años setenta, diferentes trabajos intentaron abordar la cuestión del empleo de forma más imaginativa. Por ejemplo, en Goldstein y Moses (1975) y Schweizer y Varaiya (1976) se utiliza la idea de *puerto de exportación* para explicar una distribución del empleo alrededor de dicho puerto con una densidad decreciente con la distancia. De este modo, el empleo, a pesar de su exogeneidad, pasa a tener un comportamiento similar al de la población. Posteriormente, Henderson (1977) y Straszheim (1984) dieron un paso más en la dirección de dotar de algo más de realismo al modelo al explicar la concentración de empleo y

¹⁰ A pesar de estas diferencias, la influencia de ambos autores en el caso residencial (de la vivienda) es tan importante que incluso se han propuesto síntesis de ambos modelos residenciales, como el de Brueckner (1987).

su distribución espacial combinando la idea de *puerto de exportación* con la de *economía de aglomeración*. De hecho, un uso más innovador de estas economías de aglomeración será uno de los motores que impulsó la aparición posterior de modelos donde el policentrismo era posible.

CAPÍTULO 2

**ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN
Y
TEORÍA ECONÓMICA**

2.0 INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se presentó una versión estilizada del Modelo de Ciudad Monocéntrica. Se trata, dijimos, de un modelo con unas predicciones razonables, una base microeconómica rigurosa y un aspecto formal simple y elegante. Sin embargo, el modelo monocéntrico es bastante deficiente en la parte vinculada a la localización del empleo. En este sentido, la concentración del empleo en el centro de negocios (CBD), un supuesto muy común, debiera poder explicarse más allá de la posible presencia de un puerto natural o unos elevados costes de transporte entre la “fábrica” y el consumidor final. La pieza que falta es un motor de concentración adicional, las *economías de aglomeración*, sin las cuales también resultaría muy difícil explicar la formación de subcentros de empleo en la periferia de la metrópolis.

La noción de *economía de aglomeración* es uno de los conceptos centrales de la Economía Urbana. Si bien la idea original se atribuye a Alfred Marshall (1890)¹¹, el primero en considerarla de una manera sistemática, aunque un poco restrictiva, fue Adolf Weber en 1909. Posteriormente, Bertil G. Ohlin (1933) y Edgar M. Hoover (1937) llevaron a cabo un primer intento de definición y catalogación que, posteriormente, sería ampliado incorporando nuevos matices.

Pero, ¿qué son realmente las *economías de aglomeración*? Para Harry W. Richardson, bajo esta denominación se incluyen demasiadas cosas, haciendo difícil su contrastación empírica¹². Mientras que en Mills (1967), tal y como se señalaba en el capítulo anterior, las economías de aglomeración se asocian a la presencia de *rendimientos crecientes a escala*¹³. En el caso de Fujita y Ogawa (1982), uno de los artículos que más incidencia ha tenido en la Economía Urbana y en el estudio de la estructura espacial de las ciudades, se asocia, en un sentido amplio, a las *ventajas potenciales* de una localización que permiten aumentar la productividad de las empresas¹⁴. Acotando la definición, en McDonald (1997), uno de los manuales recientes

¹¹ A pesar de esto, Marshall jamás usó este término, sino que habló de *industrias localizadas*.

¹² “(...) Es un concepto que lo abarca todo y que, además, es extraordinariamente difícil de cuantificar (...)” (Richardson, p. 233, 1986).

¹³ “(...) El más importante y mejor articulado de estos factores es la existencia de rendimientos crecientes a escala. Esto lleva a la aglomeración, no sólo de la actividad económica, sino también otras actividades relacionadas verticalmente con ella (...)” (Mills, p. 199, 1967).

¹⁴ “(...) Generalmente hablando, las economías de aglomeración son las ventajas potenciales disfrutadas por las unidades económicas a través de la concentración espacial de actividades (...)” (Fujita y Ogawa, p. 165, 1982).

sobre Economía Urbana con mayor reputación en el mundo académico, las economías de aglomeración se asocian a un ahorro en costes derivado de la concentración de empresas¹⁵.

Una primera clasificación de las economías de aglomeración es su naturaleza interna o externa a la empresa. Las economías de escala internas a las empresas inciden sobre la concentración espacial del empleo, impidiendo su dispersión en pequeñas unidades de producción. Respecto las *economías externas* o *externalidades*, y dejando para próximas secciones una definición más precisa, éstas tienen su origen en el entorno espacial de la empresa, pudiendo ser o bien el conjunto de empresas que pertenecen a su mismo sector, o bien, la totalidad de las empresas de la ciudad con independencia del sector al que pertenezcan. En el primer caso estaríamos hablando de *economías de localización*, y en el segundo, de *economías de urbanización* (McDonald, 1997). Otras dimensiones que han sido consideradas para su clasificación son la temporal y la espacial. En el primer caso, las economías de aglomeración se agrupan según su impacto temporal, limitado en el tiempo o de largo plazo. En el segundo caso, se tiene en cuenta su impacto espacial, según los diferentes radios de acción territorial (Rosenthal y Strange, 2004).

Este capítulo tiene como objetivo presentar una revisión exhaustiva de las diferentes acepciones de las *economías de aglomeración*. Como paso previo, en la primera sección se indaga sobre sus orígenes y fuentes microeconómicas. En la segunda sección, se presenta una catalogación de las economías de aglomeración atendiendo a su ámbito sectorial, en la tercera, a su ámbito temporal de acción, y en la cuarta, a su ámbito espacial. Por último, se presentan las principales conclusiones.

2.1 MICROFUNDAMENTOS E INTERACCIONES

2.1.1 Microfundamentos

Independientemente de si se adopta una definición más o menos acotada, ¿qué hay detrás de las *economías de aglomeración*? ¿Cuáles son sus *fundamentos*? Alfred Marshall (1890) fue

¹⁵ “(...) Significa que se producen reducciones en los costes cuando las actividades económicas se localizan en un único lugar (...)” (McDonald, p. 37, 1997).

el primero en abordar los microfundamentos de las economías de aglomeración al abordar la naturaleza de las externalidades que se daban en los *distritos industriales*¹⁶:

- las que emergen de las interacciones en el mercado de trabajo;
- las que se originan en los vínculos entre oferentes de bienes finales e intermedios;
- las que proceden de los *desbordamientos de conocimiento* (*knowledge spillovers*).

Duranton y Puga (2004) consideran que esta clasificación puede servir como punto de partida para una evaluación empírica, aunque es una base poco útil para una taxonomía de mecanismos teóricos¹⁷. Como alternativa más adecuada desde un punto de vista teórico, proponen considerar tres microfundamentos de las economías de aglomeración basados en tres mecanismos teóricos: *sharing*, *matching* y *learning*.

Sharing

En el caso de los mecanismos de *sharing*, una primera tipología se basa en *compartir bienes o instalaciones indivisibles* en su provisión a los que se les asocian elevados costes fijos. El uso compartido de estas instalaciones permite reducir su coste medio, beneficiando al consumidor. Este efecto positivo, no obstante, se ve reducido por los costes de transporte a los que tiene que hacer frente el consumidor al trasladarse desde su lugar de residencia hasta el lugar donde se ofrece dicho bien. Si, además, estas instalaciones presentan características de bienes públicos, se han de considerar también los efectos negativos de posibles problemas de congestión¹⁸.

¹⁶ Un siglo después, el tema de los distritos industriales está todavía vigente, tal y como atestiguan trabajos como los de Becattini (1979, 1990, 2002a, 2002b), Becattini et al. (2002), Sforzi (1989, 1994 2000), Costa (1988, 1992), Trullén (1990, 1992), Soler (2000) y Hernández y Soler (2003).

¹⁷ “(...) Considere, por ejemplo, un modelo en el que la aglomeración facilite el encuentro (*matching*) entre empresas e inputs. Estos inputs pueden ser etiquetados como trabajadores, inputs intermedios, o ideas. Dependiendo de la etiqueta escogida, un modelo de *matching* de economías de aglomeración urbana podría ser presentado como una formulación de cualquiera de las tres fuentes básicas marshallianas de economías de aglomeración incluso aunque éste capture un único mecanismo (...)” (Duranton y Puga, p. 2066, 2004).

¹⁸ “(...) En este contexto, las ciudades serían nada más que clubes espaciales organizados para compartir un bien público local común (...)” (Duranton y Puga, p. 2068, 2004).

Otro ejemplo donde existen grandes indivisibilidades en la producción se da cuando ésta se asocia a la denominada *factory-town* que da trabajo a la población de la ciudad. En este caso, los rendimientos crecientes se originan internamente por la presencia de elevados costes fijos. Al igual que en el caso anterior, los efectos positivos que se derivan también se ven mitigados ante la presencia de problemas de congestión, limitando en última instancia la escala de producción, el número de trabajadores utilizados y, en general, el tamaño de la empresa.

En segundo lugar, el mecanismo de *sharing* también se puede dar al compartir las *ganancias derivadas de la existencia de una gran variedad de oferentes de factores productivos* que pueden ser sostenidos por una gran industria de bienes finales. En este caso, denominado *input sharing*, los factores considerados son inputs intermedios diferenciados producidos en un contexto de competencia monopolística. Tal y como se verá posteriormente, en este tipo de contextos el tamaño de la oferta de trabajo determina el número de variedades y, por tanto, cualquier aumento en el número de trabajadores implica una expansión del número de oferentes, pero también de variedades.

Una alternativa a este proceso de expansión *extensiva* de la producción basada en el aumento de la mano de obra es considerar una tercera clase de *sharing* con la que la expansión es *intensiva*. En este caso, los beneficios se derivan de la *especialización individual* que facilita el aumento de la plantilla de la empresa y que el propio Adam Smith (1776) señaló con el ejemplo de la fábrica de alfileres y que se han comentado anteriormente como fuente de las economías internas a escala¹⁹. Esta mayor especialización, asociada a que los trabajadores dediquen más tiempo a cada tarea, puede generar ganancias en productividad cuando permite la existencia de procesos de *learning by doing*, cuando permite el ahorro de costes fijos asociados al cambio de tareas por parte de los trabajadores, y/o cuando fomenta la adopción de innovaciones ahorradoras de trabajo porque unas tareas más sencillas pueden mecanizarse más fácilmente (Duranton y Puga, 2004).

¹⁹ “(...) Tener más trabajadores incrementa el producto más que proporcionalmente no porque los trabajadores extra puedan llevar a cabo nuevas tareas sino porque esto permite a los trabajadores existentes especializarse en un conjunto más pequeño de tareas (...)” (Duranton y Puga, p. 2078, 2004).

Por último, tal y como Duranton y Puga (2004) señalan, quizás uno de los mecanismos de *sharing* más reconocidos como fuente de economías de aglomeración es el *compartir un mercado de trabajo común*. En este sentido, el denominado *sharing risk* proviene directamente del trabajo seminal de Marshall (1890) y su idea básica es que la aglomeración de actividad económica permite disponer de un mercado de trabajo especializado, formado y altamente capacitado.

Matching

Los microfundamentos de las economías de aglomeración de tipo *matching* se basan en una mayor probabilidad de coincidencia o encuentro entre la calificación profesional que se demanda en el mercado de trabajo con la que se ofrece, o entre buscadores de empleo en paro y el número de puestos de trabajo vacantes, o bien, generalizando, entre el número de compradores y el de vendedores en el mercado. Los mecanismos asociados son tales que la aglomeración mejora, o bien la calidad esperada de estas coincidencias, o bien la probabilidad del encuentro.

En este sentido, en el primer caso se trata de una *externalidad de matching* (*matching externality*) por la cual un incremento en el número de agentes intentando coincidir mejora la calidad esperada de las coincidencias. Si se permite, además, la competencia en el mercado de trabajo, se introduce una segunda fuente de economías de aglomeración por la que una competencia mayor ayuda a ahorrar en costes fijos, haciendo que el número de empresas se incremente menos que proporcionalmente con la fuerza de trabajo (Duranton y Puga, 2004).

El segundo tipo mecanismo de matching se deriva de una *mejora* no en la calidad de la coincidencia como anteriormente, sino en sus *oportunidades*. Es decir, cuando un incremento en el número de agentes intentando coincidir mejora las oportunidades de coincidencias.

Learning

El *learning* es un concepto complejo que incluye desde la simple educación formal a la investigación, pasando por la formación. El hecho de aglutinar todas estas actividades implica el uso de una cantidad importante de recursos que contribuyen de forma esencial al desarrollo

económico (Duranton y Puga, 2004). Todo esto hace del *learning* uno de los mecanismos de aglomeración sobre el que más atención se ha puesto en el análisis económico.

En este sentido, desde un punto de vista descriptivo, trabajos como el de Marshall (1890) sobre la difusión de innovaciones e ideas, el de Jacobs (1969) sobre la generación de nuevas ideas, o el de Lucas (1988) sobre la adquisición de habilidades, así como sobre la creación, difusión y acumulación de conocimiento²⁰, son ejemplos donde las ciudades ostentan un protagonismo central en la aparición de estas facetas del *learning*.

Desde un punto de vista microeconómico, no obstante, estos mecanismos de aglomeración urbana son los que menos atención han recibido. El trabajo reciente de Duranton y Puga (2004) pretende llenar este vacío. Para ello, propone clasificar los fenómenos relacionados con el aprendizaje y el conocimiento en tres categorías: la *generación de conocimiento* (*knowledge generation*), la *difusión del conocimiento* (*knowledge diffusion*) y la *acumulación de conocimiento* (*knowledge accumulation*).

En el primer caso, la *generación de conocimiento* (*knowledge generation*), tal y como Jacobs (1969) indica, se enfatiza el rol de los ambientes urbanos diversificados en facilitar la búsqueda y la experimentación en la innovación.

En el caso de la *difusión del conocimiento* (*knowledge diffusion*), ésta se genera por la transmisión de habilidades e ideas, que viene a su vez facilitada por la proximidad a individuos con una dotación importante de habilidades (calificaciones) y/o conocimientos. Entre éstos se producen *desbordamientos de conocimiento* (*knowledge spillovers*). Así mismo, esta difusión también es posible si se realiza lo que Duranton y Puga (2004) denominan *difusión de información*. Ésta puede estar basada en el llamado *social learning* bajo el cual los agentes económicos toman decisiones según las señales que reciben del mercado y según cómo actúe el resto de agentes económicos, dándose por tanto comportamientos estratégicos. O bien puede estar basada en *externalidades informativas* que dependen, en general, del grado de interacción entre los agentes económicos y, concretamente, de la separación espacial entre éstos.

²⁰ Este trabajo es considerado como descriptivo desde el punto de vista de la ciudad y de los mecanismos señalados porque no se introduce formalmente el contexto espacial.

Por último, la *acumulación de conocimiento* (*knowledge accumulation*) se puede conseguir, o bien a través de la acumulación de la producción no consumida, o bien mediante la acumulación de uno de los factores productivos. En el primer caso, cuyo máximo exponente es el modelo de Romer (1986), se supone que la parte no consumida de la producción permite aumentar uno de los factores productivos, por ejemplo, el capital humano. Este aumento del input genera rendimientos crecientes a nivel agregado y explica tanto la propia existencia de la ciudad, como su crecimiento económico²¹. Pero, ¿qué mecanismos explican la acumulación de la producción consumida y su transformación en, por ejemplo, capital humano? Cualquiera de los asociados a *sharing* y a *matching* puede servir. Por otra parte, la *acumulación de conocimiento* también se puede dar debido a la acumulación directa de uno de los factores de producción, principalmente el capital humano. En este caso, la interacción entre los trabajadores de la ciudad, tanto si pertenecen al mismo sector como a sectores diferentes, permite la acumulación de sus conocimientos y genera un efecto positivo a nivel de ciudad, tal y como se muestra en el modelo de Lucas (1988). Al igual que en el caso anterior, sus fundamentos pueden ser los mecanismos de *sharing* y de *matching* e, incluso, el de *generación de conocimiento* (*knowledge generation*).

2.1.2 Interacciones de mercado y de no mercado

Muchos de los mecanismos de aglomeración señalados anteriormente están basados en la interacción entre los diferentes agentes económicos. Para el caso concreto de las economías externas, Scitovsky (1954) distingue entre dos tipos según su naturaleza mercantil. Bajo la etiqueta de *externalidades tecnológicas* se agrupan las interacciones que no actúan a través del mercado, sino que se canalizan mediante procesos que afectan directamente a la función de producción de la empresa (o a la función de utilidad de un individuo). En contraposición con el caso anterior, las *externalidades pecuniarias* están asociadas a los beneficios de las interacciones económicas que tienen lugar a través de los mecanismos de mercado usuales vía la mediación con los precios (Fujita y Thisse, 2002).

Aunque Anas et al. (1998) señalan que el mundo está repleto de ejemplos que denotan la existencia de *externalidades tecnológicas*. En el caso de los desbordamientos de conocimiento

²¹ “(...) Esta externalidad juega dos roles al mismo tiempo: motor de crecimiento y fuerza de aglomeración, que justifica la existencia de las ciudades (...)” (Duranton y Puga, p. 2107, 2004).

(knowledge spillovers), en los últimos años los desarrollos teóricos han profundizado en el rol de las *externalidades de naturaleza pecuniaria* en la aglomeración de la actividad económica. En este sentido, basándose en el marco de la competencia monopolística descrito por Dixit y Stiglitz (1977), los modelos de la denominada *Nueva Geografía Económica* explican la aglomeración por la existencia de *rendimientos crecientes* que genera la presencia de leves economías de escala internas a la empresa, el “gusto” por la variedad de productos, y los costes de transporte.

En este contexto, el mecanismo básico de concentración de la actividad económica en una ciudad de un “estado aislado” parte de la existencia de una población homogénea de trabajadores-consumidores donde cada uno consume un producto agrícola homogéneo junto con una gran variedad de productos manufacturados diferenciados. Si se permite la existencia de economías a escala (leves) a nivel de empresa, cada variedad del bien manufacturado será producida en una única empresa, de manera que existirán tantas empresas como variedades. A medida que aumenta el número de variedades, sus precios se reducen. Los salarios reales de los trabajadores serán mayores en la ciudad (“arrastre hacia delante”), atrayendo a otros trabajadores que migrarán de otras zonas o ciudades. El incremento del número de trabajadores-consumidores provoca un aumento de la demanda de bienes manufacturados que, cuando es lo suficientemente grande, provoca el aumento en el número de empresas y, por tanto, del número de variedades (“arrastre hacia atrás”). A través de los dos tipos de efectos de arrastre, “(...) las economías de escala a nivel de empresa individual son transformadas en *rendimientos crecientes* a nivel de ciudad (...)” (Fujita y Krugman, p. 506, 1995).

2.2 ÁMBITO SECTORIAL DE LAS ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN

2.2.1 Economías de localización y de urbanización

Una empresa individual se ve afectada por lo que acontece en su entorno geográfico más cercano, especialmente en lo referente a su interacción con el resto de empresas. En primer lugar, existen las denominadas *economías de localización* que tienen su origen en el propio sector y/o industria donde opera la empresa en cuestión. En segundo lugar, las *economías de urbanización* se originan en la unidad espacial donde se localiza la empresa, dependiendo, nuevamente, del tamaño de la ciudad en cuanto a su población o empleo (McDonald, 1997).

Detrás de estas externalidades operan algunos de los mecanismos de aglomeración señalados anteriormente. Retomando la formulación de Marshall (1890), para el caso de las *economías de localización*, éstos se relacionan con la formación de una fuerza de trabajo altamente especializada y con la producción de nuevas ideas, basadas ambas en la acumulación de capital humano y en los contactos cara a cara, así como con la disponibilidad de servicios especializados para la producción. En el caso de las *economías de urbanización* se ha de añadir también la presencia de infraestructuras modernas como puertos o aeropuertos (Fujita y Thisse, 2002). En cualquiera de los dos casos, se dan interacciones de naturaleza tanto tecnológica como pecuniaria. Hay que recordar que Marshall (1890) no era consciente de tal distinción cuando trató los microfundamentos de las economías de aglomeración, ni, por extensión, tampoco lo fueron Ohlin (1933) ni Hoover (1937) cuando propusieron y describieron ambas categorías (Fujita y Thisse, 2002).

Desde el punto de vista empírico, tradicionalmente se han relacionado las *economías de localización* y las *economías de urbanización* con el *tamaño* del sector y/o del área donde la empresa se localiza, respectivamente. La línea de trabajos como los de Sveikauskas (1975), Moomaw (1983), Nakamura (1985), Henderson (1986), Mullen y Williams (1987, 1990), Fogarty y Garofalo (1988), Beeson (1990) y, recientemente, Viladecans (2003, 2004) expresa este modo de proceder²². Estos trabajos, además, se caracterizan por hacer uso de este tipo de economías de aglomeración para explicar el crecimiento de la producción desde una perspectiva temporal estática²³.

2.2.2 Economías de especialización y de diversidad

A la luz de las nuevas aportaciones teóricas sobre crecimiento endógeno, en los últimos años se han introducido nuevos indicadores para reflejar la dimensión sectorial de las economías de aglomeración. A diferencia de los anteriores, este tipo de estudios ha hecho uso de variables representativas de la *composición sectorial* al inicio de un periodo para explicar el crecimiento del empleo durante el periodo. Se trata por tanto de un enfoque dinámico asociado a la *composición sectorial*.

²² McDonald (1997) y, recientemente, Rosenthal y Strange (2004) proporcionan unas excelentes revisiones bibliográficas sobre el tema.

²³ En Ó hUallacháin y Satterthwaite (1992) se utilizan este tipo de variables desde una perspectiva temporal dinámica.

¿Permite este modo de proceder captar el mismo tipo de externalidades? Y, si éste es el caso, ¿los indicadores basados en el *tamaño* son más adecuados para captar su naturaleza estática y los basados en la *composición sectorial* para captar su naturaleza dinámica?

Respecto a la primera pregunta, la respuesta parece ser que sí, al menos esto es lo que se desprende de la literatura más citada. En Glaeser, Kallal, Scheinkman y Shleifer (1992) y en Henderson, Kuncoro y Turner (1995), los dos trabajos pioneros de los estudios empíricos dinámicos, se utiliza el *tamaño* y la *composición sectorial* como formas alternativas de medir el mismo tipo de economías externas.

Respecto la segunda pregunta, la respuesta en este caso es que no. En Anas, Arnott y Small (1998), uno de los *surveys* teóricos y empíricos más importantes sobre estructura espacial de los últimos años, se habla indistintamente de *economías de localización* y *economías de urbanización*, tanto si se analizan desde una perspectiva estática como dinámica. En Henderson et al. (1995) y en Combes (2000) la perspectiva temporal es la que determina la interpretación, indiferentemente de si se utiliza uno u otro tipo de indicador. Por último, tal y como se comentaba anteriormente, en Ó hUallacháin y Satterthwaite (1992) se buscan los efectos dinámicos de unos indicadores de *tamaño*, refiriéndose a las economías de aglomeración asociadas como *economías de localización* y *de urbanización*.

Por lo tanto, parece ser que, a nivel conceptual, los dos tipos de indicadores captan cosas similares. Sin embargo, resulta conveniente darles nombres diferenciados teniendo en cuenta que los indicadores utilizados son diferentes. En este sentido, en el caso de los efectos asociados a la *composición sectorial*, las economías de localización pueden ser llamadas *economías de especialización* y las de urbanización *economías de diversidad*, mientras que atendiendo al *tamaño* conviene mantener el nombre de *economías de localización* y *de urbanización*.

2.3 ÁMBITO TEMPORAL DE LAS ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN

2.3.1 Economías de aglomeración estáticas y dinámicas: el modelo teórico de McDonald (1997)

Tal y como se ha dejado entrever a lo largo del último apartado de la sección, otra clasificación de las economías de aglomeración es posible al considerar su impacto temporal. En este caso se habla de *economías de aglomeración estáticas y dinámicas*.

Siguiendo a McDonald (1997), las *economías de aglomeración estáticas* son aquellas en las que el *nivel* de un determinado factor de aglomeración (z) se asocia con el *nivel* de producción (Q). Es decir, sea la función de producción para la totalidad de un sector localizado en un ámbito espacial determinado, que utiliza como factores de producción al capital (K) y al trabajo (E), y cuyas economías de aglomeración ($A(\bullet)$) dependen de un conjunto de factores z y del nivel tecnológico t ²⁴,

$$Q = A(z, t) f(K, E)$$

En otras palabras, el nivel del factor de aglomeración crea un incremento único en términos temporales en $A(z, t)$ ²⁵ y, por tanto, un desplazamiento hacia el origen, también único en términos temporales, de las curvas de costes medios y marginales del sector (McDonald, 1997).

Por contra, en las *economías de aglomeración dinámicas*, el *nivel* del factor de aglomeración se asocia a un *incremento* en la producción que es continuado en el tiempo. Tal y como enfatizan Callejón y Costa (1995), la importancia de este tipo de economías de aglomeración

²⁴ “(...) Hay una distinción crítica entre economías de aglomeración y progreso técnico. El progreso técnico significa que una empresa que adopte una nueva tecnología puede producir más output con la misma cantidad de capital y trabajo. El progreso técnico, cuando está implementado, es interno a la empresa individual. Las economías de aglomeración son, por definición, externas a la empresa individual en un área urbana. No obstante, puede ser que algunas economías de aglomeración actúen *incrementando* la velocidad del cambio técnico para las empresas en un área urbana particular. Puede haber economías de aglomeración en la invención y el desarrollo de nuevas tecnologías, y puede haber economías de aglomeración en la adopción de nuevas tecnologías. Otras economías de aglomeración, como las economías de escala en infraestructuras de transporte, generan menores costes que pasan a las empresas individuales (...)” (McDonald, p. 339, 1997).

²⁵ Fíjese que, puesto que se considera una función de producción para el conjunto de empresas de un mismo sector, en este caso las economías de aglomeración hacen referencia a economías de urbanización.

se encuentra en su capacidad de modificar la función de producción de la empresa, siendo, por lo tanto, difícilmente reversibles cuando cesa la fuente de estas economías externas (Aláez et al., 2001).

A partir de la función de producción anterior se puede obtener una ecuación de crecimiento donde las economías de aglomeración vienen definidas según su naturaleza temporal y sectorial:

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{dA(\bullet)}{A} + \varepsilon_K \frac{dK}{K} + \varepsilon_E \frac{dE}{E}$$

donde ε_K y ε_E son las elasticidades de la producción respecto a capital y a trabajo, respectivamente.

Llegados a este punto la pregunta a formularse sería, ¿en qué partes de la ecuación aparecen las economías de aglomeración? Según el modelo, las *economías de localización estáticas* generan rendimientos crecientes a escala²⁶ en el uso de los dos factores de producción (la suma de sus elasticidades será superior a 1). El resto de economías de aglomeración se encuentran “*en el interior*” de la ecuación asociada al cambio total de A . Esto es, suponiendo la existencia de un único factor aglomerativo z ,

$$dA(\bullet) = \left(\frac{\partial A}{\partial z} \right) dz + \left(\frac{\partial A}{\partial t} \right) dt(z, Q, dz, dQ) + dA(z, Q)$$

De la ecuación anterior es fácil observar que sus dos primeros componentes se derivan directamente de la forma que se ha dado a las economías de aglomeración (A) en la función de producción:

²⁶ Evidentemente, tal y como McDonald (1997) señala, estos rendimientos crecientes son una condición necesaria pero no suficiente para la presencia de este tipo de economías de aglomeración.

- $\left(\frac{\partial A}{\partial z}\right)dz$ muestra el efecto expansivo asociado a una *economía de urbanización estática* que depende del cambio en el nivel del factor de aglomeración y de su traslación al nivel de economías de aglomeración.
- $\left(\frac{\partial A}{\partial t}\right)dt(z, Q, dz, dQ)$ muestra el efecto combinado de *economías de localización y urbanización* tanto *estáticas* como *dinámicas* en el nivel tecnológico puesto que su variación, tal y como se indicaba en párrafos superiores, depende de los niveles y variaciones del factor de aglomeración y del output.

El tercer componente no se deriva estrictamente de la función de economías de aglomeración supuesta anteriormente, sino que se introduce al suponer la existencia de impactos inerciales asociados a las economías de aglomeración. Es decir,

- $dA(z, Q)$ muestra el efecto asociado a la presencia de *economías de urbanización y de localización dinámicas* que dependen de los niveles del factor de aglomeración y del output, y cuyo impacto es continuo en el tiempo.

En resumen, por lo que al ámbito temporal se refiere, las economías de aglomeración pueden ejercer efectos simultáneos (*estáticos*) o bien inerciales (*dinámicos*), caracterizándose éstos últimos por afectar al nivel de productividad de las empresas durante más de un periodo de tiempo debido a la acción de elementos de naturaleza acumulativa e irreversible que dependen de cómo se ha conseguido esa escala a través del tiempo.

2.3.2 Fundamentos, naturaleza sectorial y estructura de mercado: el caso de las externalidades dinámicas

Fundamentos y naturaleza sectorial

Teniendo en cuenta todo lo anterior, ¿qué tipo de factores inciden en la aparición de uno u otro tipo de economía de aglomeración desde un punto de vista temporal? Evidentemente, los mecanismos de aglomeración analizados y comentados en apartados anteriores están detrás de estas economías de aglomeración. Para el caso de las *economías de*

aglomeración dinámicas, los análisis descriptivos de Jane Jacobs y Michael Porter, y los trabajos teóricos de Paul Romer y Robert Lucas las vinculan a los *desbordamientos de conocimiento* (*knowledge spillovers*).

Utilizando argumentos similares, Jacobs (1969) y Lucas (1988)²⁷ relacionan explícitamente estos *desbordamientos de conocimiento* (*knowledge spillovers*) con la ciudad y los asocia a la *diversidad sectorial*. En este sentido, la producción de nuevas ideas es mucho mayor en un área urbana diversificada que la que se daría en un área dominada por un único sector debido a la *fertilización cruzada de ideas*, bajo la cual algunos sectores nacen porque las empresas de un sector particular perciben la necesidad de nuevos productos o servicios y actúan desarrollándolos (McDonald, 1997).

Por el contrario, Romer (1986)²⁸ y Porter (1990) enfatizan el papel de la concentración geográfica de empresas de un mismo sector en el crecimiento económico de las naciones. De esta manera, por lo tanto, relacionan los *desbordamientos de conocimiento* (*knowledge spillovers*) con la *especialización sectorial*. En este caso, los *desbordamientos de conocimiento* se producen porque la concentración espacial de empresas en un sector determinado permite un mayor desarrollo de nuevos productos, una mejora de los productos ya existentes, así como una mejora de los métodos de producción. Cuanto mayor sea esta concentración, mayores estos efectos²⁹.

Por otra parte, antes se hacía referencia a la emergencia a lo largo de la década de los años 90 de la denominada *Nueva Geografía Económica* en la que se pone el énfasis en la presencia de leves economías de escala a nivel de empresa, así como el gusto por la variedad de productos (inputs intermedios), para explicar la existencia de aglomeraciones. Para el caso de las *economías de aglomeración dinámicas*, trabajos como los de Krugman (1991) y Fujita y Thisse (2002) no niegan la importancia del conocimiento en su generación, aunque otorgan un mayor protagonismo a los efectos derivados del mercado de trabajo y de los mercados de bienes intermedios.

²⁷ Recuérdese que la formalización matemática de Lucas (1988) se corresponde con la *acumulación de conocimiento* (*knowledge accumulation*) basada en la acumulación de un factor de producción.

²⁸ Recuérdese que también en este caso el modelo se basa en la *acumulación de conocimiento* (*knowledge accumulation*) asociada a la acumulación de la producción no consumida de un periodo a otro.

²⁹ “(...) La velocidad de innovación será más rápida porque hay más gente altamente formada alrededor de los que están pensando en cómo mejorar la industria. Una idea creada por una persona estimulará a otra, y a otra, y así sucesivamente (...)” (McDonald, p. 344, 1997).

Estructura de mercado

Otro de los aspectos que, desde el trabajo empírico de Glaeser et al. (1992), se asocia a este tipo de externalidades hace referencia a la *estructura de mercado*. Concretamente esta segunda dimensión de las *economías de aglomeración dinámicas* hace referencia a si la competencia o el oligopolio-monopolio fomentan la innovación.

En este sentido, economistas de reconocido prestigio como John K. Galbraith y Joseph Schumpeter enfatizan el rol positivo de las *estructuras oligopolísticas* en la generación de innovaciones. Esta estructura permite a las grandes empresas que las constituyen la apropiación inmediata de los beneficios derivados de sus innovaciones, incentivando la inversión en I+D. Esto se debe a que el flujo de ideas, al haber pocas empresas, está más restringido, aumentando la capacidad de éstas para internalizar la externalidad asociada a un nuevo descubrimiento (McDonald, 1997).

En otros trabajos como los ya mencionados de Jacobs (1969) y Porter (1990) la *competencia* es la que promueve la creación y adopción de innovaciones. Para éstos, si no existe un sistema de patentes que funcione eficientemente, una estructura oligopolística no garantiza la apropiación de los beneficios derivados de las innovaciones, y, además, limita la aparición de métodos de producción y productos alternativos (McDonald, 1997).

Externalidades dinámicas

La consideración conjunta de la dimensión sectorial y del tipo de estructura de mercado ha llevado a la aparición de una clasificación propia para *economías de aglomeración dinámicas*. Siguiendo el trabajo de Glaeser et al. (1992)³⁰ es posible distinguir entre tres tipos:

- *Externalidades dinámicas tipo MAR (Marshall-Arrow-Romer)*, asociadas a la especialización y a la existencia de una estructura de mercado que se aleja de la competencia perfecta.

³⁰ En Henderson et al. (1995) no se tiene en cuenta la estructura de mercado, motivo por el cual, atendiendo al ámbito sectorial, sólo habla de *externalidades tipo MAR* y *externalidades tipo Jacobs*. Las *externalidades tipo Porter*, puesto que se vinculan con la especialización sectorial, se incluirían en el primer tipo.

- *Externalidades dinámicas tipo Jacobs*, asociadas a la diversidad productiva y a estructuras de mercado competitivas.
- *Externalidades dinámicas tipo Porter*, asociadas a la especialización y a estructuras de mercado con una fuerte competencia.

Numerosos trabajos han tenido en cuenta esta clasificación para desarrollar estudios en los que se busca evidencia empírica favorable hacia este tipo de economías de aglomeración. Normalmente, cuando estos trabajos se realizan a escala urbana, derivan, a partir de la función de producción, una ecuación donde se estima el crecimiento del empleo³¹ o su valor en el último año considerado respecto a unas variables explicativas que adoptan su valor del año inicial. Por el contrario, cuando la escala es regional, la disponibilidad de datos permite trabajar en términos de productividad.

A nivel internacional, el trabajo de Glaeser et al. (1992) aplicado al caso de las ciudades de Estados Unidos, encuentra evidencia empírica favorable a la existencia de externalidades dinámicas tipo Jacobs; esto es, la diversidad productiva en un contexto de competencia ejerce un efecto positivo sobre el crecimiento del empleo industrial. En un trabajo inmediatamente posterior, Henderson et al. (1995)³², se distingue entre industrias maduras e industrias nuevas y encuentran evidencia favorable a las externalidades dinámicas tipo MAR³³, en el caso de las primeras, y Jacobs y MAR, en las segundas. Para el caso de Francia, haciendo uso de una desagregación amplia de sectores, Combes (2000) encuentra diferencias importantes entre los sectores industriales y los de servicios. En ambos casos la especialización y la competencia ejercen un efecto dinámico negativo, mientras que la diversidad afecta positivamente a los servicios y negativamente a la industria.

Para el caso español, Callejón y Costa (1996)³⁴ trabajan con sectores manufactureros y encuentran unos resultados similares a los de Henderson et al. (1995), es decir, externalidades tipo MAR en los sectores maduros y externalidades tipo Jacobs en los sectores más

³¹ Se supone que las ganancias de productividad asociadas a las economías de aglomeración afectan al empleo.

³² Sus aportaciones más recientes, Henderson (1997, 2003), incluyen el análisis conjunto de economías de aglomeración estáticas y dinámicas.

³³ Recuérdese que en Henderson et al. (1995) no se tiene en cuenta la estructura de mercado.

³⁴ Véase también Callejón y Costa (1995) y Viladecans (1999).

innovadores de alta tecnología. Por el contrario, de Lucio, Herce y Goicolea (2002)³⁵ examinan una desagregación amplia de sectores manufactureros, encontrando evidencia empírica favorable a la especialización, si bien los indicadores de diversidad y de competencia no resultan estadísticamente significativos.

2.4 ÁMBITO ESPACIAL DE LAS ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN

Adoptar un enfoque intrametropolitano permite plantearse una cuestión relevante, ¿cuál es el impacto espacial de las diferentes economías de aglomeración que entran en juego? Los resultados hallados en los pocos trabajos empíricos que han abordado la cuestión, como Rosenthal y Strange (2001, 2003), Henderson (2003), Ellison y Glaeser (1997) o Duranton y Overmans (2002), indican que las economías de aglomeración tienen un diferente efecto espacial dependiendo de sus microfundamentos *sharing*, *matching* y *learning*.

En el caso de Rosenthal y Strange (2001, 2003), los mecanismos de aglomeración basados en *learning* tienen un impacto espacial más limitado³⁶ que los de tipo *matching*, que a su vez ejercen un efecto más localizado que los mecanismos de *sharing*, en especial los asociados a los bienes intermedios. A priori, estos resultados parecen bastante razonables puesto que el *learning* requiere normalmente de un contacto continuado cara a cara, así como un sentido de colectividad local que permita la libre circulación de ideas. El ámbito de las externalidades asociadas al *matching* en el mercado de trabajo va más allá de un entorno estrictamente local, aunque probablemente no lleguen a tener una escala geográfica metropolitana ya que dentro de las metrópolis suelen coexistir diferentes mercados locales de trabajo relativamente autocontenidos, una escala espacial más acorde con el presumible impacto geográfico de dichas economías. Finalmente, el *sharing* de inputs intermedios puede ser bastante más esporádico que la movilidad cotidiana asociada a la integración de los mercados de trabajo y vivienda, por lo que su efecto espacial será mayor, probablemente la metrópolis en su conjunto.

³⁵ Otros trabajos de los autores son de Lucio, Herce y Goicolea (1996) y Lucio (1997, 2001).

³⁶ Este resultado es consistente con los trabajos de Jaffe et al. (1993), Acs et al. (1992) y Almeida y Kogut (1999).

2.5 CONCLUSIONES

No hay ningún tipo de duda de que la noción de *economías de aglomeración* esconde tras de sí una enorme complejidad. La propia definición del concepto realizada por autores de reconocido prestigio en el tema es, o bien muy general, incluyendo una gran variedad de situaciones, o bien sesgada hacia una visión voluntariamente parcial del problema. Los resultados del análisis exploratorio desarrollado en este capítulo parecen indicar esta dirección. Desde un punto de vista teórico, los *microfundamentos* de las economías de aglomeración, ya sea en la clasificación de Marshall (1890) como en la propuesta de Duranton y Puga (2004), engloban una gama amplia y heterogénea de posibilidades que van desde el papel que juegan las infraestructuras públicas, a los desbordamientos de conocimientos.

La evidencia empírica ha contrastado su existencia prestando atención a sus diversas dimensiones. Su *naturaleza sectorial* permite hablar de *economías de localización* y de *especialización* cuando lo que prima es la concentración de empresas de un único sector en términos de tamaño o de composición respectivamente; o de *economías de urbanización* y de *diversidad*, cuando las economías de aglomeración se asocian al tamaño urbano o bien a una base económica diversificada. Atendiendo a la *dimensión temporal*, se pueden distinguir entre *economías de aglomeración estáticas*, cuando su impacto está limitado en el tiempo, o *dinámicas*, cuando sus efectos tienen un impacto prologando en el tiempo. Considerando ambas dimensiones a la vez, además de la estructura de mercado existente, también se suele distinguir entre *externalidades dinámicas tipo MAR* cuando lo que importa es una composición sectorial especializada en una mercado con falta de competencia; *externalidades dinámicas tipo Porter* que, a diferencia de las anteriores, se basan en el efecto positivo de la competencia entre empresas; y, por último, *externalidades dinámicas tipo Jacobs*, cuando prima la diversidad sectorial y una estructura de mercado próxima a la competencia.

Para finalizar, desde un punto de vista *espacial*, relegando al próximo capítulo una mayor concreción sobre el tema, los diferentes mecanismos de aglomeración pueden tener un radio de acción diferente según su naturaleza microeconómica. Recordar también que el concepto de economía de aglomeración es una pieza teórica fundamental en los modelos; una nueva generación de modelos menos estilizados, pero capaces de capturar aspectos como la existencia de diferentes centros de empleo.

CAPÍTULO 3

ESTRUCTURA ESPACIAL

Y

TEORÍA ECONÓMICA II: EL POLICENTRISMO

3.0 INTRODUCCIÓN

El *Policentrismo* -o *Multinucleación* en la literatura europea- puede definirse como aquel proceso mediante el cual una ciudad se aleja paulatinamente de una estructura espacial caracterizada por la existencia de un solo centro de empleo, dirigiéndose hacia una nueva donde coexisten varios centros de empleo del mismo o de diferente orden jerárquico. La existencia de estructuras urbanas policéntricas resulta cada vez más evidente tanto en Europa como en los Estados Unidos.

El marco teórico bajo el que se ha abordado la creciente integración de centros de población y empleo en Europa ha sido principalmente la reformulación del *Modelo de Lugar Central* adaptado a sistemas urbanos locales. Puestos a poner etiquetas, se trata de un enfoque más propio de la Geografía Económica que de la Economía Urbana. La idea es que, al integrarse funcionalmente áreas de mercado anteriormente desconectadas, surge la posibilidad de que los diferentes centros se especialicen en algunos sectores con el objeto de aprovechar al máximo las economías de localización de tipo marshalliano. Con ello, el esquema jerárquico de un sistema de ciudades de tipo christalleriano ya no resulta útil, puesto que las relaciones horizontales ganan peso frente a las verticales. Por decirlo de algún modo, cambia la forma de utilizar el sistema de ciudades buscando una lógica donde las ventajas locales se refuerzan y amplían al incluir las ventajas que supone pertenecer a un sistema de ciudades que en conjunto concentra un gran número de empresas, trabajadores e infraestructuras. De la metáfora del árbol jerárquico se pasa a la de red de ciudades (Camagni, 1993, 1994; Camagni y Salone, 1993; Batten, 1995; Dematteis, 1990, 1991a, 1991b; Emmanuel y Dematteis, 1990).

En los Estados Unidos, el Policentrismo surge principalmente de la descentralización del empleo. Nuevos subcentros aparecen en la periferia colonizando un espacio normalmente vacío, o bien ocupado por viviendas bajo unas condiciones de densidad bajas. *Edge cities*, distritos industriales, parques tecnológicos, campus universitarios, centros periféricos de empleo en general, recogen aquello que el CBD expulsa. Tal y como se verá en capítulos posteriores, desde mediados de los ochenta ha aparecido una interesante literatura donde se proponen diferentes metodologías para identificar los subcentros que han ido emergiendo con el paso del tiempo.

La aparición de trabajos aplicados sobre Policentrismo se ha complementado con el desarrollo de nuevos enfoques teóricos que, partiendo del Monocentrismo propio del Modelo de Renta Ofertada, han adaptado sus hipótesis de partida con el objeto de permitir la existencia de múltiples equilibrios, entre los cuales está la aparición de estructuras espaciales policéntricas³⁷.

Dentro de la Economía Urbana han emergido diferentes modelos relativamente desconectados que indican la necesidad de recorrer aún un largo camino hacia un Modelo Policéntrico que goce del mismo crédito que el Modelo Monocéntrico estándar:

“(…) En contraste con el Modelo Monocéntrico estándar, no hay una teoría coherente sobre la ciudad policéntrica (...) sólo fragmentos de teorías (...)” (Papageorgiou y Pines, p. 19, 1999).

En este sentido, de los modelos que surgen de la tradición de la ciudad monocéntrica de Alonso-Muth-Mills, Michelle J. White, una de las autoras más prolíficas en el campo de la Economía Urbana³⁸, en su aportación de 1999 al tercer volumen del *Handbook of regional and urban economics*, distingue entre modelos *endógenos* y modelos *exógenos*. Los primeros, centrados en el análisis del efecto de las economías de aglomeración y de los costes de transporte en las actuales pautas de localización espacial del empleo y de la residencia; los segundos, en el análisis de los efectos que la suburbanización del empleo provoca en las decisiones de localización residencial y en otros aspectos referentes a la asignación de recursos en las ciudades.

Por último, debe recordarse que aportaciones sobre el tema también se han hecho desde la *Nueva Geografía Económica*, aunque en este caso el tipo de economías de aglomeración son de naturaleza diferente. En general, se trata de modelos de competencia monopolística, con preferencias de los consumidores por la variedad y la existencia de externalidades de tipo pecuniario, donde se estudian los parámetros que son susceptibles de ser alterados dando lugar a configuraciones policéntricas.

³⁷ El propio Muth (1969) reconoce la limitación de su modelo teórico al considerar una única concentración de empleo y extiende brevemente su análisis para considerar la existencia de una segunda concentración de empleo en la ciudad.

³⁸ En sus aportaciones teóricas analiza las pautas de localización de la población y de la actividad económica, y la influencia que sobre éstas tienen el zoning, la polución, el género, la pertenencia a un grupo minoritario, los impuestos pigouvianos, etc. Así mismo, también destacan sus aportaciones al debate del *wasteful commuting*.

Con el objetivo de detallar de manera resumida las principales características, los resultados y el tipo de economía de aglomeración que opera en cada una de estas aportaciones teóricas posteriores, este capítulo se organiza en cuatro secciones. En la primera se describen los principales modelos *exógenos* de la *Nueva Economía Urbana*. En la segunda sección se examinan los modelos *endógenos*. En la tercera sección se finaliza esta revisión con las principales aportaciones de la *Nueva Geografía Económica*. Por último, en la cuarta sección se presentan las principales conclusiones.

3.1 MODELOS EXÓGENOS DE LA NUEVA ECONOMÍA URBANA

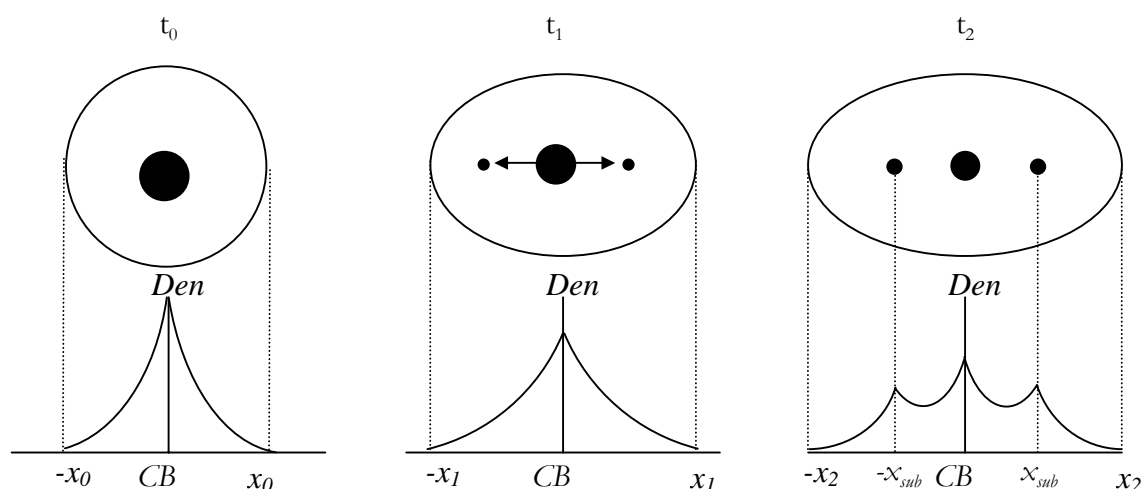
Los modelos exógenos parten directamente de la tradición monocéntrica. “(...) Muchos de estos modelos son sorprendentemente similares a los modelos monocéntricos en términos de aproximación analítica y de naturaleza de las predicciones teóricas (...)” (Boarnet, p. 80, 1994a).

De alguna manera, este Policentrismo no es más que el Monocentrismo ampliado de Muth (1969), pero incorporando las economías de aglomeración y centrando la atención en el empleo. Por este motivo, también padecen alguna de las limitaciones del Monocentrismo como el supuesto sobre la exogeneidad del empleo respecto el comportamiento de la población.

Puesto que el empleo no sigue a la población, en estos modelos el Policentrismo sólo es posible por movimientos del empleo, es decir, por la descentralización de las empresas hacia zonas periféricas dando lugar a un subcentro de empleo. A este subcentro se dirigirá la población y, de nuevo, serán los costes de transporte los que determinen su pauta de localización residencial (Figura 3.1).

Bajo este contexto, los modelos exógenos asumen que las empresas se mueven hacia localizaciones suburbanas *determinadas exógenamente*. La atención se centra en cómo los trabajadores deciden el lugar de residencia para una distribución del empleo determinada y la pauta espacial resultante de rentas del suelo, densidades de población y regiones de *commuting*. Los cambios en la pauta de localización son incrementales, manteniéndose parte del efecto histórico del CBD.

Figura 3.1 Evolución de la estructura espacial del empleo en un modelo NUE exógeno



El impulso que genera el Policentrismo es la existencia de diseconomías de aglomeración en el centro (elevado precio del suelo, congestión, etc) y la existencia de economías de aglomeración en la periferia.

Con el paso del tiempo se reduce el peso del centro (el círculo negro central se hace más pequeño) y se crean nuevos centros de empleo en la periferia (nuevos círculos de tamaño reducido situados simétricamente a derecha e izquierda del centro de la región).

La descentralización policéntrica del empleo hace que aumente el radio real de la región urbana (más allá de x , la densidad residencial cae hasta niveles “rurales”): $x_0 < x_1 < x_2$

La densidad de población tiende a incrementar alrededor del subcentro de empleo originado en t_1 sólo a partir de t_2 .

Uno de los primeros modelos donde se aborda el rol de las economías de aglomeración es el de Sullivan (1986)³⁹. En este trabajo se considera la existencia de economías de aglomeración sólo en el CBD y no en un subcentro-anillo. En el CBD se sitúa el sector de oficinas cuyas economías de aglomeración se originan en la necesidad de contactos “cara a cara”. En la otra aglomeración de empleo se localiza el sector manufacturero que, al no beneficiarse de tales ventajas de localización, adopta la forma de anillo alrededor de una autopista circunferencial que está comunicada con el CBD con el objetivo de reducir los costes de transportar el producto hasta el consumidor final.

En Sasaki (1990) se amplía el trabajo anterior al considerar también la existencia de economías de aglomeración en el subcentro basadas en la transmisión de la información. Mientras que en el CBD las economías de aglomeración se originan global y localmente, en el subcentro sólo operan las de tipo local. La llamada “información global” hace referencia a las previsiones futuras de la industria, el precio de los productos o el desarrollo de nuevas tecnologías, mientras que la “información local” se asocia con las rentas del suelo en cada

³⁹ El modelo de White (1976) comparte muchas similitudes con el de Sullivan (1986) en cuanto a la formación de un subcentro alrededor de una determinada infraestructura de transporte. No obstante, el modelo de White (1976) no considera la presencia de ningún tipo de economías de aglomeración, ya sea en el CBD como en el subcentro.

concentración industrial, el precio de los materiales comprados coordinadamente, los tiempos de reparto y la tendencia del mercado local de trabajo.

Dentro de los modelos exógenos, hay dos aportaciones de especial interés para esta investigación: Wieand (1987) y Fujita, Thisse y Zenou (1997). Ambos se alejan ligeramente de los modelos anteriores al considerar la existencia de una cierta endogeneidad en la localización del empleo respecto a la localización de la población. En general, se continúa considerando a la población constante, sin dinámica, pero se acepta que, cuando el tamaño de población es grande y por tanto puede dar lugar a un área residencial también grande, es más probable la descentralización de la actividad económica al buscar salarios menores.

Wieand (1987) presenta un modelo en el que tanto el CBD como el subcentro, que es un punto con área, presentan economías de aglomeración. Ambos están determinados exógenamente, si bien el tamaño y la localización del subcentro están determinados por las fuerzas del mercado. Estas economías de aglomeración se asocian al intercambio de información entre empresas, por lo que es en el CBD -lugar que concentra la mayor proporción de empleos- donde se expresan con más intensidad.

La localización óptima del subcentro depende también de las necesidades del factor trabajo por parte de las empresas. Si el subcentro contiene sólo un número reducido de empleos, entonces es óptimo localizarse en la periferia del área urbana; mientras que si el subcentro requiere de un número elevado de trabajadores, entonces es preferible localizarse cerca del CBD (White, 1999). Esto es así porque cuanto más lejos del CBD se localice el subcentro, menor es el número de trabajadores dispuestos a desplazarse diariamente a él. “(...) Si el subcentro contiene pocas empresas, entonces la menor región de commuting no es una desventaja y su mejor localización es cerca de la periferia urbana donde los costes del suelo son bajos. Pero si el subcentro contiene muchas empresas, entonces es mejor para él permanecer cerca del CBD donde puede atraer más trabajadores (...)” (White, p. 1390, 1999).

Fujita et al. (1997) presentan un modelo en el que se lleva a cabo “(...) una nueva aproximación (...) para explicar la formación de centros de empleo secundarios (...)” (Fujita et al., p. 337, 1997). Su novedad principal radica en considerar que es la localización de una gran empresa la que lleva a la formación de un subcentro, en lugar de que sea un conjunto de

pequeñas empresas, tal y como se ha visto en los modelos anteriores, así como se verá en los siguientes.

El modelo es exógeno, a pesar de su título, en la medida en que describe tres posibles configuraciones espaciales de rentas del suelo y salarios en función de la distancia entre el centro y el subcentro. A su vez, el modelo es endógeno en cuanto que la localización del subcentro no está predeterminada.

Se asume la existencia de economías de aglomeración en el CBD basadas en flujos de información que se derivan de la interacción entre las empresas. Los autores no entran en cómo funcionan las “externalidades tecnológicas”, sino que, simplemente, las modelizan considerando un efecto negativo de la distancia al CBD sobre la productividad de la empresa. Estas economías de aglomeración actúan principalmente, por lo tanto, como una fuerza centrípeta que frena la descentralización del empleo.

Por otra parte, un determinado umbral de población hace atractivas determinadas zonas de la ciudad (las más periféricas), pues, en éstas, ninguna empresa preexistente posee una cuota significativa del mercado de trabajo. Puesto que, además, los salarios y las rentas del suelo son menores, la competencia por trabajadores actúa como una fuerza centrífuga.

Tres son las estructuras espaciales consideradas en función de las rentas del suelo. La primera se deriva de una localización en el CBD o muy próxima al él. Como consecuencia, las empresas del subcentro compiten con las del centro en la atracción de trabajadores. Esta competencia se realiza vía salarios, provocando un aumento del salario de equilibrio que, a su vez, provoca la atracción de población (de flujos de migración). Este nuevo salario de equilibrio de referencia es único para ambas localizaciones y provoca un aumento de las rentas del suelo que, en términos gráficos, supone un desplazamiento hacia la derecha de la función de renta ofertada.

Un mayor distanciamiento del CBD da origen a una segunda estructura espacial. En este caso, el salario de referencia aumenta porque todavía existe la competencia por los trabajadores entre CBD y subcentro. No obstante, esta competencia es menor debido a la ubicación lejana respecto del CBD y próxima a los ámbitos rurales. La captación de

inmigrantes y de trabajadores se realiza estableciendo un salario levemente superior al de referencia (descontado el ahorro en commuting). Como consecuencia, la renta del suelo aumenta en el subcentro, a partir del cual empieza a decrecer hacia la izquierda, hasta que se iguala con la función de rentas del suelo dependiente del CBD, y hacia la derecha, dominando sobre la del CBD. Es decir, el subcentro genera su propia zona de influencia en términos de renta, aunque se solapa por el lado izquierdo con la generada por el CBD.

La tercera configuración posible se da cuando la empresa (el subcentro) se sitúa en el área rural, donde no existe competencia con el CBD por el factor trabajo, estableciendo un salario mínimo (por encima del agrario) que atrae inmigrantes de otras zonas. Con el máximo en el subcentro, se genera un área de influencia en la movilidad que ejerce un efecto sobre las rentas del suelo independiente del CBD.

Por último, resta señalar que, aunque el modelo es estático, los autores señalan que “(...) puede ser visto como implicando tres etapas. En la primera, los trabajadores y las empresas competitivas forman una ciudad monocéntrica donde las empresas están concentradas en el CBD. En la segunda, una gran empresa aparece en el área y escoge una localización y un nivel de salario. En la tercera, nuevos trabajadores migran a la ciudad (y quizás algunas empresas competitivas desaparecen) (...)” (Fujita et al., p. 339, 1997).

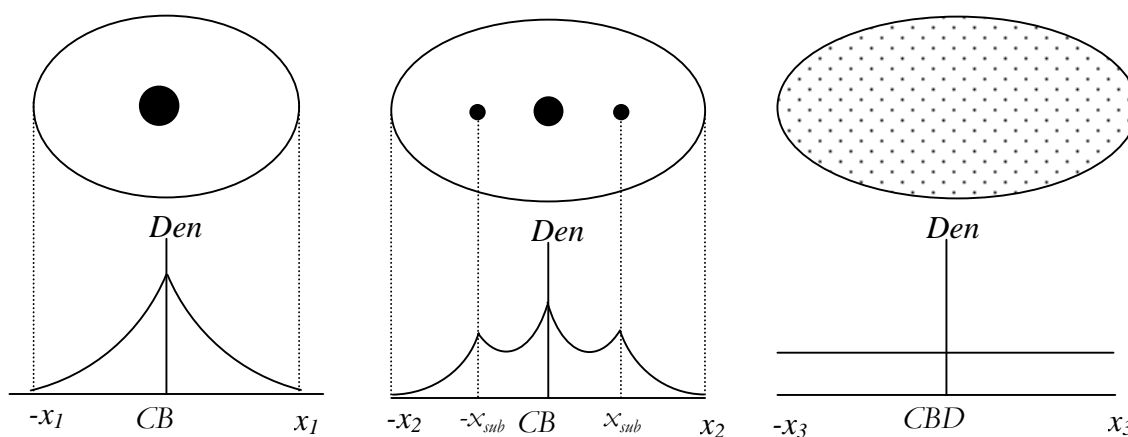
3.2 MODELOS ENDÓGENOS DE LA NUEVA ECONOMÍA URBANA

Estos modelos “(...) consideran la pauta de localización espacial óptima para las empresas en un modelo urbano sin historia (...)” (White, p. 1385, 1999). Se asume que la ciudad es construida desde el principio, de manera que no se presupone la existencia del CBD y/o de cualquier otra concentración de empleo.

En este tipo de modelos, la presencia de economías de aglomeración y unos costes de transporte de productos mayores que los de commuting, explican los beneficios de localizarse en el CBD. A medida que las ciudades aumentan de tamaño, el CBD se congestiona, aumentando tanto los costes de commuting como los costes de transporte de productos, hasta un punto en el que, para las empresas, es más eficiente suburbanizarse (White, 1999).

En general, dos son las pautas de descentralización posibles (Figura 3.2): las empresas pueden dispersarse totalmente más allá del CBD, o pueden concentrarse en puntos concretos de la periferia formando uno o más subcentros de empleo (Policentrismo). La dispersión total se produce cuando los costes de commuting son elevados, cuando no es posible reproducir las economías de aglomeración fuera del CBD, cuando la demanda de suelo y trabajo por las empresas es muy precio elástica, cuando los individuos están dispuestos a convivir con las empresas -porque éstas no son contaminantes- y cuando las empresas venden sus productos directamente a los individuos, que necesitan realizar viajes para comprar (White, 1999).

Figura 3.2 Estructura espacial el empleo en un modelo NUE endógeno: tres configuraciones posibles
 t_0 Ciudad monocéntrica t_0 Ciudad policéntrica t_0 Ciudad dispersa



En este caso, las tres figuras representan configuraciones alternativas de una misma ciudad en un mismo momento del tiempo: la ciudad monocéntrica, la ciudad policéntrica (tricéntrica) y la ciudad dispersa. Cada una de estas estructuras espaciales son resultado de las diferencias en la importancia de los beneficios asociados a las economías de aglomeración, así como en la importancia de los costes de transporte de individuos y bienes.

El trabajo de Mills (1972b) citado anteriormente podría ser considerado como la primera aproximación a este tipo de literatura al desarrollar un modelo en el que la asignación óptima de factores entre producción de bienes y vivienda es la asignación que minimiza la suma de los costes de transporte de productos más el coste de commuting de los trabajadores (White, 1999). En esta primera aportación pionera, no obstante, no se considera la existencia de economías de aglomeración.

Los modelos de Ogawa y Fujita (1980, 1989), Fujita y Ogawa (1982) e Imai (1982) son los primeros en analizar endógenamente la estructura espacial del empleo, dando una importancia central a las economías de aglomeración. Quizás el trabajo más representativo de

este tipo de modelos es el de Fujita y Ogawa (1982) en el que, partiendo del modelo de Mills (1972b), las economías de aglomeración son introducidas en la función de producción de la empresa mediante lo que denominan una *función potencial de localización*. Para una localización determinada, se suma el promedio de densidades de empresas que existe en el resto de localizaciones, ponderadas por las distancias que separan a estas localizaciones de la de referencia. En general, por tanto, “(...) el nivel de las economías de aglomeración depende de la densidad de empresas en localizaciones particulares y puede ser constante en todo el área urbana o puede diferir en las diferentes localizaciones (...)” (White, p. 1385, 1999).

Las diferentes configuraciones que adopte la estructura espacial de la ciudad dependen de la naturaleza de las economías de aglomeración y de los costes de commuting y de transporte de los bienes producidos. El *Monocentrismo* aparece cuando los beneficios asociados a las economías de aglomeración sólo se dan en el CBD, superando los costes de commuting⁴⁰. Una *distribución espacial dispersa*⁴¹ se obtiene cuando los beneficios de las economías de aglomeración se generan en todas las localizaciones de la ciudad y los costes de commuting son muy elevados⁴¹. Por último, el *Policentrismo* es un tipo de estructura espacial que resulta de unas economías de aglomeración cuya influencia se reduce al aumentar la distancia entre las empresas en un contexto de costes de commuting moderados⁴².

Por último, en Lucas y Rossi-Hansberg (2002), al igual que en los casos anteriores, se consideran unas economías de aglomeración basadas en el intercambio de información relacionada con la producción. Los autores operan de forma similar a Fujita y Ogawa (1982) e introducen estas externalidades en la función de producción como un parámetro de eficiencia que depende del promedio de empleo⁴³ en el resto de localizaciones ponderado por la distancia que les separa. La alteración de los parámetros les permite el estudio de las

⁴⁰ “(...) Si las economías de aglomeración son elevadas en el CBD y se reducen con la distancia al CBD, las empresas se concentran en un único CBD rodeado en ambos lados por vivienda (...)” (White, p. 1386, 1999).

⁴¹ “(...) Si las economías de aglomeración son constantes en todas las localizaciones y el coste del commuting es elevado con respecto al coste del transporte de bienes, entonces se produce un patrón de uso del suelo disperso en el que todos los trabajadores trabajan en casa (...)” (White, p. 1386, 1999).

⁴² “(...) Si los costes de commuting son moderados y el ritmo de reducción (de las economías de aglomeración con la distancia) es elevado (entonces una empresa se beneficia mucho de las empresas cercanas pero no mucho de las empresas más distantes) entonces el equilibrio es policéntrico (...)” (Anas et al., p. 1447, 1998).

⁴³ Esta modelización de las economías de aglomeración está basada en Lucas (2001), trabajo en el que se relacionan las externalidades en la producción con la distribución espacial de las rentas del suelo, así como con la del empleo.

condiciones bajo las cuales aparecen los diferentes tipos de equilibrio en su estructura espacial⁴⁴.

3.3 MODELOS DE LA NUEVA GEOGRAFÍA ECONÓMICA

Los trabajos incluidos en esta literatura rivalizan directamente con los de la Nueva Economía Urbana al dar una explicación diferente de la aglomeración de la actividad económica: los rendimientos crecientes que tienen su origen en la diferenciación de productos.

A nivel urbano, las primeras aportaciones se limitan a introducir el mercado del suelo en modelos regionales como el de Krugman (1991). En los trabajos de Fujita (1988) y Liu y Fujita (1991), la presencia de bajas rentas del suelo más allá de la aglomeración permite a las empresas economizar en costes y, por tanto, ha de ser considerada como una fuerza centrífuga que puede generar una variedad de equilibrios donde la residencia y el resto de usos del suelo pueden estar mezclados o segregados, en una configuración monocéntrica o policéntrica, dependiendo de la estructura de costes de transporte de los usos alternativos y de las preferencias de los consumidores (Anas et al., 1998).

El trabajo de Fujita y Mori (1997)⁴⁵ analiza las condiciones necesarias para la emergencia de nuevas concentraciones de población y empleo, dando lugar a la configuración de sistemas urbanos. Los autores hablan de sistemas urbanos y de la emergencia de otras aglomeraciones de actividad económica porque, tal y como insinúan en su introducción, una de sus prioridades es poner las bases para el desarrollo en un futuro inmediato de modelos que describan sistemas urbanos de tipo jerárquico: “(...) dado el reciente desarrollo en

⁴⁴ Si bien no analiza el Policentrismo, el trabajo de Berliang, Peng y Wang (2002) es interesante por su formalización de la idea de Jacobs (1969) sobre los *desbordamientos de conocimiento*. Esta modelización se basa en la propuesta de Romer (1986) bajo la cual el capital agregado de la metrópolis es introducido en la función de producción y viene condicionado por una medida del *grado de efectividad en las interacciones* entre una empresa particular y el resto. Permitiendo la existencia de este tipo de externalidades en la producción, este trabajo desarrolla un marco de equilibrio general bajo el cual una única estructura espacial es determinada analíticamente: el Monocentrismo. Este resultado, que difiere tanto de Fujita y Ogawa (1982) en el que sí se encuentran equilibrios multicéntricos, es consecuencia de sus diferencias en la formalización de la externalidad: mientras que en Fujita y Ogawa (1982) la *función potencial de localización* se obtiene de integrar los diferentes pares de localizaciones de empresa, siendo, por lo tanto, separables, en Berliang et al. (2002) esta separación entre pares de localizaciones no es posible al trabajar con conceptos promedios como la *localización media*.

⁴⁵ Su punto de partida es el trabajo de Fujita y Krugman (1995), deudor a su vez de Krugman (1993), en el que se formaliza una estructura espacial monocéntrica considerando sólo cuestiones de renta del suelo en el sector agrario.

economía espacial, no debería ser demasiado difícil formalizar un modelo espacial de equilibrio general que pudiera dar lugar a una pauta regular de lugar central (sugerida por Christaller y Lösch) como una solución de equilibrio (...)” (Fujita y Mori, p. 400, 1997).

Fujita y Mori (1997) proponen una aproximación evolutiva a la teoría de sistemas urbanos que intenta explicar la configuración espacial específica observada hoy como resultado de un proceso evolutivo histórico. La evolución de la población es el principal determinante en la aparición de nuevas aglomeraciones. La idea es que, partiendo de una configuración monocéntrica, el crecimiento de la población “expulsa” a la actividad agrícola a una mayor distancia del CBD, aumentando los precios de sus productos cuando éstos son transportados a los consumidores. Además, aumenta el tamaño del *hinterland* (de la superficie cultivada) para poder abastecer una población en crecimiento.

En el CBD se intensifica la competencia de empresas-variedades al haber aumentado en número debido al crecimiento poblacional. Las variedades de bienes producidos en el CBD también son más costosos de transportar a las zonas periféricas, cada vez más lejanas, llegando a un punto en el que resultan prohibitivos, lo que supone dejarlas de abastecer. Estas zonas se convierten por tanto en una oportunidad para las empresas.

Si el crecimiento de la población no es lo suficientemente grande, las fuerzas de aglomeración del CBD serán mayores que las fuerzas de dispersión por lo que ninguna nueva aglomeración emergerá. Por el contrario, si la población supera un cierto umbral crítico, las fuerzas de dispersión superarán las de aglomeración de las ciudades existentes, dando lugar a la creación de nuevas ciudades dentro del *hinterland* (Fujita y Mori, 1997).

No es hasta el trabajo de Fujita, Krugman y Mori (1999) que se establecen las condiciones bajo las cuales el sistema urbano generado presenta características christallerianas. Es decir, mientras que en el sistema urbano de Fujita y Mori (1997) sólo se consideraba un único bien manufacturero y, por lo tanto, no se podía hablar estrictamente de jerarquía urbana, en Fujita et al. (1999) sí se puede al tratarse de un modelo con diferentes bienes manufactureros.

De esta manera, a las condiciones ya consideradas anteriormente se le añaden las que permiten la formación de centros de diferente orden jerárquico. En una economía con diferentes tipos de bienes manufacturados, los menos diferenciados, es decir, aquellos que presentan una mayor elasticidad de sustitución, y los que soportan unos costes de transporte elevados, son los primeros en abandonar la aglomeración central. Posteriormente, se descentralizan los productores con una diferenciación de producto algo mayor dirigiéndose hacia las aglomeraciones “fundadas” previamente, o bien generando nuevos asentamientos.

Tabla 3.1 Economías de aglomeración y estructura espacial del empleo: trabajos

	Trabajo	Fuerzas centrípetas ⁴⁶	Fuerzas centrifugas	Estructura espacial considerada
<i>Nueva Economía Urbana “exógenos”</i>	Sullivan (1986)	CBD – contactos cara a cara Subcentro – acceso infraestructura	Costes de transporte	Policéntrica con subcentro anillo
	Sasaki (1990)	CBD – intercambio información global y local Subcentro – intercambio información local	Costes de transporte	Policéntrica con subcentro anillo
	Wieand (1987)	CBD – intercambio información entre empresas Subcentro – intercambio información y necesidades de empleo	Costes de commuting Rentas del suelo Necesidades de empleo	Policéntrica con subcentro con área
	Fujita, Thisse y Zenou (1997)	CBD – externalidades tecnológicas Subcentro – necesidades de empleo	Rentas del suelo Necesidades de empleo	Policéntrica
<i>Nueva Economía Urbana “endógenos”</i>	Fujita y Ogawa (1982)	Externalidades tecnológicas	Costes de transporte de bienes Costes de commuting	Monocéntrica, policéntrica y dispersa
	Lucas y Rossi-Hansberg (2002)	Externalidades de producción	Necesidades de suelo	Monocéntrica, policéntrica y dispersa
<i>Nueva Geografía Económica</i>	Fujita y Krugman (1995)	Diferenciación de productos	Costes de transporte Costes de commuting	Monocéntrica y policéntrica
	Fujita y Mori (1997)	Diferenciación de productos	Costes de transporte Costes de commuting	Monocéntrica y policéntrica
	Fujita, Krugman y Mori (1999)	Diferenciación de productos	Costes de transporte Costes de commuting	Monocéntrica y policéntrica

3.4 CONCLUSIONES

La larga lista de modelos policéntricos, sus similitudes y diferencias, dan fe de una línea de trabajo de naturaleza teórica que, lejos de estar cerrada, se presenta como un campo abierto al debate (Tabla 3.1). Lejos queda por tanto la figura totémica del Modelo de Ciudad Monocéntrica. En la actualidad, la Economía Urbana trabaja con modelos más complejos,

⁴⁶ Se sigue la denominación que los propios autores hacen de las economías de aglomeración que consideran en sus trabajos.

con más variables y enfoques más parciales que permiten un menú de equilibrios posibles entre los cuales está una estructura de tipo policéntrico.

El desarrollo de estos modelos ha venido vinculado a la necesidad de incluir mecanismos alternativos o complementarios a los costes de transporte como razón última de la concentración. En estos modelos, la captación de trabajadores con diferentes salarios en función de su localización, el radio de acción de las economías de aglomeración y los efectos relacionados con la congestión, actúan como un mecano gobernado por fuerzas centrípetas y centrífugas simultáneamente que, al equilibrarse, consiguen cristalizar una determinada estructura espacial.

Una de las cuestiones más interesantes de estos modelos es el papel central que se otorga a las economías de aglomeración de algún tipo como motor de concentración espacial del empleo. La pregunta clave es si las economías de aglomeración que en parte explican el papel central del CBD, son replicables en la periferia, llevando el proceso de descentralización del empleo hacia un modelo policéntrico alternativo al disperso.

CAPÍTULO 4

ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO Y ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN: UN MODELO TEÓRICO

4.0 INTRODUCCIÓN

En las conclusiones del capítulo anterior se hacía hincapié en la pérdida de la sencillez y elegancia formal de los modelos teóricos policéntricos más recientes. A pesar de esto, también se enfatizó la vertiente positiva de estos modelos, principalmente la proliferación de un tipo de estudios teóricos donde las economías de aglomeración tienen un papel protagonista y es posible la consecución de diferentes equilibrios que van del monocentrismo al policentrismo o la dispersión.

El objetivo de este breve capítulo es presentar un modelo policéntrico convenientemente simplificado. Dicho modelo cumple dos funciones. En primer lugar, pretende ser una especie de modelo-resumen que capture las principales novedades de estos modelos. En segundo lugar, el modelo se ha construido pensando en las posibilidades de contrastación empírica. Es por tanto también una pieza-puente entre los contenidos teóricos de los tres capítulos anteriores y la tercera parte de la tesis, allí donde se contrasta un modelo econométrico en el que el empleo y su crecimiento se explican a partir de las diferentes economías y deseconomías de aglomeración que entran en juego.

Para la consecución de este objetivo el capítulo se organiza en tres secciones. En la primera se define la densidad neta de empleo como variable representativa de la estructura espacial, se muestra su derivación desde la función de producción de la empresa y, en un contexto no espacial, se muestran sus principales determinantes. En la sección segunda se introduce el contexto espacial en un modelo exógeno tipo NUE con el que, según el alcance geográfico de las economías de aglomeración consideradas, se obtiene una u otra configuración espacial. Por último, a modo de conclusión se unifican los resultados de las secciones previas.

4.1 DENSIDAD NETA DE EMPLEO Y FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

Utilizando como referencia el trabajo de McDonald (1997) en un contexto no espacial, es posible derivar teóricamente la densidad neta de empleo asociada a la función de producción de una empresa.

Por simplicidad, se considera una función de producción en la que sólo se utilizan como inputs al trabajo, E , y al suelo, L , y que adopta la forma de una función Cobb-Douglas⁴⁷:

$$Q = f(E, L) = BE^\alpha L^\beta \quad (4.1)$$

donde Q es el output de la empresa y B una constante.

Asociadas a esta función de producción, las demandas de los factores son:

$$E = \frac{p\alpha Q}{w} \quad (4.2)$$

$$L = \frac{p\beta Q}{r} \quad (4.3)$$

donde p , w y r son el precio del producto, el salario percibido por los trabajadores y la renta del suelo, respectivamente.

Dividiendo (4.2) entre (4.3) obtenemos la densidad neta de empleo como una proporción constante del ratio de rentas del suelo respecto los salarios de los trabajadores:

$$D = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{r}{w} \quad (4.4)$$

en la que el salario ejerce un efecto positivo, mientras que la renta tiene una influencia positiva sobre la densidad de empleo.

Centrándonos en la renta del suelo, ésta viene definida por las características intrínsecas del propio suelo. Tal y como señala McDonald (p. 151, 1997) “(...) los valores del

⁴⁷ En el trabajo original se va más allá al incluir dos tipos de capital como factores de producción, uno que engloba al capital relacionado con los edificios y estructuras que se asientan sobre el suelo, y otro que incluye al capital de equipo. El capital estructural se relaciona con el suelo en un mercado inmobiliario (real estate).

suelo son elevados donde las rentas ofertadas son elevadas, y las rentas ofertadas son elevadas en lugares que tienen ventajas de localización para el oferente (...)

Desde este punto de vista, si generalizamos el desarrollo anterior para el caso de un conjunto de empresas que tienen la misma función de producción, que operan en un mercado competitivo, que se localizan en una misma unidad espacial de ámbito local en la que venden su producto al mismo precio y que no se ven influenciadas por lo que sucede en otros ámbitos locales, entonces es posible relacionar estas ventajas de localización con economías de aglomeración de tipo local.

En este nuevo contexto, las economías de aglomeración locales determinan la renta ofertada por el suelo y, por tanto, la densidad neta de empleo de este ámbito local:

$$D_i = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{r_i(A_{LOC_i})}{w_i} \quad (4.5)$$

donde i y A_{LOC_i} son el ámbito local de referencia y sus economías de aglomeración.

4.2 DENSIDAD NETA DE EMPLEO Y ESTRUCTURA ESPACIAL

El supuesto de no influencia entre unidades espaciales depende, entre otras cosas, de si se considera que forman parte de un contexto espacial más grande. En este sentido, este supuesto es más difícil de sostener cuando analizamos los ámbitos espaciales locales que forman un área urbana.

De esta manera, en el trabajo de McDonald y Prather (1994) se considera la existencia de interdependencias entre las localizaciones que componen una área urbana y algunas de ellas que poseen características intrínsecas que benefician a las empresas y que, por tanto, las hacen atractivas. Estas particularidades permiten aumentar la productividad de los inputs, siendo mayor el incremento cuanto más próximos de estos lugares se encuentren los oferentes.

Los autores consideran que estas particularidades se encuentran en lugares que son centros de información sobre mercados y tecnología, que proporcionan servicios legales, financieros, y otros tipos de servicios. En otras palabras, centros con importantes economías de aglomeración que alcanzan su máximo efecto positivo en estos centros y que van reduciendo su influencia a medida que las empresas se localizan a una mayor distancia relativa.

De esta manera, McDonald y Prather (1994) desarrollan un modelo en el que se relacionan las economías de aglomeración con el patrón espacial de densidades de empleo de una ciudad, es decir, con la estructura espacial urbana en términos de empleo. Se asume, por simplicidad, que todas las empresas tienen la misma función de producción, que actúan en mercados competitivos y que producen un producto que se vende al mismo precio, p , en cualquier localización⁴⁸.

La función de producción es similar a (4.1), con la diferencia de que ahora incorpora el contexto espacial mediante una variable representativa de la localización relativa de las empresas en la ciudad, d ,

$$Q = f(E, L, d) = A(d) E^\alpha L^\beta \quad (4.6)$$

donde $A(d)$ es un término de cambio que captura el efecto derivado de la proximidad a los centros que irradian economías de aglomeración de algún tipo. Tal y como se ha señalado en párrafos superiores, estas economías de aglomeración reducen su aportación a medida que la empresa se localiza a una mayor distancia relativa de estos centros, provocando, cuando se utiliza la misma cantidad de factores, una cantidad de output inferior al de las empresas relativamente más próximas. Es decir,

$$\frac{\partial A(d)}{\partial d} < 0 \quad (4.7)$$

⁴⁸ Este supuesto se cumple cuando el bien es exportado si se asume, además, que el transporte interurbano se realiza a un coste constante. Si el bien es consumido localmente, este supuesto se justifica asumiendo una movilidad elevada de los consumidores que elimina las diferencias de precios.

La variable de localización, d , depende de la estructura espacial de la ciudad considerada. Si se considera una ciudad monocéntrica, d puede expresarse en términos de la distancia que separa cada punto de la ciudad del principal centro, el Central Business District (CBD). Si la ciudad es policéntrica, es decir, si en ella existe más de una aglomeración importante, entonces d se puede expresar mediante una matriz de distancias entre cada lugar de la ciudad y los centros importantes de empleo.

En este contexto, las demandas de los factores de producción serán similares a las obtenidas anteriormente, (4.2) y (4.3), con la diferencia de que ahora dependerán de la localización relativa de la empresa en el área urbana:

$$E(d) = \frac{p\alpha Q(d)}{w} \quad (4.8)$$

$$L(d) = \frac{p\beta Q(d)}{r(d)} \quad (4.9)$$

donde w y $r(d)$ son el salario percibido por los trabajadores y la renta del suelo respectivamente. En este caso, el precio del trabajo se supone que es igual en toda el área urbana debido a la elevada movilidad de este factor.

A diferencia del modelo no espacial, en un contexto espacial es necesario tener en cuenta el mercado del suelo del área urbana. Este mercado alcanza el equilibrio cuando las empresas no tienen incentivos para cambiar de localización, esto es, cuando la renta del suelo se ajusta con la posición relativa dentro de la ciudad, de manera que los beneficios obtenidos en cualquier lugar de la ciudad son iguales:

$$\frac{\partial \pi}{\partial d} = \frac{\partial (pQ(d) - wE - r(d)L)}{\partial d} = 0$$

$$\frac{\partial r(d)}{\partial d} L(d) = p \frac{\partial Q(d)}{\partial d} \quad (4.10)$$

La ecuación (4.10) muestra como al empeorar la posición relativa de las empresas en la ciudad, los ahorros en renta del suelo igualan la reducción en el valor del output. Si los inputs no varían con la distancia, (4.10) puede re-expresarse como:

$$\frac{\partial r(d)}{\partial d} L(d) = pE^\alpha L^\beta \frac{\partial A(d)}{\partial d} \quad (4.11)$$

Sustituyendo la función de producción, (4.6), en la demanda de suelo en cada punto de la ciudad, (4.9), y aplicando en la expresión anterior obtenemos:

$$\frac{\partial r(d)}{\partial d} - \left(\frac{1}{\beta} \frac{\partial A(d)/\partial d}{A(d)} \right) r(d) = 0 \quad (4.12)$$

La ecuación (4.12) es una ecuación diferencial cuya solución muestra la distribución espacial de la renta ofertada⁴⁹:

$$r(d) = r_0 A(d)^{\frac{1}{\beta}} \quad (4.13)$$

Si todas las empresas tienen las mismas funciones de renta ofertada y de producción, entonces, tal y como hemos hecho en el modelo no espacial, combinando la demanda de empleo (4.8) y la de suelo (4.9) obtenemos la expresión de la distribución de la densidad neta de empleo:

$$D(d) = \frac{E(d)}{L(d)} = \left(\frac{\alpha}{\beta w} \right) r(d) \quad (4.14)$$

⁴⁹ El factor integrante de (4.12) es $\int e^{-\frac{1}{\beta} \frac{\partial A(d)/\partial d}{A(d)}} dd = e^{-\frac{1}{\beta} \ln A(d)} = A(d)^{-1/\beta}$. La solución de (4.12) es por lo tanto $r(d) A(d)^{-1/\beta} = r_0$ donde r_0 es un término constante.

Es fácil observar que (4.13) y (4.14) dependen crucialmente de las economías de aglomeración que emergen de las principales aglomeraciones de la ciudad y de cómo se difunden, $A(d)$ ⁵⁰. Para el caso de una ciudad con una estructura espacial monocéntrica, (4.14) sería:

$$D(d_{CBD}) = \left(\frac{\alpha}{\beta w} \right) r(A(d_{CBD}))$$

Para el caso de una ciudad con una configuración espacial policéntrica, con sólo dos centros de empleo, CBD y subcentro (SUB), (4.14) sería:

$$D(d_{CBD}, d_{SUB}) = \left(\frac{\alpha}{\beta w} \right) r(A(d_{CBD}, d_{SUB}))$$

Si, por otra parte, se siguen los planteamientos vistos de los trabajos endógenos de la Nueva Economía Urbana, como el de Fujita y Ogawa (1992) o Lucas (2001), entonces las economías de aglomeración se generalizan a lo que acontece en el conjunto de la ciudad metropolitana:

$$D(d_{CIUDAD}) = \left(\frac{\alpha}{\beta w} \right) r(A(d_{CIUDAD}))$$

Puesto que d_{CBD} , d_{SUB} y d_{CIUDAD} son las variables de localización respecto las principales aglomeraciones de empleo, centro y subcentros, así como respecto el conjunto de la ciudad, la densidad neta de empleo en cada localización dependerá de la magnitud de las

⁵⁰ En este sentido, McDonald y Prather (1994) prueban diferentes especificaciones para $A(d)$ que recogen diferencias en la configuración espacial de la ciudad y/o consideran diferentes tipos de derrame en las economías de aglomeración. Así, por ejemplo, para el caso de una ciudad monocéntrica, en la que sólo su centro o CBD disfruta de economías de aglomeración que se derraman hacia el resto de la urbe según una exponencial negativa, la distribución

espacial de la renta ofertada por el suelo será: $r(d) = r_0 e^{-\left(\frac{\gamma_{CBD}}{\beta}\right)d}$

Para el caso de una ciudad policéntrica, con sólo dos centros importantes, CBD y subcentro (SUB), que disfrutan de economías de aglomeración que se difunden en el territorio también según una exponencial negativa, la versión

linealizada de (4.13) será: $\ln r(d_{CBD}, d_{SUB}) = C - \frac{\gamma_{CBD}d_{CBD} + \gamma_{SUB}d_{SUB}}{\alpha}$

economías de aglomeración, $A(\bullet)$. Además, es fácil observar que en cualquiera de los tres casos considerados la accesibilidad que se tiene a estas economías de aglomeración determina también el alcance geográfico de éstas y, por tanto, su influencia sobre la configuración espacial del empleo.

4.3 CONCLUSIONES: DENSIDAD NETA DE EMPLEO Y DETERMINANTES

Combinando las principales conclusiones del modelo no espacial de McDonald (1997) sobre los determinantes de la renta del suelo y de la densidad neta de empleo, con las obtenidas en el modelo espacial de McDonald y Prather (1994) se deduce que la renta y densidad de empleo en una determinada zona de la metrópoli dependen de: a) La magnitud y accesibilidad a las economías de aglomeración de *ámbito metropolitano* que, según McDonald y Prather (1994), se originan en las principales aglomeraciones de empleo de la ciudad; y b) La magnitud de las economías de aglomeración de *ámbito local* que se originan internamente en cada una de estas unidades espaciales.

Es decir, evaluando para la localización i ,

$$r_i = A_i(A_{LOC_i}, A_{METRO_i}) \quad (4.15)$$

$$D_i = \left(\frac{\alpha}{\beta w} \right) A_i(A_{LOC_i}, A_{METRO_i}) \quad (4.16)$$

PARTE II

METODOLOGÍAS Y EVIDENCIA DESCRIPTIVA

CAPÍTULO 5

ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO: METODOLOGÍAS PARA SU CAPTACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS

5.0 INTRODUCCIÓN

La estructura espacial del empleo, entendida como el modelo de localización del empleo y las condiciones de densidad a las que está sujeto, ha sido captada mediante la estimación de diferentes formas funcionales que relacionan la densidad de empleo 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 y ejes de transporte.

El desarrollo de metodologías para capturar la estructura espacial del empleo mediante funciones de densidad ha seguido de cerca los hallazgos obtenidos previamente para el caso de la densidad de población. En este sentido, tanto el número de trabajos sobre el tema como el de formas funcionales utilizadas, ha sido menor en el caso del empleo⁵¹. A pesar de estas limitaciones, el presente capítulo pretende ofrecer una panorámica sobre las diferentes formas funcionales que han sido propuestas.

La distancia que separa cada zona de la ciudad del CBD es un buen indicador de accesibilidad respecto a los puestos de trabajo que aglutina el centro. Si se pretende mejorar la medida de accesibilidad al empleo de la región es posible incluir también la distancia respecto a los subcentros periféricos de empleo. Ahora bien, para llevar a cabo esta estrategia necesitamos identificar previamente estos subcentros de empleo. Durante la última década, se ha llevado a cabo una larga lista de trabajos que proponen metodologías diferentes para dicho propósito.

El capítulo se estructura en dos grandes secciones. En la primera sección se presentan las diferentes funciones de densidad de empleo que han sido utilizadas en la literatura agrupadas según capten exclusivamente una estructura monocéntrica o una estructura policéntrica, o bien sean suficientemente flexibles como para capturar tanto una estructura monocéntrica como policéntrica. A continuación, en la segunda sección se presentan las diferentes metodologías que han sido aplicadas en la identificación de subcentros de empleo. Para finalizar se presentan las principales conclusiones.

⁵¹ En McDonald (1989) se hace una revisión exhaustiva sobre las diferentes formas funcionales que han sido utilizadas para caracterizar la estructura espacial asociada a la población.

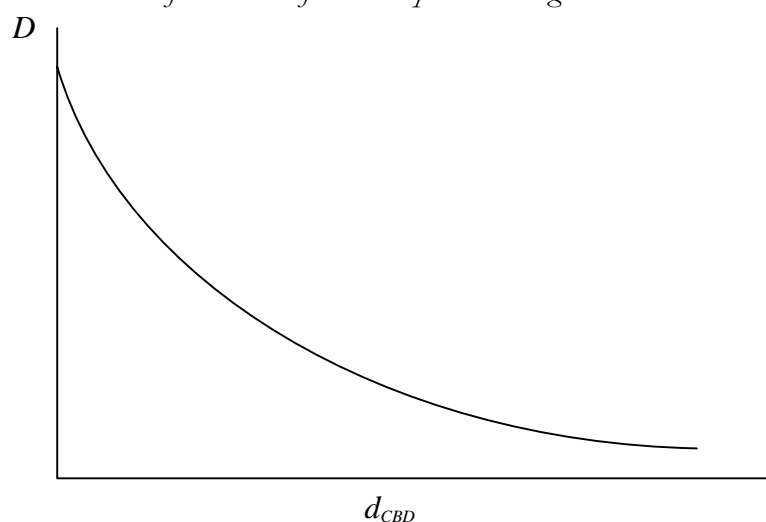
5.1 FUNCIONES DE DENSIDAD DE EMPLEO

5.1.1 Monocentrismo

La función exponencial negativa

La *exponencial negativa*, Gráfico 5.1, es la forma funcional que más se ha utilizado para describir la estructura espacial de las ciudades, tanto en términos de empleo como de población. Existen dos razones fundamentales que explican tal protagonismo. En primer lugar, su capacidad para reflejar un patrón de densidades muy común, especialmente en las ciudades de Norteamérica de mediados del siglo XX. En segundo lugar, la *función exponencial* recoge la relación que se establece entre densidad y distancia al centro según el *Modelo de Ciudad Monocéntrica*.

Gráfico 5.1 La función exponencial negativa



En su versión general, esta función adopta la siguiente forma:

$$D(d_{CBD}) = D_0 e^{-\gamma d_{CBD}} \quad (5.1)$$

donde $D(d_{CBD})$ es la densidad de empleo en la unidad espacial localizada a una distancia del CBD d_{CBD} ; D_0 es la densidad teórica en el CBD; por último, γ es el gradiente de densidad,

es decir, es la tasa proporcional a la que se reduce la densidad de empleo por cada unidad de distancia que nos alejamos del CBD. D_0 y γ son los parámetros a estimar.

En Mills (1972b) se estima (5.1) haciendo uso del método de dos puntos propuesto por el propio autor según el cual se relaciona el empleo que existe a una distancia determinada del CBD ($Emp(d_k)$) y el del conjunto de la metrópolis (Emp) con la densidad central y el gradiente de densidad⁵²:

$$Emp(d_k) = \frac{\pi D_0}{\gamma^2} [1 - (1 + \gamma d_k) e^{-\gamma d_k}] \quad (5.2)$$

$$Emp = \frac{\pi D_0}{\gamma^2} \quad (5.3)$$

Puesto que los valores de $Emp(d_k)$ y de Emp son conocidos y sólo D_0 y γ se desconocen, al sustituir (5.3) en (5.2) es posible estimar iterativamente γ ⁵³. Una vez se conoce el valor del gradiente de densidad, se aplica sobre (5.3) para obtener el valor de la densidad central.

Mills (1972b) aplica este método sobre cuatro grandes sectores, manufactura, comercio al por menor, servicios y comercio al por mayor, para cuatro años diferentes, 1948, 1954, 1958 y 1963, en 18 metrópolis estadounidenses⁵⁴. Macauley (1985) aplica una versión mejorada propuesta por Mills y Ohta (1976) para las mismas ciudades con datos de 1972 y 1977.

⁵² Teniendo en cuenta que se parte del supuesto de que la ciudad es circunferencial, ambas relaciones se obtiene de $Emp(d_k) = \int_0^{d_k} D(d_{CBD}) \pi d_{CBD} dd_{CBD}$. Integrandolo por partes obtenemos la expresión (5.2). El límite de (5.2) cuando d_k tiende a infinito nos proporciona la expresión (5.3).

⁵³ Mills (1972b) aplica el algoritmo de Newton-Raphson para la solución de sistemas de ecuaciones no lineales.

⁵⁴ Albuquerque, Baltimore, Boston, Canton, Columbus, Denver, Houston, Milwaukee, Philadelphia, Phoenix, Pittsburg, Rochester, Sacramento, San Antonio, San Diego, Toledo, Tulsa y Wichita.

A pesar de estos ejemplos, normalmente para encontrar los valores de D_0 y γ se ha hecho uso de la econometría. No obstante, la estimación suele llevarse a cabo linealizando la ecuación (5.1) aplicando logaritmos neperianos sobre cada lado de la igualdad:

$$\ln D(d_{CBD}) = \ln D_0 - \gamma d_{CBD} \quad (5.4)$$

Ejemplos de trabajos en los que se estima (5.4) para el caso del empleo son Frankena (1981), McDonald (1985), Small y Song (1994), McDonald y Prather (1994) y, recientemente, Glaeser y Kahn (2001).

En Frankena (1981) se realiza la estimación de (5.4) aplicando Mínimos cuadrados ordinarios sobre unas densidades de empleo diferenciadas según agrupaciones de sexo y renta para el caso de Toronto en 1971. En McDonald (1985) se examina el caso de Chicago en 1956 y 1970 estimando la densidad neta de empleo en la manufactura, en el transporte y las comunicaciones, en el comercio y en el sector público. Small y Song (1994) amplían el trabajo de Song (1994) al examinar la estructura espacial del empleo y de la población en 1970 y 1980 para la ciudad de Los Ángeles. McDonald y Prather (1994) vuelven a analizar el caso de Chicago con datos de 1980 y utilizando como variable dependiente la densidad bruta del total de empleo.

Por último, merece una mención especial el trabajo reciente de Glaeser y Kahn (2001) en el que se utiliza una desagregación amplia de sectores productivos en las principales áreas metropolitanas de Estados Unidos. Los autores examinan el grado de descentralización del empleo en Estados Unidos estimando (5.4) con observaciones que hacen referencia a las diferentes unidades espaciales que forman cada área metropolitana y a cada uno de los subsectores productivos considerados. En este caso, la estimación incluye los efectos fijos asociados a cada ciudad para poder tener en cuenta las elevadas densidades que algunas de ellas presentan. En segundo lugar, cuando los autores desean comparar qué metrópolis están más (des)centralizadas en el empleo, realizan una estimación para cada ciudad por separado. En este caso, las observaciones de un área metropolitana hacen referencia a los diferentes valores de densidad de empleo que cada una de las desagregaciones sectoriales presenta en cada unidad espacial. Por último, Glaeser y Kahn (2001) identifican qué subsectores productivos están más (des)centralizados estimando la ecuación anterior para cada uno de

ellos por separado y con observaciones de las diferentes unidades espaciales que forman las diferentes ciudades.

Para finalizar con esta sección, hay que señalar la posible existencia de problemas econométricos asociados a la estimación, tanto de (5.1), como de (5.4). En este sentido, es posible que aparezcan problemas de heterocedasticidad cuando las unidades espaciales consideradas presentan tamaños diferentes en términos de superficie. Frankena (1978) propone estimar las ecuaciones anteriores por Mínimos cuadrados ponderados, utilizando las superficies como factores de ponderación. Sin embargo, es más común la corrección del problema a través de la aplicación del método de White (1980) para el cálculo de los errores estándar y la matriz de covarianzas.

Otras funciones

A pesar de que en la representación de la distribución espacial del empleo la *función exponencial negativa* ha sido la función más utilizada, existen otras formas alternativas que permiten captar también una estructura espacial monocéntrica, como en McDonald y Prather (1994), donde se estiman seis formas funcionales alternativas. En primer lugar, los autores consideran dos *funciones lineales negativas* que se diferencian simplemente en su forma, natural o logarítmica:

$$D(d_{CBD}) = D_0 - \gamma d_{CBD} \quad (5.5)$$

$$\ln D(d_{CBD}) = \ln D_0 - \gamma \ln d_{CBD} \quad (5.6)$$

Siguiendo el mismo criterio de aplicación o no de logaritmos, McDonald y Prather (1994) estiman dos *funciones cuadráticas*:

$$D(d_{CBD}) = D_0 - \gamma d_{CBD} + \alpha (d_{CBD})^2 \quad (5.7)$$

$$\ln D(d_{CBD}) = \ln D_0 - \gamma d_{CBD} + \alpha (d_{CBD})^2 \quad (5.8)$$

Por último, son estimadas dos *funciones con inversas*:

$$D(d_{CBD}) = D_0 - \gamma d_{CBD} + \alpha \left(\frac{1}{d_{CBD}} \right) \quad (5.9)$$

$$D(d_{CBD}) = \ln D_0 - \gamma d_{CBD} + \alpha \left(\frac{1}{d_{CBD}} \right) \quad (5.10)$$

Es necesario señalar que la función exponencial negativa linealizada (5.4) comentada anteriormente es simplemente el eslabón que se situaría entre las ecuaciones (5.5) y (5.6). Por otra parte, el resto de funciones, cuadráticas e inversas, simplemente son una extensión de la función (5.5) y de la exponencial negativa linealizada (5.4).

La comparación entre los resultados de la aplicación de estas funciones, así como la consideración de los problemas econométricos asociados a su aplicación, llevan a McDonald y Prather (1994) a escoger la *función exponencial negativa linealizada* como la que mejor representa la estructura espacial del empleo en Chicago.

En la literatura empírica, estas funciones monocéntricas alternativas han sido aplicadas sólo parcialmente. En concreto, las que más se han utilizado son las *cuadráticas*. Estas formas funcionales inicialmente fueron aplicadas para el caso de la población por Latham y Yeates (1970) y Newling (1969) para capturar la posible existencia de cráteres de densidad, es decir, de un máximo global de densidad no situado en el CBD, sino a una cierta distancia de éste⁵⁵. De esta manera, Frankena (1981) y Small y Song (1994) estiman una función cuadrática linealizada, la ecuación (5.8), no encontrando evidencia favorable a la existencia de cráteres de densidad de empleo en Toronto y en Los Ángeles, respectivamente. Finalmente, Cervero y Wu (1998) estiman la ecuación (5.7) en San Francisco para 1980 y 1990 obteniendo los parámetros de una función cóncava, es decir, con un mínimo global situado más allá del CBD y a partir del cual las densidades de empleo crecen.

⁵⁵ En el caso que nos ocupa tendremos cráter de densidad cuando $-\gamma > 0$ y $\alpha < 0$.

5.1.2 Monocentrismo y policentrismo: Funciones generales

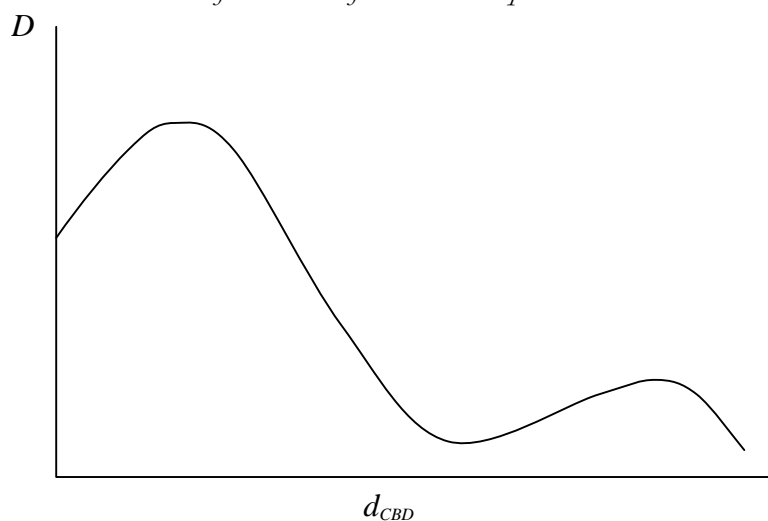
Existe una serie de funciones de densidad que se caracterizan por su elevada flexibilidad, siendo aptas para capturar tanto una estructura espacial monocéntrica como policéntrica. En general, estas funciones permiten detectar la existencia de máximos y mínimos locales.

La función cubic spline

En el caso de la población, la más utilizada de estas formas funcionales ha sido la denominada *cubic spline*⁵⁶, una función polinómica de grado 3 especialmente estilizada y adaptable al comportamiento de la densidad. Esta función también ha sido aplicada para el caso del empleo, aunque en un número inferior de ocasiones. A nivel internacional, un ejemplo sobre su uso se encuentra en el trabajo de Craig y Ng (2001) en el que se sirven de ella para identificar subcentros de empleo y compararlos con los obtenidos mediante una metodología alternativa propuesta por los mismos autores.

La *función cubic spline*, Gráfico 5.2, adopta una forma polinomial basada, tal y como su nombre indica, en una función cúbica donde se segmenta la distancia en intervalos iguales sobre los que se evalúa la existencia de óptimos locales que capturen máximos (subcentros) y mínimos (áreas con una densidad anormalmente baja).

Gráfico 5.2 *La función cubic spline*



⁵⁶ Por ejemplo, Anderson (1982, 1985) y Muñiz et al. (2003a).

La ecuación (5.11) muestra una *cubic spline* con $k + 1$ segmentos iguales:

$$D(d_{CBD}) = \alpha_0 + \alpha_1 d_{CBD} + \alpha_2 d_{CBD}^2 + \alpha_3 d_{CBD}^3 + \sum_{i=1}^k (\alpha_{i+1} - \alpha_i) (d_{CBD} - d_i)^3 T_i \quad (5.11)$$

donde $T_i = \begin{cases} 1 & \text{si } d_{CBD} \geq d_i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$ y d_i es el valor de la distancia que señala el fin del intervalo i y el inicio del segmento $i + 1$.

Locally weighed regression

Otra forma funcional flexible ha ido tomando un mayor protagonismo en la caracterización de la estructura espacial del empleo: *Locally weighted regression* (LWR). Más que una nueva función de densidad, LWR es un método econométrico de estimación alternativo a los Mínimos cuadrados ordinarios.

McMillen (1996) es el primero en aplicar este procedimiento para representar la estructura espacial del empleo de una metrópolis. Esta aproximación es considerada como no paramétrica en la medida en que, a diferencia de las funciones anteriormente consideradas, no impone hipótesis mantenidas de ajuste a la función de regresión. En lugar de eso, son los propios datos los que determinan la función.

LWR es una técnica de estimación del tipo “vecino más próximo”, *nearest-neighbor estimation technique*⁵⁷, 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. “(...) La idea es dar más peso a las observaciones cercanas estimando una regresión, entonces las estimaciones aproximan la curvatura con un conjunto de aproximaciones locales lineales (...)” (McMillen, p. 103, 1996).

La regresión viene dada por:

⁵⁷ Para una explicación más detallada acudir a Cleveland (1979), Cleveland y Devlin (1988) y Cleveland et al. (1988).

$$y_i = g(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n$$

donde x_i es un vector $1 \times p$ de variables explicativas exógenas, $g(\cdot)$ es una función de ajuste $R^p \rightarrow R$ que no necesita ser paramétrica (McMillen, 1996), y ε_i es una perturbación independiente e idénticamente distribuida con media cero y varianza σ^2 .

LWR utiliza las α ⁵⁸ observaciones más cercanas a x_i , donde la proximidad es definida usando la distancia euclídea, para estimar la media condicionada de una regresión por Mínimos cuadrados ponderados (MCP) de y . Cada uno de los α vecinos más cercanos son ponderados inversamente por la distancia euclídea de su situación actual, x_i . Sea $w_{ik} = (1 - u)^3$, con

$$u = \left(\frac{|x_{ik} - x_i|}{d(x_{i\alpha})} \right)^3$$

donde w_{ik} es la ponderación que la observación i recibe al determinar la regresión para el punto x . $d(x_{i\alpha})$ es la distancia de la observación α más cercana x_{ik} a x_i ; es decir, el valor más pequeño de $|x_{ik} - x_i|$. Cuando $x_{ik} = x_i$, la ponderación es máxima ($w_{ik} = 1$). $x_{i\alpha}$ es el punto cuya ponderación es la primera en ser cero. Cuando $|x_{ik} - x_i| \geq d(x_{i\alpha})$, $w_{ik} = 0$ (Cleveland, 1979; McMillen, 1996). Esto es, w_{ik} toma valores entre 0 y 1.

El valor de la regresión en x_i es calculada como

$$\hat{y}_i = \hat{g}(x_i) = x_i' \hat{\beta}_j(x_i)$$

donde $\hat{\beta}_j(x_i) = \arg \min \left[\sum_{k=1}^n w_{ik} (y_k - x_k' \beta_j)^2 \right]$.

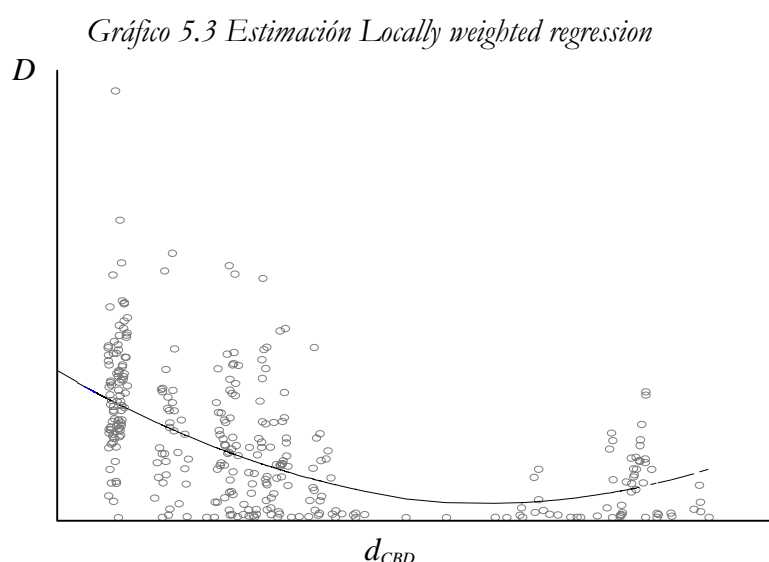
⁵⁸ En un ajuste LWR, el investigador especifica la proporción del total de datos que se incluye dentro de cada “vecindario” y que es usada en cada regresión local. Esto es, α determina la amplitud de la ventana.

A pesar de ser más intensivo en datos, construimos $\hat{\beta}(x)$ para cada punto del conjunto de datos usándolos para obtener los valores predichos de y ⁵⁹. Esto requiere que una regresión MCP separada sea estimada para cada observación (McMillen, 1996).

Puesto que es una estimación no paramétrica no obtenemos directamente parámetros. Es decir, si la función de densidad sobre la que se aplica LWR es (5.4) o (5.5) no tendremos los valores estimados de D_0 y γ .

Por otra parte, como en el caso de la *cubic spline*, con una simple inspección visual de los valores estimados de las densidades graficados respecto la distancia al CBD podremos comprobar si la estructura espacial del empleo considerado es de tipo monocéntrico o bien, si presenta máximos locales, es de tipo policéntrico.

Por último, sólo resta comentar que este procedimiento econométrico ha sido ampliamente utilizado y desarrollado por el profesor Dan P. McMillen, tanto para la caracterización de la estructura espacial del empleo como para la identificación de subcentros de empleo.



⁵⁹ El Anexo del Capítulo 5 proporciona una descripción más detallada del método aplicado.

5.1.3 Policentrismo: Funciones asociadas a subcentros de empleo

Como se ha podido constatar en el apartado anterior, las formas funcionales generales (*cubic spline* y LWR) han sido poco utilizadas por los investigadores a la hora de caracterizar y representar distribuciones espaciales del empleo de tipo policéntrico. Por el contrario, en la mayoría de trabajos se ha hecho uso de funciones de densidad policéntricas derivadas de las *funciones exponenciales negativas* típicas del monocentrismo -ecuaciones (5.1) y (5.4)-. Las diferencias entre estas especificaciones alternativas implican, a su vez, diferentes hipótesis sobre el papel que el CBD y los subcentros desempeñan en la metrópolis (Heikkila et al., 1989; Anas et al., 1998).

La función exponencial aditiva

Tal y como su nombre indica, esta función se forma al sumar a la función (5.1) la relación exponencial entre densidad y distancia al subcentro considerado.

$$D(d_{CBD}) = A_0 e^{-\gamma d_{CBD}} + \sum_{i=1}^n A_i e^{-\delta_i d_i} \quad (5.12)$$

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 , y los gradientes de densidad del CBD, γ , y de los subcentros, δ_i . Nótese que, a diferencia de (5.1), la función no se puede linealizar simplemente aplicando logaritmos neperianos, por lo que su estimación requiere de una técnica no lineal, pudiendo ocasionar problemas de convergencia (Anas et al., 1998).

Por otra parte, 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. Ejemplos donde se aplica esta forma funcional son los trabajos realizados sobre Los Ángeles de Gordon et al. (1986), Song (1994) y Small y Song (1994).

La función exponencial multiplicativa

Dados los problemas econométricos asociados a la estimación de la anterior función de densidad, en la mayoría de los estudios se ha hecho uso de una forma funcional más simple y, por lo tanto, de fácil estimación: la *función exponencial multiplicativa*.

En este caso, tal y como su nombre indica, en lugar de sumar las exponenciales asociadas a cada subcentro, simplemente las multiplicamos a la del CBD -ecuación (5.1)-.

$$D(d_{CBD}) = Ae^{-\gamma d_{CBD}} \prod_{i=1}^n e^{-\delta_i d_i}$$

o bien

$$D(d_{CBD}) = Ae^{-\gamma d_{CBD} + \sum_{i=1}^n -\delta_i d_i}$$
(5.13)

Nótese que ahora, a diferencia de (5.12), sólo se estima una constante A , por lo que se pierde información acerca de la magnitud de las densidades en cada uno de los centros de empleo por separado (Dowall y Treffeisen, 1991). 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 ⁶⁰.

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 n distancias asociadas a los subcentros, éstas son substituidas en (5.13) por *la inversa de la distancia al subcentro más próximo*:

$$D(d_{CBD}) = Ae^{-\gamma d_{CBD}} e^{\delta d_{SUB}^{-1}}$$

o bien

$$D(d_{CBD}) = Ae^{-\gamma d_{CBD} + \delta d_{SUB}^{-1}} \tag{5.14}$$

Para el caso de la densidad de empleo, trabajos como los de McDonald y Prather (1994) y McMillen y McDonald (1998) utilizan la especificación (5.13), mientras que la especificación (5.14) ha sido utilizada en trabajos como los de McDonald y Prather (1994), McMillen y McDonald (1997), McMillen y Lester (2003) o McMillen (2004).

Tradicionalmente estas especificaciones se han estimado con Mínimos cuadrados ordinarios. No obstante, para el caso de la especificación (5.14), algunos autores han utilizado métodos de estimación no paramétricos y semiparamétricos, como *Locally weighted regression*, o bien la combinación de este método no paramétrico con los Mínimos cuadrados ordinarios⁶¹.

Las especificaciones aditivas y multiplicativas permiten contrastar econométricamente qué tipo de estructura espacial se ajusta mejor a la realidad. En este sentido, observar si los gradientes estimados tienen el signo esperado –negativo- y si son estadísticamente significativos permite verificar la importancia del efecto que los subcentros tienen sobre la distribución espacial del empleo.

⁶⁰ Nótese que, al trabajar con la inversa, no es necesario especificar con un signo negativo la relación decreciente entre densidad y distancia.

⁶¹ En McMillen (2004) aparece una explicación exhaustiva del método de estimación semiparamétrico basado en LWR y en MCO.

Además, autores como McDonald y Prather (1994) y Small y Song (1994) proponen llevar a cabo un contraste de hipótesis basado en test de Wald con el que se comparan ambas estructuras espaciales:

$$F = \frac{(SSR^r - SSR^u)/q}{SSR^u/(n-k)} \quad (5.15)$$

donde SSR^r y SSR^u son la suma de los cuadrados de los residuos del modelo restringido -el monocéntrico- y el no restringido -el policéntrico- respectivamente; n es el tamaño de la muestra; k es el número de parámetros estimados en el modelo no restringido; y q es el número de restricciones⁶² (McDonald y Prather, 1994). La significatividad del valor F obtenido implica el rechazo del modelo monocéntrico en favor del policéntrico.

La función exponencial maximizadora

Por último, aunque no hemos hallado un ejemplo para el empleo, resulta pertinente hablar de la denominada *función exponencial maximizadora* debido a la singularidad de su hipótesis de partida, radicalmente opuesta a las dos anteriores.

$$D(d_{CBD}) = \text{Max}_{CBD,n} \left\{ A_0 e^{-\gamma d_{CBD}}, \sum_{i=1}^n A_i e^{-\delta_i d_i} \right\} \quad (5.16)$$

Con esta función se asume que los (sub)centros son sustitutos perfectos entre sí y que cada uno de ellos tiene una zona de influencia exclusiva y separada de las del resto, tal y como se formaliza en el modelo de White (1976) (Anas et al., 1998). Por último, sólo queda señalar que la *exponencial maximizadora* y la *exponencial multiplicativa* son las dos formas funcionales que constituyen los dos extremos del policentrismo. A medio camino de ambas se encontraría la *exponencial aditiva* (Anas et al., 1998).

⁶² Por ejemplo, si el modelo policéntrico considerado es la versión linealizada de (5.14) y el modelo monocéntrico viene representado por (5.4), para pasar del primero al segundo simplemente establecemos una restricción, $\delta=0$, y, por tanto, $q=1$.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS DE EMPLEO

En la sección anterior se han presentado las diferentes formas funcionales con las que se ha caracterizado la distribución espacial del empleo en diversos contextos metropolitanos. En su último apartado se han mostrado las funciones de densidad que, además de considerar la distancia al CBD, incluyen también una o varias distancias a los subcentros de empleo de la ciudad. Evidentemente, para hacer uso de estas funciones es necesario que el investigador conozca qué otros centros importantes de empleo existen y pueden ser razonablemente catalogados como subcentros; es decir, es necesaria una metodología con la que identificar los subcentros de empleo de la región.

Los primeros trabajos aplicados que han estudiado las estructuras policéntricas no han abordado esta cuestión, sino que, en la mayoría de casos, sus autores se han limitado a escoger aquellos candidatos a subcentro que proporciona una agencia oficial, o bien a aquellos candidatos que surgen a partir del conocimiento a priori que tienen del área objeto de estudio. Algunos trabajos representativos son los de Greene (1980) y Griffith (1981), que toman como referencia la información que proporciona una agencia oficial de planeamiento, o bien los trabajos de Baerward (1982) y Erickson y Gentry (1985) que consideran los polos históricos de crecimiento existentes cerca de las principales infraestructuras de transporte (Giuliano y Small, 1991).

Otros estudios, como los de Bender y Hwang (1985), Heikkila et al. (1989), Dowall y Treffeisen (1991) y Shukla y Waddel (1991) también escogen los candidatos a subcentro en base a su conocimiento sobre la ciudad, o bien haciendo uso de la información proporcionada por determinadas instituciones públicas o asociaciones empresariales. A diferencia de los trabajos anteriores, en estos otros, además, se analiza el impacto que tienen los subcentros identificados sobre la distribución espacial del empleo y/o de la población de la metrópolis (Giuliano y Small, 1991). Indirectamente, los autores están sometiendo a sus candidatos a un segundo filtro basado en la relevancia estadística de los subcentros en una regresión econométrica donde la densidad de empleo o de población es explicada por la distancia al CBD, así como por la distancia a estos subcentros potenciales.

Sólo unos cuantos trabajos, como los de Dunphy (1982) o Cervero (1989), intentaron llevar a cabo la identificación de los subcentros mediante criterios más sofisticados, pero cuya complejidad impedía que pudieran ser replicables en otras realidades (Giuliano y Small, 1991). Durante los últimos años han aparecido trabajos a partir de los cuales se han desarrollado metodologías para la identificación de subcentros, con una definición cada vez más rigurosa y objetiva. Los diferentes métodos aplicados pueden ser agrupados en categorías, tal y como se propone a continuación.

5.2.1 Metodologías basadas en “umbrales”

Una primera categoría está formada por estudios en los que se definen subcentros de empleo a partir de unos umbrales para uno o varios indicadores. Si bien el grado de subjetividad que esta metodología implica es menor que en el caso de los trabajos previamente citados, éste todavía es importante al requerir un determinado conocimiento del área de estudio para fijar los umbrales.

No es hasta el trabajo de Giuliano y Small (1991) que se realiza una de las aportaciones más significativas en la metodología para la identificación de subcentros, siendo uno de los artículos más conocidos, citados y ampliamente reproducidos sobre esta temática. En este estudio, los autores trabajan con unidades espaciales pequeñas, “transportation analysis zones (TAZ’s)”, e identifican los subcentros de empleo existentes en la ciudad de Los Ángeles en 1980 estableciendo dos umbrales mínimos que han de presentar estas zonas en términos de empleo total y de su correspondiente densidad bruta. Definen como subcentro de empleo aquel conjunto de zonas TAZ’s contiguas que presentan, cada una y por separado, una densidad de empleo total superior a 10 puestos de trabajo por acre (unos 25 puestos de trabajo por hectárea) y que, en conjunto, tienen un empleo total mínimo de 10000 puestos de trabajo. Bajo estos umbrales -que los autores escogen después de diferentes pruebas- se identifican 32 subcentros.

Siguiendo la estela marcada por el trabajo de Giuliano y Small (1991), otros autores han adaptado su metodología a diferentes realidades como en Song (1994), Cervero y Wu (1997),

McMillen y McDonald (1997, 1998), Bogart y Ferry (1999), Anderson y Bogart (2001) y Shearmur y Coffey (2002)⁶³.

5.2.2 Metodologías basadas en “flujos de movilidad”

Existe un conjunto de trabajos cuya metodología se ha aplicado ampliamente en el contexto europeo, aunque también existen ejemplos concretos para algunas ciudades norteamericanas. La metodología propuesta se centra en el análisis de los flujos de movilidad, 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.

Para el caso del área urbana de Calgari (Canadá), en Bourne (1989) se pretende identificar subcentros mediante una simple inspección visual del grafo correspondiente a las relaciones de movilidad obligada residencia-trabajo. Con datos de 1981, la investigación no revela la existencia de ningún subcentro de empleo. En Gordon y Richardson (1996) se identifican subcentros de empleo en la región de Los Ángeles en 1980. En este caso, la estrategia de identificación se basa en escoger aquellas zonas (AZ's) con una densidad de generación de viajes por encima de 0.8 veces la desviación estándar de la muestra. Los autores obtienen una lista de 18 subcentros. Hay que señalar, no obstante, que a diferencia de los trabajos anteriormente citados, este estudio considera todo tipo de desplazamientos. Al ser

⁶³ Song (1994) identifica 6 subcentros de empleo Los Ángeles en 1980 fijando un umbral mínimo de empleo de 35000 trabajadores para el conjunto de zonas contiguas y que presentan una densidad mínima de empleo cada una de 15 trabajadores por acre (unos 37 trabajadores por hectárea).

Para Bahía de San Francisco Cervero y Wu (1997) identifican 22 subcentros de empleo en 1990 con un umbral mínimo de densidad de empleo de 7 trabajadores por acre (unos 17 trabajadores por hectárea), que se corresponde con la densidad medida del área, y un empleo total mínimo de 10000 trabajadores para el conjunto de zonas contiguas.

McMillen y McDonald (1997) aplican los umbrales de Giuliano y Small (1991) en Chicago en 1980, aunque, en primer lugar, no consideran zonas contiguas sino adyacentes (con una distancia entre ellas no superior a 1.5 millas, unos 2.4 kilómetros). En segundo lugar, establecen un segundo filtro de significancia estadística que acabe por validar a los candidatos como subcentros reales. Al final obtienen una lista de 20 subcentros. En McMillen y McDonald (1998) los autores reproducen el trabajo anterior para 1980 y 1990 identificando nuevamente los 20 subcentros anteriores.

En Bogart y Ferry (1999) se identifican 9 subcentros de empleo en el Gran Cleveland en 1990 fijando un umbral de densidad bruta mínima de 8 trabajadores por acre (unos 20 trabajadores por hectárea) y un umbral de 10000 trabajadores de empleo total. Anderson y Bogart (2001) aplican el mismo algoritmo de identificación de Bogart y Ferry (1999) con los datos de 1990 correspondientes a cuatro áreas metropolitanas de Estados Unidos: Cleveland (9 subcentros), Indianápolis (11 subcentros), Portland (11 subcentros) y San Luis (10 subcentros).

En Shearmur y Coffey (2002) también se aplica una metodología de umbrales pero, a diferencia del resto, basada en una variación del ratio empleo-población propuesto en McDonald (1987). Estableciendo como umbrales un empleo total mínimo de 5000 puestos de trabajo y un ratio empleo-población residente superior a 1, en las cuatro principales regiones metropolitanas de Canadá, los autores identifican para 1996 16 subcentros en Montreal, 17 en Toronto, 7 en Ottawa-Hull y 13 en Vancouver.

más importante la capacidad de generar desplazamientos en los sectores asociados al comercio y al ocio, en la práctica los autores están dando un mayor protagonismo a este tipo de movilidad en comparación con la movilidad obligada.

5.2.3 Metodologías basadas en “picos”

Un tercer tipo de metodologías propone identificar como subcentro aquellas zonas que son “picos” de densidad de empleo y/o de otra variable relacionada con el empleo. La aplicación más sencilla de este procedimiento es la del trabajo de McDonald (1987). En este trabajo se identifican subcentros de empleo calculando dos variables para cada una de las unidades espaciales, la densidad bruta de empleo y el ratio empleo-población (*job ratio*), previo rechazo de otras tres variables, la densidad neta de empleo, la densidad bruta de población y la densidad neta de población⁶⁴. Concretamente, se definen como subcentros de empleo aquellas zonas cuya densidad bruta de empleo y/o ratio empleo-población excede el valor que estas variables presentan en las zonas adyacentes, es decir, zonas que son “picos” de densidad bruta de empleo⁶⁵ y/o del ratio empleo-población. En particular, una zona no puede ser candidata a subcentro si su densidad bruta de empleo y/o ratio empleo-población es menor que en las zonas colindantes situadas a una distancia menor del CBD. Utilizando los datos de

⁶⁴ En este sentido, respecto al uso de la población, el autor señala que utilizar valores elevados de la densidad bruta de población (población dividida por la superficie total de suelo) no es un buen indicador de subcentro de empleo, porque estos valores elevados pueden estar generados por la existencia de buenas condiciones ambientales, de vecindario o por la existencia de buenos accesos a las infraestructuras de transporte, aspectos que en conjunto pueden ser más importantes que el acceso al puesto de trabajo. El resultado final puede ser la existencia de una localización con una densidad bruta de población elevada y, a su vez, con una densidad bruta de empleo baja. Una forma de solucionar el problema podría ser el uso de la densidad neta de población (población entre superficie de suelo residencial). La idea es que esta variable funciona mejor porque la proporción del suelo destinado a estos usos varía apreciablemente dentro del área urbana. No obstante, los mismos argumentos utilizados anteriormente para la densidad bruta de población pueden ser aplicados para la neta: la presencia de efectos negativos generados por la actividad económica, reduce el valor del suelo para usos residenciales y, por tanto, conlleva densidades netas menores (McDonald, 1987).

En cuanto al uso de las densidades brutas y/o netas de empleo para la identificación de subcentros de empleo, el autor señala cómo, al considerar el porcentaje de suelo destinado a empleo, la densidad bruta de empleo puede expresarse como la multiplicación de la densidad neta de empleo por el porcentaje de suelo destinado a empleo. Esta identidad sugiere que la densidad bruta es un indicador mejor que la neta. Por ejemplo, es posible que la proporción de suelo para empleo sea escasa porque simplemente el suelo es más atractivo para usos residenciales. Un valor pequeño de este porcentaje puede ir asociado a un valor elevado de la densidad neta de empleo, señalando incorrectamente la existencia de un candidato a subcentro de empleo. Por el contrario, en este caso el producto de las dos variables tendría un valor bajo (McDonald, 1987).

Por último, la ratio empleo-población (*job ratio*) se propone como indicador para la identificación de subcentros porque evita los problemas anteriores. Cuanto mayor sea su valor, mayor será la demanda de empleo del candidato a subcentro que, al no ser abastecida por la población residente, recurrirá al uso de trabajadores que residen en otras zonas, normalmente colindantes.

⁶⁵ Tal y como reconocen Giuliano y Small (1991), la metodología propuesta por ellos está inspirada en la de McDonald (1987) representado, simplemente, una generalización de ésta.

la región de Chicago en 1970 sobre el empleo en manufactura y empleo total, el autor encuentra que, de las 42 zonas consideradas, 9 cumplen con la definición de subcentro para al menos uno de los indicadores (sólo 3 cumplen la definición para los 4 indicadores, 2 para la manufactura y otros 2 para el total de empleo) ⁶⁶.

Por otra parte, existen otros trabajos en los que, a diferencia de los anteriores, se estima una función de densidad de empleo y se identifican como subcentros a aquellas observaciones que constituyen máximos locales. En esta línea, Gordon et al. (1986) utilizan este procedimiento para la región de Los Ángeles en 1980 identificando 6 subcentros de empleo. En el trabajo de Craig y Ng (2001) se utilizan funciones no paramétricas de densidad de empleo y se identifican 7 subcentros de empleo en la región de Houston⁶⁷.

5.2.4 Metodologías basadas en “residuos positivos”

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 previo sobre la ciudad. La idea principal es estimar un modelo econométrico que defina las densidades de empleo 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.

El primer trabajo donde se propone esta metodología es el de McDonald y Prather (1994) para el caso de Chicago en 1980. Después de examinar diferentes formas funcionales,

⁶⁶ En McDonald y McMillen (1990) se amplía el trabajo anterior identificando 8 zonas como subcentros en 1956. Al comparar los resultados con los obtenidos en 1970, se obtiene un número similar de subcentros, aunque las zonas identificadas en su mayoría son diferentes y, para las que son iguales, su influencia sobre el resto de la metrópolis ha cambiado radicalmente.

⁶⁷ Según Craig y Ng (2001), la mayoría de las funciones que se han estimado en otros trabajos para analizar econométricamente la distribución espacial de la densidad de empleo e identificar subcentros, normalmente están condicionadas a la media. Los autores consideran que la estructura espacial urbana no viene explicada por la “tendencia central de las densidades”, sino por la tendencia mostrada por las densidades mayores que son las que en sí definen a los subcentros. Siguiendo esta lógica, los autores estiman una *Quantile smoothing spline* con el 5% de las mayores densidades de empleo (también aplican para el 10, 25 y 50%) y en las que la variable dependiente es el logaritmo neperiano de la densidad de empleo y la variable explicativa la distancia al CBD.

Con los gradientes obtenidos definen las localizaciones candidatas a subcentro: puntos donde el gradiente de la *Quantile spline* pasa de ser positivo a negativo. Una vez obtenidos estos candidatos y su respectiva localización en términos de distancia al CBD, analizan la muestra de datos reales para seleccionarlos.

los autores finalmente estiman una densidad bruta de empleo basada en una *función exponencial negativa linealizada* típica de los modelos monocéntricos, ecuación (5.4). Examinando los residuos positivos e imponiendo un nivel de significatividad de, como mínimo, el 95%, McDonald y Prather (1994) identifican 3 clusters de residuos positivos que conforman 3 subcentros de empleo.

McMillen (2001) sustituye la función exponencial negativa linealizada por una estimación *Locally weighted regression* (LWR) de una estructura espacial monocéntrica. Además, aplica un segundo filtro basado en una función semiparamétrica formada por una parte no paramétrica, *Flexible fourier form*, para la distancia al CBD, y una paramétrica, para las distancias directas e inversas de cada candidato a subcentro. Con datos de 1990, identifica subcentros en Chicago (33), Dallas (28), Houston (25), Los Ángeles (19), Nueva Orleans (2) y San Francisco (22).

5.2.5 Metodologías basadas en “econometría espacial”

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.

El trabajo de Baumont et al. (2004) es uno de los primeros exponentes de esta nueva metodología aplicada al caso de la aglomeración de Dijon (Francia) en 1999. Los autores definen un subcentro de empleo como un área que tiene un empleo y una densidad de empleo que es significativamente mayor que la de sus vecinos. Para ello calculan, en primer lugar, el estadístico Moran's I Global con el que examinan si existe autocorrelación espacial global, es decir, si las unidades espaciales con valores similares (altos o bajos) tienden a estar espacialmente clusterizados. En segundo lugar, calculan el estadístico Moran's I Local con el que cada unidad espacial es comparada con su vecinas, permitiendo distinguir el tipo de asociación espacial existente. Si la unidad espacial considerada está rodeada de unidades con un empleo (una densidad de empleo) similar, el estadístico presenta un valor positivo. Por el

contrario, si está envuelta de unidades con empleo (densidad de empleo) diferente, el estadístico será negativo.

Tabla 5.1 Metodologías para la identificación de subcentros

	Trabajo	Criterio	Ciudad-Año	Número de Subcentros
<i>Umbrales</i>	Giuliano y Small (1991)	Densidad > 25 Empleo/ha Empleo > 10000	Los Ángeles, 1980	32
	Song (1994)	Densidad > 37 Empleo/ha Empleo > 35000	Los Ángeles, 1980	6
	Cervero y Wu (1997)	Densidad > 17 Empleo/ha Empleo > 10000	San Francisco, 1990	22
	McMillen y McDonald (1997)	Densidad > 25 Empleo/ha Empleo >10000 Gradiente distancia subcentro negativo y significativo	Chicago, 1980	20
	McMillen y McDonald (1998)	Densidad > 25 Empleo/ha Empleo >10000 Gradiente distancia subcentro negativo y significativo	Chicago, 1990	20
	Bogart y Ferry (1999)	Densidad > 20 Empleo/ha Empleo >10000	Cleveland, 1990	9
	Anderson y Bogart (2001)	Densidad > 20 Empleo/ha Empleo >10000	Cleveland, 1990	9
			Indianapolis, 1990	11
			Portland, 1990	11
	Shearmur y Coffey (2002)	Empleo >5000 Empleo/Población > 1	San Luis, 1990	11
Montreal, 1996			16	
Toronto, 1996			17	
<i>Movilidad</i>	Bourne (1989)	Flujos de commuting	Ottawa-Hull, 1996	7
			Vancouver, 1996	13
<i>Picos de densidad</i>	Gordon y Richardson (1996)	Densidad generación viajes>0.8 desviación estándar	Los Ángeles, 1980	18
	McDonald (1987)	Densidad o Empleo/Pobl	Chicago, 1970	9
	McDonald y McMillen (1990)	Densidad o Empleo/Pobl	Chicago, 1956	8
			Chicago, 1970	9
	Gordon et al. (1986)	Densidad	Los Ángeles, 1980	6
Craig y Ng (2001)	Densidad	Houston	7	
<i>Residuos</i>	McDonald y Prather (1994)	Exponencial	Chicago, 1980	3
	McMillen (2001)	Locally weighted regression Flexible fourier con distancia subcentro	Chicago, 1990	33
			Dallas, 1990	28
			Houston, 1990	25
			Los Ángeles, 1990	19
			Nueva Orleans, 1990	2
San Francisco, 1990	22			
<i>Econometría espacial</i>	Baumont et al. (2004)	I. Moran total y local (densidad empleo)	Dijon, 1999	2
	Guillain et al. (2004)	I. Moran total y local (Empleo/Población)	Ile de France 1978	3
Ile de France 1997			7	

Teniendo en cuenta sólo los valores significativos y mapificando los resultados mediante códigos que permitan distinguir entre valores similares, alto-alto (HH) o bajo-bajo (LL), y entre valores diferentes, alto-bajo (HL) o bajo-alto (LH), el investigador puede identificar las principales aglomeraciones de empleo. En este caso, son subcentros de empleo aquellas unidades espaciales, alternativas al CBD, que presentan una asociación espacial HH, en cuyo caso son subcentros que están formados por varias unidades espaciales, o bien una asociación espacial HL, tratándose de un subcentro aislado.

También para el caso de Dijon, Baumont et al. (2004) identifican 2 subcentros de empleo con una asociación espacial HH y HL significativa al 1%, respectivamente, teniendo en cuenta sólo el empleo total. Por el contrario, cuando tienen en cuenta la densidad bruta de empleo, los autores no identifican ninguna unidad con asociación espacial HH o HL significativa fuera del CBD. En Guillain et al. (2004) se aplica esta misma metodología utilizando el ratio empleo-población en Ile-de-France para 1978 y 1997. En el primer año, los autores identifican 3 subcentros de empleo con una asociación espacial significativa HH, mientras que en 1997 son 7 los subcentros HH identificados.

5.3 CONCLUSIONES

En este capítulo de carácter metodológico se ha presentado un resumen de las principales funciones de densidad del empleo que han sido utilizadas para caracterizar gráficamente, o a través de los parámetros estimados, su distribución espacial, así como las diferentes metodologías que han sido utilizadas para identificar subcentros de empleo en áreas metropolitanas. La Tabla 5.1 resume la catalogación propuesta.

Respecto las funciones de densidad, tanto en el caso de una estructura espacial monocéntrica como para el caso de una estructura espacial policéntrica, las formas funcionales más utilizadas están basadas en la *función exponencial negativa* en su forma linealizada. En el caso de las funciones policéntricas de tipo *aditivo* y *multiplicativo*, además, se añade la ventaja de poder utilizar un test estadístico con el que comparar ambas estructuras espaciales. Existen también otras formas funcionales más flexibles que permiten capturar gráficamente la existencia de óptimos locales que, cuando se trata de máximos, son indicio de

la posible presencia de subcentros de empleo y, por tanto, de una estructura espacial policéntrica.

En cuanto a la identificación de subcentros de empleo, las diferentes categorías metodológicas requieren de diferentes niveles de conocimiento previo sobre el área objeto de estudio y, por tanto, implican diferentes grados de subjetividad. A pesar de esto, en los últimos años ha aumentado el número de trabajos que han utilizado las metodologías más objetivas.

CAPÍTULO 6

EL EMPLEO INDUSTRIAL Y SU ESTRUCTURA ESPACIAL EN LA BARCELONA METROPOLITANA, 1991-2003

6.0 INTRODUCCIÓN

La estructura espacial de la Región Metropolitana de Barcelona ha sido caracterizada en la mayoría de estudios que han abordado el tema como “policéntrica”. Para ello se han basado en cuestiones como la existencia de mercados de trabajo periféricos relativamente autocontenidos, la existencia de municipios con entradas netas de trabajadores, o el paso de un modelo espacial preindustrial de tipo christalleriano donde un número limitado de ciudades de tamaño mediano que en el pasado –y aún hoy en cierta manera- proporcionan servicios a los municipios de tamaño pequeño que los rodean, a un modelo en red donde las relaciones jerárquicas se sustituyen progresivamente por relaciones de tipo reticular donde se combinan las ventajas de la especialidad de las partes y la diversidad del conjunto. Sucede sin embargo que en el campo de la Economía Urbana, el significado del policentrismo está en primer lugar vinculado al comportamiento espacial del empleo. Es decir, el número de empleos y su densidad deben ser los parámetros fundamentales para la identificación de subcentros

Este capítulo está dedicado a la caracterización de la estructura espacial de la RMB en términos de empleo. En la primera sección se describe geográficamente la región y se presentan los datos de empleo utilizados en esta investigación. A continuación, se describe el comportamiento del empleo entre 1991 y 2003 prestando especial atención a los subsectores del sector manufacturero. Entre los factores examinados se encuentran el grado de especialización-diversificación de la base económica de la región, su concentración espacial, proximidad relativa y el tamaño medio de empresa. Finalmente se presentan las funciones de densidad *Locally weighted regression* (LWR) para cada subsector industrial, la industria en su conjunto y los ejes de expansión urbana en los que es posible dividir la región.

6.1 ÁMBITO DE ESTUDIO Y DATOS

6.1.1 Características principales de la Región Metropolitana de Barcelona

Los trabajos de Font et al. (1999), Llop (1995) y Vilanova (1995) presentan una visión exhaustiva del territorio metropolitano atendiendo a sus características topográficas, a la localización de las infraestructuras de transporte, así como a los procesos socioeconómicos

que han llevado a la integración metropolitana (Muñiz et al., 2003b). En esta sección se realiza una breve introducción a la RMB desde un punto de vista morfológico atendiendo a los principales resultados de estos trabajos.

Localizada en la costa mediterránea de Cataluña, la Región Metropolitana de Barcelona se extiende a lo largo de la línea que va del municipio de Malgrat de Mar, al norte, hasta el de Cubelles, al sur (Mapas 6.1 y 6.2).

Mapa 6.1 Situación geográfica de Cataluña en Europa



Fuente: Pla Territorial Metropolità de Barcelona (1998)

La delimitación de la Región Metropolitana de Barcelona que se utiliza en esta investigación procede del Plan Director del Área Metropolitana de 1966, *Estudi per a la descongestió de Barcelona*, siendo éste una revisión del Plan Comarcal de 1953. La Región Metropolitana de Barcelona es en la actualidad una ciudad de ciudades constituida por 163 municipios⁶⁸ localizados en 7 comarcas, que ocupa cerca de 4000 km² en un radio

⁶⁸ En el Anexo se muestra el Mapa A6.1 con las divisiones municipales de la RMB y los correspondientes códigos identificativos.

aproximado de 50 kilómetros y que ha sido definida en multitud de ocasiones como policéntrica, discontinua, parcialmente dispersa, compleja y diversa.

Mapa 6.2 Situación geográfica de la Región Metropolitana de Barcelona en Cataluña

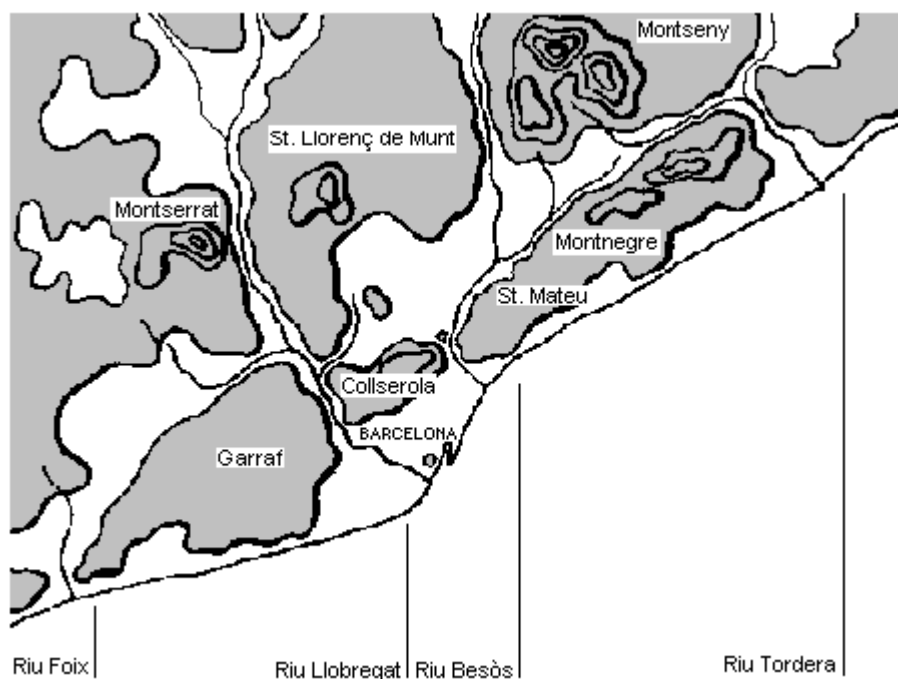


Fuente: Pla Territorial Metropolità de Barcelona (1998)

Con un clima de tipo mediterráneo, la RMB presenta una orografía bastante abrupta formada por dos sistemas montañosos, la Depresión Litoral, localizada paralelamente a la línea de la costa, y la Cordillera Central, cuyas principales montañas son el Montseny, Sant Llorenç de Munt, el Garraf, el Montsant, etc. Entre los valles de estos sistemas discurren los principales ríos, la Tordera, el Besòs, el Llobregat (Mapa 6.3).

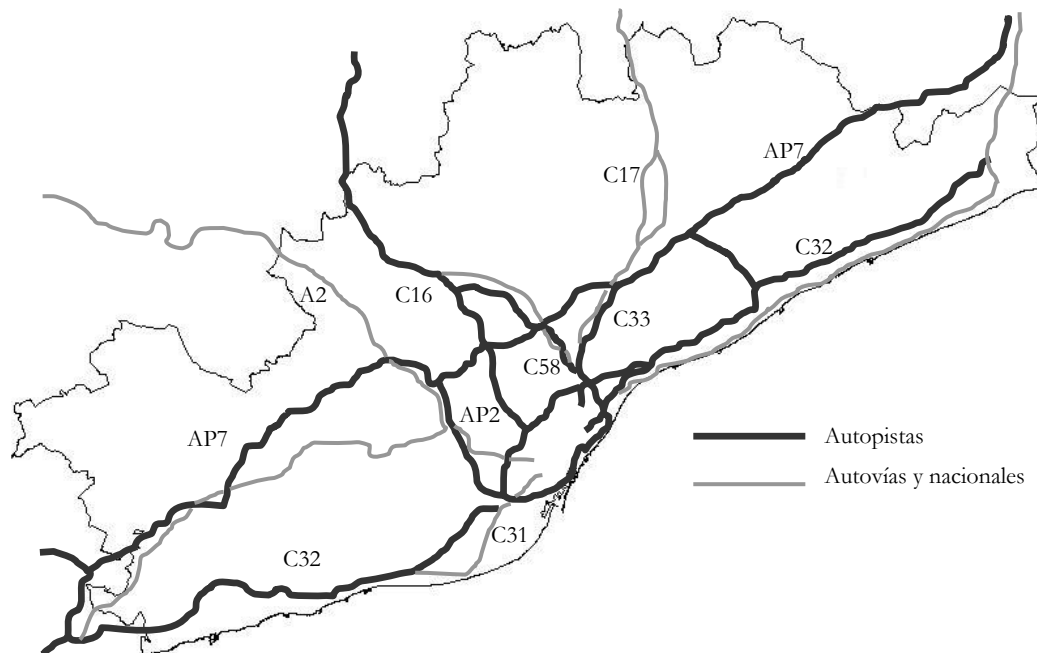
La RMB está comunicada mediante una red de transporte radial, Mapa 6.4, donde las principales aglomeraciones de población y los corredores están conectados con el centro de la metrópolis a través de diversas líneas ferroviarias y autopistas metropolitanas: A2, NII, AP7, C58, C32, RENFE. Tanto estas condiciones infraestructurales como las topográficas han tenido una importante influencia en el patrón de urbanización (Miralles, 1997).

Mapa 6.3 Orografía e hidrografía de la Región Metropolitana de Barcelona



Fuente: Pla Territorial Metropolità de Barcelona (1998)

Mapa 6.4 Infraestructura viaria en la Región Metropolitana de Barcelona



Fuente: Elaboración propia

La RMB contiene una ciudad central de más de un millón y medio de habitantes, el municipio de Barcelona, que es un centro diverso y compacto, y siete aglomeraciones periféricas importantes de población, cinco de las cuales son ciudades de tamaño medio con

más de mil años de historia, mientras que las otras dos se han desarrollado recientemente. Contigua al municipio de Barcelona, hay una primera corona metropolitana extremadamente densa y urbanizada con bloques de vivienda. A continuación, una segunda corona residencial menos densa que, en algunos casos, concentra elevadas rentas. Alrededor de las principales aglomeraciones de población hay extensas áreas que combinan usos residenciales de baja densidad y rurales (Muñiz et al., 2003a).

6.1.2 Los datos de empleo y sus agregaciones sectoriales

Antes de pasar a analizar el comportamiento del empleo, es necesario comentar las fuentes de datos disponibles y cuáles son finalmente utilizadas. En este sentido, hay que tener muy en cuenta que la disponibilidad de los datos adecuados es esencial para la consecución de los objetivos fijados en la investigación.

Teniendo en cuenta que nuestra máxima escala espacial es la Región Metropolitana de Barcelona (RMB) y que los 162⁶⁹ municipios que la forman son nuestras unidades espaciales básicas de estudio, existen dos fuentes de información sobre el empleo: los puestos de trabajo contabilizados a partir de los *Afiliados a la Seguridad Social* y los que se obtienen a través de la explotación de las preguntas que, sobre movilidad, se realizan en el *Censo de Población*⁷⁰. La primera fuente permite obtener datos municipales anuales, incluso por trimestre, a nivel de empresa, no de establecimiento. Esto supone que, en determinadas desagregaciones sectoriales, exista un sesgo espacial asociado al efecto de las sedes centrales. En estos casos la empresa declara que el trabajador realiza sus tareas en la sede central y no en el establecimiento donde efectivamente lleva a cabo su trabajo⁷¹. A pesar de esto, al igual que en Trullén et al. (2002), las correlaciones entre los indicadores construidos con ambas series muestran valores elevados, en nuestro caso situados entre el 93% y más del 99% según el sector y el año considerados. La fuente del *Censo de Población* no sufre este tipo de sesgos espaciales. No obstante, permite obtener datos de empleo sólo cada cinco años, es decir, al

⁶⁹ Este es el número de municipios que formaban la RMB en 1991. A partir del año siguiente, Badia del Vallès pasa a ser un municipio independiente de Cerdanyola del Vallès. Para mantener la homogeneidad en los datos, ambos municipios son considerados conjuntamente.

⁷⁰ Hasta el año 2001 la explotación de las preguntas relativas era decisión exclusiva de las Comunidades Autónomas. En el caso de Cataluña, éstas se vienen explotando desde 1986.

⁷¹ Un buen ejemplo es la Intermediación Financiera donde el empleo se concentra en aquellos municipios donde se localizan las sedes centrales de cajas y bancos.

inicio de cada decenio y coincidiendo con la realización del Censo y, también, a mitad de cada decenio cuando se actualiza oficialmente el Padrón de Habitantes. Por tanto, teniendo en cuenta lo anterior, los datos procedentes de los *Afiliados a la Seguridad Social* serán los utilizados en esta investigación dado que presentan “(...) la ventaja de poder obtener actualizaciones regulares, con un detalle elevado, en cortos periodos de tiempo (...)” (Trullén et al., p. 146, 2002).

La desagregación sectorial considerada está limitada por las propias series de afiliados. La serie se inicia en 1991 y, hasta 1995, su máxima desagregación sectorial es la de la CNAE 74 a 64 sectores. Entre 1996 y 1998 los datos se clasifican según la CNAE 93 a un nivel de desagregación de 60 sectores. Por último, a partir de 1998 y hasta la actualidad se presentan los datos con la máxima desagregación posible, 222 sectores sobre la base de la CNAE 93.

El intervalo temporal considerado en esta investigación abarca el periodo 1991-2003, utilizando datos anuales⁷² y con una desagregación sectorial propia fruto del encaje entre la CNAE 74 a 64 sectores y la CNAE 93 a 60 sectores⁷³. En la Tabla 6.1 se muestran los 8 subsectores productivos de tipo industrial considerados.

Tabla 6.1 Subsectores de la industria manufacturera

<i>Manufactura</i>
02 Alimentación, Bebidas y Tabaco
03 Textil, Confección y Cuero
04 Madera, Corcho y Muebles
05 Papel, Edición y Artes Gráficas
06 Química, Caucho, Plástico y Otros
07 Metalurgia y Productos Metálicos
08 Maquinaria, Mat. Eléctrico y Otros
09 Vehículos de Motor y Mat. Transportes

6.2 EL EMPLEO Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

6.2.1 Evolución del empleo

El inicio del periodo que abarca este estudio, 1991, coincide con el fin de una etapa de fuerte crecimiento económico estrenada con la adhesión de España a la por entonces

⁷² Los correspondientes al cuarto trimestre de cada año.

⁷³ La Tabla A6.1 del Anexo muestra la correspondencia de sectores entre ambas clasificaciones.

Comunidad Económica Europea. Una etapa profundamente importante para la Región Metropolitana de Barcelona que se beneficia de la llegada de empresas industriales europeas y de un importante crecimiento del empleo.

La ralentización económica experimentada desde 1991, culmina entre 1992 y 1994 con una profunda crisis económica con efectos a escala mundial, y que para la economía española significó “(...) la crisis más intensa desde 1960, con una rápida destrucción de ocupación y una caída neta en el valor de la producción (...)” (Trullén, p. 41, 1998). Entre 1992 y 1994 el conjunto del empleo cayó un 9.36%, siendo especialmente importante en los sectores manufactureros y, sobretodo, la construcción, con unas pérdidas de empleo del 20.05% y del 34.37%, respectivamente. El único gran sector que aguanta la recesión es el de los servicios que, para el conjunto de sectores considerados, presenta 7,151 afiliados más, lo cual implica una tasa de crecimiento del 1.06% (Tabla 6.2).

A partir de 1995 se inicia un segundo periodo de crecimiento económico y del empleo que perdura hasta la actualidad, aunque con algunos años de desaceleración, como 1998 y 2002. El total de empleo aumentó alrededor del 18% entre 1994 y 1998 y un 19% entre 1998 y 2003. Por grandes sectores, se repite este patrón en el conjunto de servicios, con un crecimiento del 25.45% y del 23.59%, respectivamente, y en la construcción, con cifras entorno al 36%. La manufactura es el único gran sector que muestra un comportamiento diferenciado en estos dos subperiodos (Tabla 6.2): sólo se da un crecimiento neto del empleo en el cuatrienio 1994-1998.

Tabla 6.2 Dinámica del empleo en la RMB, 1991-2003:

Total y grandes sectores

	Empleo (% de la RMB)				Crecimiento			
	1991	1994	1998	2003	91-94	94-98	98-03	91-03
<i>Total</i>	1,359,943 (100%)	1,232,694 (100%)	1,468,041 (100%)	1,732,876 (100%)	-9.36%	19.09%	18.04%	27.42%
<i>Manufactura</i>	468,746 (34.47%)	374,770 (30.40%)	398,338 (27.13%)	401,075 (23.15%)	-20.05%	6.29%	0.69%	-14.44%
<i>Servicios</i>	676,098 (49.72%)	683,249 (55.43%)	857,112 (58.38%)	1,059,285 (61.13%)	1.06%	25.45%	23.59%	56.68%
<i>Construcción</i>	110,338 (8.11%)	72,411 (5.87%)	98,543 (6.71%)	135,081 (7.80%)	-34.37%	36.09%	37.08%	22.42%

En conjunto, el periodo considerado se caracteriza por una ganancia neta en el empleo fruto de la importante expansión económica experimentada desde la segunda mitad de la década de los noventa. Entre 1991 y 2003 el número de afiliados a la Seguridad Social aumenta un 27.42% para el total de sectores, siendo mayor su incidencia en los sectores de servicios, con un crecimiento del 56.68%. Por el contrario, el conjunto de sectores manufactureros presenta una tasa negativa de crecimiento del 14.44% (Tabla 6.2).

La consecuencia más visible de las diferentes dinámicas de crecimiento es la *terciarización* de la economía. Esto es, mientras que en 1991 el conjunto de servicios considerados representaban ya un 49.72% del total de empleo y la manufactura un 34.47%, en 2003 esta proporción aumenta para los servicios hasta el 61.13%, en detrimento de la manufactura que cae hasta el 23.15% (Tabla 6.2).

Tabla 6.3 Dinámica del empleo en la RMB, 1991-2003:

Subsectores de manufactura

	<i>Empleo (% de la RMB)</i>				<i>Crecimiento</i>			
	<i>1991</i>	<i>1994</i>	<i>1998</i>	<i>2003</i>	<i>91-94</i>	<i>94-98</i>	<i>98-03</i>	<i>91-03</i>
<i>02 Alimentación</i>	36,266 (2.67%)	33,351 (2,71%)	31,693 (2.16%)	32,547 (1.88%)	-8.04%	-4.97%	2.69%	-10.25%
<i>03 Textil</i>	82,124 (6.04%)	56,774 (4.61%)	53,422 (3.64%)	49,049 (2.83%)	-30.87%	-5.90%	-8.19%	-40.27%
<i>04 Madera</i>	22,668 (1.67%)	17,974 (1.46%)	23,007 (1.57%)	22,050 (1.27%)	-20.71%	28.00%	-4.16%	-2.73%
<i>05 Papel</i>	40,777 (3.00%)	35,473 (2.88%)	39,250 (2.67%)	41,032 (2.37%)	-13.01%	10.65%	4.54%	0.63%
<i>06 Química</i>	98,563 (7.25%)	79,670 (6.46%)	81,874 (5.58%)	85,207 (4.92%)	-19.17%	2.77%	4.07%	-13.55%
<i>07 Metalurgia</i>	82,028 (6.03%)	63,884 (5.18%)	61,796 (4.21%)	61,036 (3.52%)	-22.12%	-3.27%	-1.23%	-25.59%
<i>08 Maquinaria</i>	64,166 (4.72%)	50,856 (4.13%)	63,014 (4.29%)	63,799 (3.68%)	-20.74%	23.91%	1.25%	-0.57%
<i>09 Vehículos Motor</i>	42,154 (3.10%)	36,788 (2.98%)	44,282 (3.02%)	46,355 (2.68%)	-12.73%	20.37%	4.68%	9.97%

En cuanto a la evolución por subsectores, todos los manufactureros, Tabla 6.3, muestran una fuerte destrucción de empleo entre 1991 y 1994; en especial el Textil, con una caída del 31%. Entre 1994 y 1998 la situación mejora para la mayoría de los subsectores industriales, aunque sin recuperar los niveles de empleo de años anteriores. Entre 1998 y 2003 se produce una desaceleración en el crecimiento del empleo para todos los subsectores. Entre

1991 y 2003, sólo dos sectores presentan tasas de crecimiento positivas en el empleo: Papel y Artes Gráficas, aunque con un crecimiento próximo a cero; y la fabricación de Vehículos de Motor y Material de Transporte, con una tasa próxima al 10%. En el otro extremo, la caída más importante en los niveles de empleo la experimenta el subsector del Textil (40.27%), lo cual supone una pérdida muy relevante de puestos de trabajo dado que en 1991 era el segundo subsector manufacturero que más empleo concentraba.

6.2.2 Especialización y diversificación productiva

Trabajos como los de Trullén (1991, 1998, 2003), PIM (2001) y MMAMB (1995, 2003) señalan que la estructura productiva de la Región Metropolitana de Barcelona es notablemente diversificada en su conjunto. Además, a través del cálculo de coeficientes de especialización, en estos trabajos también se resalta el carácter marcadamente especializado de algunos municipios.

En esta sección se pretende capturar el grado de especialización-diversificación de los municipios de la RMB a través de la comparación entre su estructura productiva y la que, en términos promedios, presenta la RMB. El grado de especialización-diversificación se mide utilizando dos indicadores, el *índice de Krugman de Especialización*, y el de *Gini de Especialización*.

Con el *índice de Krugman de Especialización* se compara la estructura productiva de un municipio con la del resto de la región. Para ello es necesario calcular la diferencia entre el peso de un sector k en el total municipal y el peso que presenta en el conjunto de los otros municipios de la RMB. El índice se obtiene al sumar, para todos los sectores, el valor absoluto de las diferencias:

$$K_i(t) = \sum_k \text{abs}(v_i^k(t) - \bar{v}_i^k(t)) \quad (6.1)$$

con $v_i^k(t) = \frac{Emp_i^k(t)}{\sum_k Emp_i^k(t)}$ y $\bar{v}_i^k(t) = \frac{\sum_{j \neq i} Emp_j^k(t)}{\sum_k \sum_{j \neq i} Emp_j^k(t)}$. Donde $Emp_i^k(t)$ es el nivel de

empleo que presenta el municipio i en el sector k .

Este indicador toma un valor de 0 cuando la estructura productiva del municipio analizado es igual a la del resto de la Barcelona metropolitana⁷⁴ y, por tanto, está tan diversificada como la RMB en su conjunto. Toma un valor máximo igual a 2 cuando su estructura productiva no se parece en nada a la de la RMB.

La media aritmética de (6.1) nos proporciona el grado de diversificación que, en promedio, presenta la ciudad:

$$KR(t) = \frac{\sum_i^n K_i(t)}{n} \quad (6.2)$$

donde n es el número de municipios que forman la metrópolis.

La Tabla 6.4 muestra los resultados del *índice de Krugman de Especialización* para el promedio de la RMB en 1991, 1994, 1998 y 2003. Los valores obtenidos, situados cerca de 1, muestran que los municipios de la Región Metropolitana de Barcelona presentan, en promedio, una estructura productiva que se sitúa a medio camino de la diversificación y de la especialización. La evolución temporal muestra una ligera tendencia a la reducción del valor de este indicador, señalando que, con el tiempo, los municipios de la RMB tienden hacia la diversificación en su estructura productiva.

Tabla 6.4 Especialización en el interior de la RMB, 1991-2003:

Índices de Krugman y de Gini

	1991	1994	1998	2003
$KR(t)$	0.9599	0.9578	0.9359	0.9097
$GI(t)$	0.6061	0.6067	0.5969	0.5819

La Tabla 6.5 presenta los nombres y valores de los diez municipios más especializados en 1991 y 2003 respectivamente. En general, se caracterizan por localizarse en zonas relativamente alejadas del CBD, si bien se encuentran relativamente próximos a otras

⁷⁴ Implícitamente se asume que el máximo de diversificación posible es el que presenta la RMB.

concentraciones periféricas de empleo. El grado de especialización tiende a reducirse con el paso del tiempo, si bien algunos municipios presentan ciertas mejoras. Por otra parte, hay que destacar que, mientras que en 1991 estos municipios presentaban un volumen de empleo muy bajo, en su mayoría inferior a 100 empleos, en 2003 se encuentran ejemplos como Santa Susana o Vallgorguina con más de mil puestos de trabajo localizados.

Tabla 6.5 Los 10 municipios más especializados de la RMB según el Índice de Krugman

1991		2003	
Fogars de Montclús	1.8805	Tagament	1.7961
Camping	1.8661	Granera	1.7534
Tagament	1.7768	Gallifà	1.6430
Gallifà	1.7545	Montseny	1.5948
Torreclavít	1.7036	Vallgorguina	1.5908
Montseny	1.6650	Castellet i la Gornal	1.5749
Pontons	1.6434	Fogars de Montclús	1.5422
Santa Fe del Penedès	1.6395	Campins	1.5189
Les Cabanyes	1.6329	Santa Susanna	1.5123
Olesa de Bonesvalls	1.5949	Olivella	1.4945

Respecto el grado de diversificación municipal (Tabla 6.6)⁷⁵, a diferencia del caso anterior, los municipios que presentan una estructura sectorial más próxima a la del conjunto de la RMB acumulan un número elevado, tanto de empleos como de población. Es interesante observar que estas concentraciones de empleo se localizan alrededor del CBD o en zonas más periféricas de la región.

Tabla 6.6 Los 10 municipios más diversificados de la RMB según el Índice de Krugman

1991		2003	
Granollers	0.3554	Granollers	0.3625
Terrassa	0.4014	Mollet del Vallès	0.3635
Badalona	0.4097	Sabadell	0.3910
Sant Boi de Llobregat	0.4127	Terrassa	0.3977
L'Hospitalet de Llobregat	0.4166	Sant Boi de Llobregat	0.4166
Molins de Rei	0.4340	Viladecans	0.4237
Sabadell	0.4418	L'Hospitalet de Llobregat	0.4602
Mollet del Vallès	0.4499	Badalona	0.4610
Martorell	0.4592	Cornellà de Llobregat	0.4781
Vilafranca del Penedès	0.5035	Sant Feliu de Llobregat	0.4827

⁷⁵ Las Tablas A6.2 y A6.3 del Anexo presentan los nombres y valores correspondientes a los municipios más especializados y más diversificados de 1994 y 1998.

Por otra parte, para corroborar los resultados, se calcula un *índice de Gini de Especialización* que resume la distribución sectorial de los coeficientes de especialización relativa, $r_i^k(t) = v_i^k(t)/\bar{v}_i^k(t)$, entre sectores en un determinado municipio. Este índice es calculado como⁷⁶:

$$G_i(t) = 1 - \sum_k (v_i^k(t) + v_i^{k-1}(t)) (\bar{v}_i^k(t) - \bar{v}_i^{k-1}(t)) \quad (6.3)$$

En este caso, cuando el indicador toma un valor de 0 la estructura productiva del municipio analizado es igual a la del resto de la Barcelona metropolitana. Cuando su valor es próximo a 1, el municipio presenta un elevado grado de especialización dentro de la ciudad.

Nuevamente, para obtener el valor promedio para la Región Metropolitana de Barcelona simplemente calculamos la media aritmética de (6.3):

$$GI(t) = \frac{\sum_i^n G_i(t)}{n} \quad (6.4)$$

De esta manera, un análisis basado en (6.4) proporciona el mismo diagnóstico que en el caso anterior: la RMB presenta una estructura productiva situada a medio camino entre la especialización y la diversificación, aunque las estructuras productivas municipales tienden hacia una creciente diversificación (Tabla 6.4).

Por último, el análisis de tres de los *momentos estadísticos* asociados a la muestra que forman la totalidad de los coeficientes de especialización sectorial que presentan los municipios nos proporciona información adicional (Tabla 6.7).

En este sentido, la *Desviación estándar* presenta una tendencia decreciente con el tiempo, indicando que disminuye la dispersión en los valores de los coeficientes de especialización.

⁷⁶ En la curva de Lorenz asociada se grafica los valores acumulativos de $v_i^k(t)$ en el eje de ordenadas respecto los valores acumulativos de $\bar{v}_i^k(t)$ en el de abscisas. Las observaciones se ordenan en orden descendente según el gradiente de la curva, el coeficiente de especialización relativa $r_i^k(t)$.

Tabla 6.7 Especialización en el interior de la RMB, 1991-2003:

Los coeficientes de localización y sus cuatro momentos

	$GI(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Media</i>	1.254	1.241	1.258	1.202
<i>Desviación estándar</i>	6.492	5.601	4.275	3.040
<i>Skewness</i>	26.137	27.633	23.883	15.188
<i>Curtosis</i>	806.379	930.006	802.139	411.147

Skewness es una medida de asimetría de la distribución de la serie respecto su media. La obtención de valores positivos implica que la distribución tiene una cola larga a su derecha y, por lo tanto, que existen municipios con una fuerte especialización. Además, puesto que este valor disminuye con el tiempo, se deduce que la especialización está cayendo.

Por último, con la medida de *Curtosis* comprobamos si la distribución está aplanada o bien si presenta una punta pronunciada, en cuyo caso las colas de la distribución tendrían un peso importante. En nuestro caso, con una cola larga a la derecha de la distribución, se obtiene un valor positivo, indicando que esta cola tiene un peso importante. Además, este valor se reduce con el tiempo, señalando que las colas de la distribución están perdiendo peso y que, por tanto, la distribución está más aplanada. En términos de especialización-diversificación, se deduce que cada vez hay menos coeficientes de especialización con valores extremos, en especial, los situados a la derecha de la distribución de la muestra, lo cual indica un mayor nivel de especialización.

6.2.3 Concentración municipal del empleo

Además del grado de especialización-diversificación de la estructura productiva correspondiente a los municipios que conforman la RMB, también es importante para nuestra investigación analizar el grado de concentración municipal del empleo. Concretamente, para el caso del industrial manufacturero que es objeto de atención en esta investigación, ¿hasta qué punto el empleo se ha concentrado en unas pocas observaciones (municipios)?.

Para medirlo, se utiliza el *índice de Gini de Concentración Municipal* donde se resume la distribución de las cuotas absolutas de empleo, $s_i^k(t) = \text{Emp}_i^k(t) / \sum_i \text{Emp}_i^k(t)$, entre municipios en un determinado subsector⁷⁷:

$$GM^k(t) = 1 - \sum_i (s_i^k(t) + s_{i-1}^k(t))(1/n) \quad (6.5)$$

Cuando el indicador toma un valor de 0, el empleo del subsector analizado está igualmente distribuido entre los municipios. Por el contrario, cuando toma el valor 1, todo el empleo del subsector se concentra en un único municipio.

Tabla 6.8 Concentración municipal del empleo en la RMB, 1991-2003:
Manufactura y subsectores – Todos los municipios

	$GM^k(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	0.8291	0.8015	0.7745	0.7582
<i>02 Alimentación</i>	0.8522	0.8378	0.8188	0.8114
<i>03 Textil</i>	0.8558	0.8418	0.8185	0.8186
<i>04 Madera</i>	0.8079	0.7931	0.7756	0.7541
<i>05 Papel</i>	0.8921	0.8836	0.8744	0.8559
<i>06 Química</i>	0.8498	0.8238	0.8097	0.7979
<i>07 Metalurgia</i>	0.8350	0.8027	0.7754	0.7587
<i>08 Maquinaria</i>	0.8657	0.8462	0.8173	0.8040
<i>09 Vehículos de Motor</i>	0.9763	0.9525	0.9217	0.9209

La Tabla 6.8 presenta los *índices de Gini de Concentración Municipal* para el total de la manufactura, así como para cada uno de sus subsectores. En general, se observa una elevada concentración municipal en todos los casos, siendo máxima en el caso de Vehículos de

⁷⁷ En la curva de Lorenz asociada se grafican los valores acumulativos de $s_i^k(t)$ en el eje de ordenadas respecto el número acumulado de municipios en el de abscisas (cada intervalo con la misma amplitud, $1/n$). Las observaciones se ordenan descendientemente según el gradiente de la curva, la cuota absoluta de empleo $s_i^k(t)$.

Motor. A pesar de esto, también puede apreciarse una tendencia temporal clara hacia la desconcentración, siendo el subsector de Metalurgia el que se ha desconcentrado con mayor intensidad.

Evidentemente, estos resultados están condicionados por el elevado peso que, en términos de empleo, tiene el municipio de Barcelona. Por este motivo, también se examina la concentración municipal del empleo al quitar de la muestra la Aglomeración Central, es decir, Barcelona y los 12 municipios que forman su continuo urbano. La Tabla A6.4 del Anexo muestra como el índice de Gini baja de valor; si bien la obtención de valores elevados, a partir de 0.70, indica que todavía existe una elevada concentración del empleo en un número reducido de municipios y, por lo tanto, sugiere la existencia de subcentros de empleo. Nuevamente, la tendencia temporal indica que se está reduciendo el grado de concentración del empleo.

6.2.4 Proximidad del empleo

El indicador de concentración utilizado en la sección anterior proporciona información acerca de hasta qué punto los diferentes sectores productivos están concentrados en unos pocos municipios, pero no nos indica si estos pocos municipios están localizados próximamente o no. Es decir, podemos obtener el mismo grado de concentración cuando el empleo de un determinado subsector se concentra en dos municipios vecinos, que cuando se distribuye también entre dos municipios, pero localizados en los dos extremos más alejados de la RMB.

Para captar la proximidad del empleo en las diferentes desagregaciones sectoriales consideradas, se calcula para cada una de ellas el *índice de Separación Espacial* propuesto por Midelfart-Knarvik et al. (2000):

$$SE^k(t) = \sum_i \sum_j (s_i^k(t) s_j^k(t) d_{ij}) \quad (6.6)$$

con el que se obtiene la suma ponderada del empleo de todas las distancias bilaterales, d_{ij} , entre las diferentes localizaciones. Toma un valor de 0 si todo el empleo se encuentra en un único municipio y su valor aumenta cuanto más separado espacialmente está el empleo.

La Tabla 6.9 muestra los valores obtenidos. En general, se observa que el empleo manufacturero está separado espacialmente, con un valor mínimo de 5.37 kilómetros en el subsector Vehículos de Motor para 1991 y un valor máximo de 23.72 kilómetros en el Textil de 2003. La totalidad de los subsectores muestran una tendencia hacia una mayor separación espacial del empleo durante el periodo considerado.

Tabla 6.9 Separación espacial del empleo en la RMB, 1991-2003:
Manufactura y subsectores

	$SE^k(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	16.6082	17.9869	19.0721	19.6166
<i>02 Alimentación</i>	18.4158	19.4907	20.2788	20.4672
<i>03 Textil</i>	21.5052	22.7855	23.4012	23.7379
<i>04 Madera</i>	18.6829	19.5858	19.8034	20.6978
<i>05 Papel</i>	13.0146	13.9097	13.9016	14.8457
<i>06 Química</i>	15.6553	17.2389	18.4382	18.4427
<i>07 Metalurgia</i>	16.5407	18.0310	19.0855	19.5124
<i>08 Maquinaria</i>	15.0172	16.1374	17.5362	19.0089
<i>09 Vehículos de Motor</i>	5.3711	10.8992	15.2825	15.7568

6.2.5 Dispersión espacial del empleo

Los indicadores anteriores de concentración y de separación espacial del empleo proporcionan una primera aproximación al grado de dispersión del empleo. Sin embargo, la construcción de ambos indicadores no requiere conocer las condiciones de densidad de empleo, es decir, la intensidad en el uso del suelo utilizado para la producción industrial. Por este motivo, siguiendo la propuesta de Small y Song (1994), se calcula un índice de *Gini* para

la distribución de la densidad de empleo sectorial. Un indicador que, a diferencia de los utilizados anteriormente, sí tiene en cuenta la superficie de suelo ocupada.

Este índice de *Gini de Dispersión espacial* resume la distribución de las cuotas absolutas de empleo en un determinado sector, $s_i^k(t) = \text{Emp}_i^k(t) / \sum_i \text{Emp}_i^k(t)$, en el territorio de la Región Metropolitana de Barcelona y se calcula como⁷⁸:

$$GE^k(t) = 1 - \sum_k (s_i^k(t) + s_{i-1}^k(t))(l_i(t) - l_{i-1}(t)) \quad (6.7)$$

donde $l_i(t) = \text{Sup}_i / \sum_i \text{Sup}_i$ es la proporción de suelo de la RMB que tiene el municipio i .

Nuevamente, cuando el indicador toma un valor igual a 0, la densidad de empleo sería totalmente homogénea, alcanzando, por tanto, la máxima dispersión. Cuando su valor es próximo a 1, el sector está fuertemente concentrado en una proporción pequeña del territorio de la RMB.

Análogamente al caso de la concentración municipal, el cálculo de este coeficiente se realiza para el total de municipios de la RMB, Tabla 6.10, y para la muestra de municipios en la que se excluye a Barcelona y su continuo urbano, la Aglomeración Central, Tabla A6.5. En general, para todas las desagregaciones sectoriales consideradas, se constata una baja dispersión espacial del empleo en cada una de las muestras, aunque existe una tendencia temporal hacia una mayor dispersión. A nivel de subsectores, también se encuentra una fuerte concentración espacial del empleo, con valores que oscilan entre 0.789 de Madera cuando no se incluye la Aglomeración Central y 0.988 de Vehículos de Motor en el total de la RMB. En este caso, hay que resaltar que, si bien en la mayoría de los subsectores el empleo se dispersa espacialmente entre 1991 y 2003 en las dos muestras utilizadas, en el subsector de Química ocurre un proceso opuesto cuando se excluye la Aglomeración Central; esto es, dejando fuera a Barcelona y su conurbación, el empleo de este subsector se está concentrando espacialmente.

⁷⁸ En la curva de Lorenz asociada se grafican los valores acumulativos de $s_i^k(t)$ en el eje de ordenadas respecto el peso absoluto de la superficie municipal acumulada en el de abscisas. Las observaciones se ordenan en orden descendiente según la densidad de empleo sectorial.

Tabla 6.10 Dispersión espacial del empleo en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores – Todos los municipios

	$GE^k(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	0.890	0.874	0.856	0.843
<i>02 Alimentación</i>	0.893	0.885	0.865	0.858
<i>03 Textil</i>	0.911	0.908	0.887	0.885
<i>04 Madera</i>	0.869	0.860	0.851	0.830
<i>05 Papel</i>	0.932	0.927	0.922	0.911
<i>06 Química</i>	0.903	0.890	0.883	0.877
<i>07 Metalurgia</i>	0.895	0.871	0.857	0.842
<i>08 Maquinaria</i>	0.910	0.900	0.883	0.874
<i>09 Vehículos de Motor</i>	0.988	0.976	0.954	0.950

6.2.6 Tamaño de empresa

Un último aspecto que es necesario considerar en esta breve panorámica sobre el comportamiento del empleo manufacturero en la Región Metropolitana de Barcelona hace referencia al tamaño empresarial medido mediante el número de trabajadores. Cabe recordar que, tal y como se argumentó al iniciarse este capítulo, la base de datos utilizada, *Afiliados a la Seguridad Social*, sólo proporciona información a nivel de empresa y no de establecimiento productivo⁷⁹. Por este motivo, el cálculo del tamaño de la unidad de producción se realiza en base a la *Dimensión media de la empresa* del sector k en un determinado ámbito espacial i :

$$DM_i^k(t) = \frac{Emp_i^k(t)}{Empr_i^k(t)} \quad (6.8)$$

donde $Empr_i^k(t)$ es el número de empresas.

⁷⁹ La explotación de la información municipal del Impuesto de Actividades Económicas (IAE) permite obtener el número de los establecimientos productivos que existen en cada uno de los municipios considerados. No obstante, al iniciarse la explotación de estos datos en 1994 y al no estar lo suficientemente actualizada, su uso implicaría reducir el número de años de la muestra en unos cinco. Por el tipo de estimación econométrica que se llevará a cabo en capítulos posteriores, no es recomendable perder los datos referidos a estos años, por lo que se opta por trabajar con el número de empresas.

Centrando la atención exclusivamente en el caso de la RMB en su conjunto, Tabla 6.11, los resultados obtenidos indican que, si bien la dimensión media de las empresas varía según el sector y es especialmente grande en el caso de Vehículos de Motor y especialmente reducida en el de la Madera, el resto de sectores se caracteriza por un tamaño medio o medio-bajo. Dejando a lado el caso de los Vehículos de Motor, sólo la Química supera la veintena de empleados por empresa. En términos temporales, la crisis de 1992-1994 provoca una reducción en el tamaño empresarial, si bien a partir de 1994 la tendencia es hacia un aumento del número de trabajadores por empresa. Al final, en 2003, en el conjunto de la manufactura y en cuatro de sus subsectores, se da una dimensión superior a la de 1991, mientras que en el resto de subsectores ocurre lo contrario.

Tabla 6.11 Dimensión media de empresa en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

	$DM_i^k(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	15.4183	12.7075	13.9915	15.9925
<i>02 Alimentación</i>	14.7064	12.5521	15.3850	19.8821
<i>03 Textil</i>	12.6267	10.2277	10.7489	10.7493
<i>04 Madera</i>	6.0658	5.2159	6.5547	7.5230
<i>05 Papel</i>	12.1650	10.3722	10.6832	12.1396
<i>06 Química</i>	25.8899	21.4109	22.7301	26.4782
<i>07 Metalurgia</i>	12.4701	9.5108	10.2159	11.4129
<i>08 Maquinaria</i>	17.6523	14.1149	15.4902	18.1350
<i>09 Vehículos de Motor</i>	130.5077	97.5809	82.4618	95.7748

6.3 ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO

6.3.1 Estudios previos

Por lo que respecta a la estimación de funciones de densidad de empleo para caracterizar su estructura espacial, su aplicación en la RMB ha sido escasa. Para el caso de una estructura espacial monocéntrica, la *función exponencial negativa*, ecuación (5.1), ha sido utilizada

en García (2001a, 2001b) y en Muñiz et al. (2002) con datos municipales de 1991 y 1996. Mientras que en Muñiz et al. (2002) la estimación se realiza para el total de municipios que pertenecen a la RMB, en García (2001a, 2001b), además, se realiza una estimación para seis submuestras de municipios según su pertenencia a los principales ejes de transporte. Asimismo, en Muñiz et al. (2002) se estima una *función exponencial negativa extendida* en la que, siguiendo el trabajo de Steen (1986), se incluye la distancia perpendicular al eje de transporte más cercano, d_{EJE} :

$$D(d_{CBD}) = Ae^{-\gamma d_{CBD} + \delta d_{EJE}} \quad (6.9)$$

Por lo que respecta a las funciones de densidad de empleo con capacidad para representar tanto una distribución espacial monocéntrica como policéntrica, en García (2001a, 2001b) y en Muñiz et al. (2002) también se estima la *función cubic spline*, (5.11). Para el caso de los dos primeros, además, ésta precede a la estimación de una *función spline lineal*:

$$D(d_{CBD}) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i [(d_{CBD} - d_{i-1})T_i + (d_i - d_{i-1})T_i^*] \quad (6.10)$$

donde $T_i = \begin{cases} 1 & \text{si } d_{i-1} \leq d_{CBD} < d_i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$, $T_i^* = \begin{cases} 1 & \text{si } d_{CBD} \geq d_i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$ y d_i es el valor de la distancia que señala el fin del intervalo i y el inicio del segmento $i+1$.

En el trabajo de García y Muñiz (2005a) se analiza el cambio en la estructura espacial del empleo de tipo industrial acaecida entre 1986 y 1996. Utilizando datos municipales, los autores estiman la densidad de empleo con la técnica no paramétrica *Locally weighted regression*. Por último, respecto a las funciones de densidad de empleo asociadas estrictamente al policentrismo, en García y Muñiz (2005b) se estima una *función exponencial multiplicativa* en su versión linealizada y con una única variable de distancia a los subcentros, la distancia al subcentro más próximo, ecuación (5.14).

6.3.2 Evolución de la estructura espacial del empleo

Para el análisis de la evolución en la distribución espacial del empleo entre 1991 y 2003, se utiliza en esta investigación la estimación no paramétrica *Locally weighted regression* (LWR) propuesta por McMillen (1996, 2001) para el estudio de ciudades.

Tal y como se indicó anteriormente, la técnica LWR requiere de la definición de dos parámetros. El primero de ellos hace referencia al número de vecinos más próximos considerados en la regresión, el tamaño del vecindario. El segundo parámetro a determinar es el grado de la regresión polinómica. Siguiendo a McMillen (1996), el tamaño del vecindario se define como el 30% de las observaciones más próximas y la regresión polinómica es de grado 1, es decir, una función lineal.

En este sentido, la función lineal considerada corresponde a la *exponencial negativa linealizada*, ecuación (5.4), en la que la variable dependiente es el logaritmo neperiano de la densidad bruta de empleo, $\ln D(d_{CBD})$, en cada una de las desagregaciones sectoriales consideradas. La única variable explicativa es la distancia al municipio de Barcelona (el CBD), d_{CBD} .

La estimación, con datos de 1991 y 2003, incluye 162 observaciones, correspondientes a los municipios que componían la Región Metropolitana de Barcelona en 1991, donde la densidad bruta de empleo de cada municipio se calcula como el ratio entre empleo y superficie municipal. En el cálculo de la distancia a Barcelona (el CBD) se ha utilizado un sistema de información geográfica (GIS) para obtener las coordenadas de los centroides de los municipios, a partir de las cuales se ha calculado su distancia en línea recta al CBD. La aplicación de esta metodología se realiza, tanto para el total de observaciones municipales, como para seis submuestras de observaciones en las que los municipios se agrupan según su proximidad a los principales ejes de transporte, tal y como se propone en Muñiz et al. (2003a) mediante una función *cubic spline* aplicada a la densidad de población en 1996.

Funciones de densidad LWR en la RMB

Con la aplicación de esta técnica para el total del empleo manufacturero y sus subsectores, Gráficos 6.1 y 6.2, se observa la existencia de un proceso de descentralización en el que la densidad central disminuye, mientras que aumenta en el resto de la RMB, especialmente entre los kilómetros 12 y 20. En este sentido, el crecimiento que se produce en esta área es importante en el subsector de Madera y Muebles y, sobretodo, en el de Vehículos de Motor. Sólo un sector se aparta de esta pauta general, el Textil, al estar sometido a un proceso de desindustrialización con una caída neta en el empleo y, por tanto, de sus densidades, para cualquier distancia.

Por otra parte, en el conjunto de la manufactura y en la mayoría de sus subsectores la aplicación de LWR permite capturar un máximo local en el intervalo de distancia anterior y entre los kilómetros 35 y 40. Aunque no son muy visibles, parece claro que estos máximos podrían ser resultado de la existencia de subcentros de empleo en estas localizaciones.

Gráfico 6.1 Densidad de empleo LWR en la RMB, 1991-2003:

Manufactura

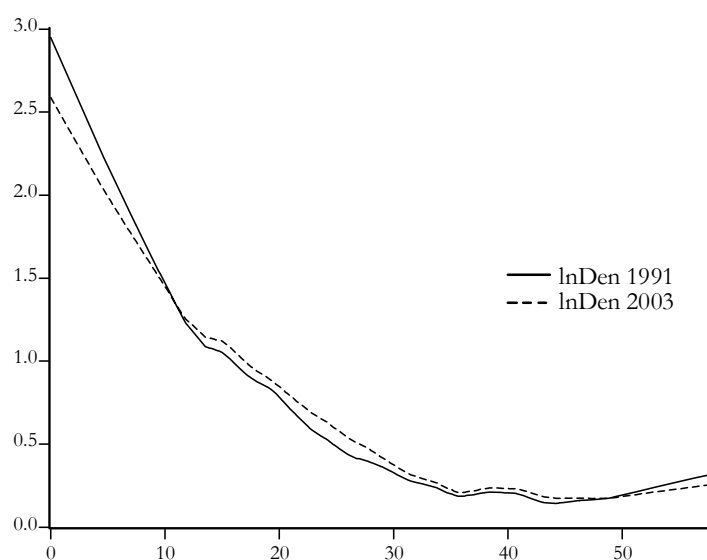
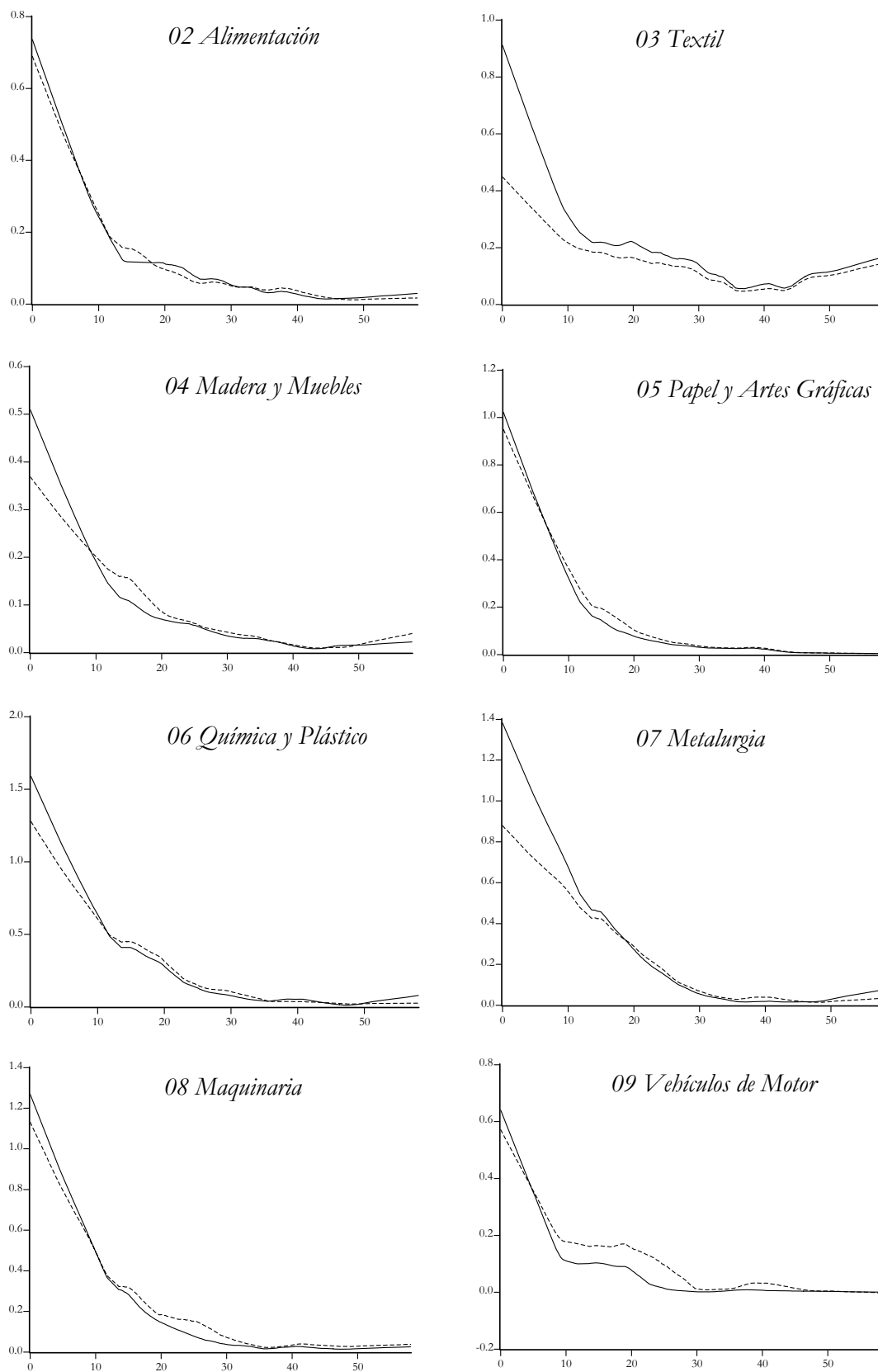


Gráfico 6.2 Densidad de empleo LWR en la RMB, 1991-2003:

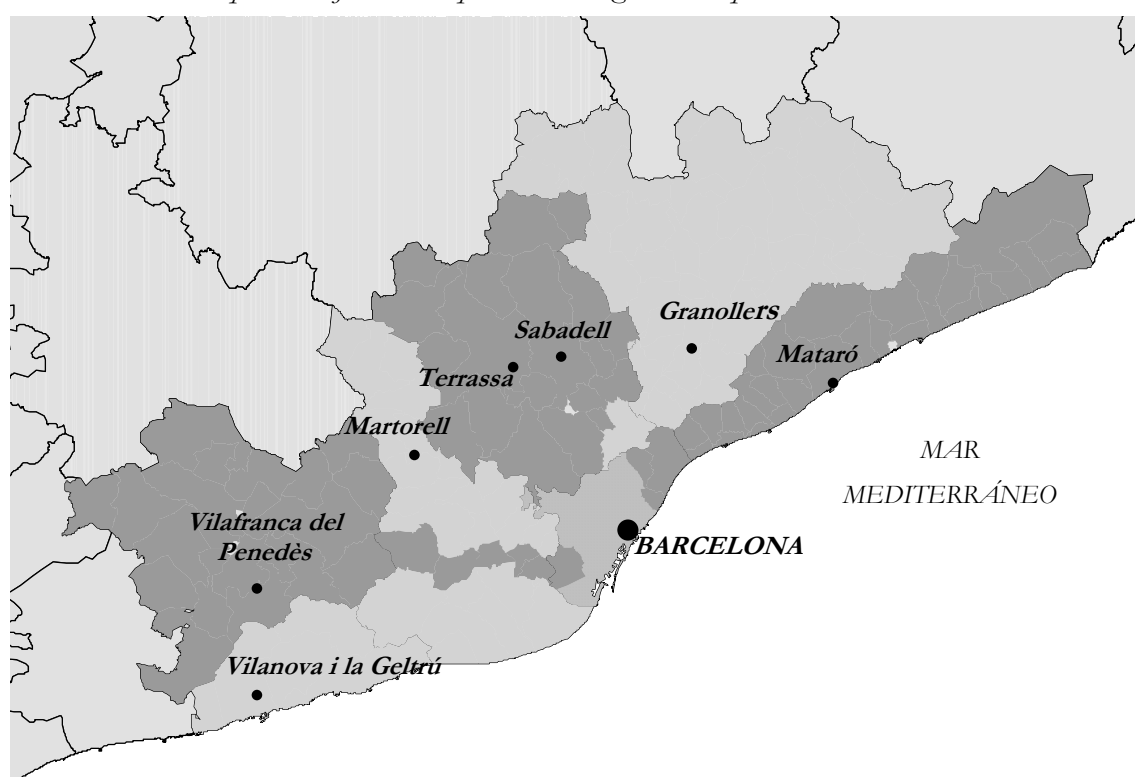
Subsectores de manufactura



Funciones de densidad LWR en la RMB por ejes de transporte

Siguiendo las recomendaciones de Zheng (1991) y de Muñiz et al. (2003a), con el objetivo de considerar la existencia de peculiaridades específicas en los diferentes territorios que forman la RMB, se segmenta la RMB en seis ejes o subregiones. Cada eje parte del centro de la metrópolis, el municipio de Barcelona, e incluye los municipios que se encuentran alrededor de la principal arteria de transporte y, por lo menos, una de las capitales de comarca, las ciudades más pobladas de su entorno (Mapa 6.5).

Mapa 6.5 Ejes de transporte de la Región Metropolitana de Barcelona



Fuente: Elaboración propia

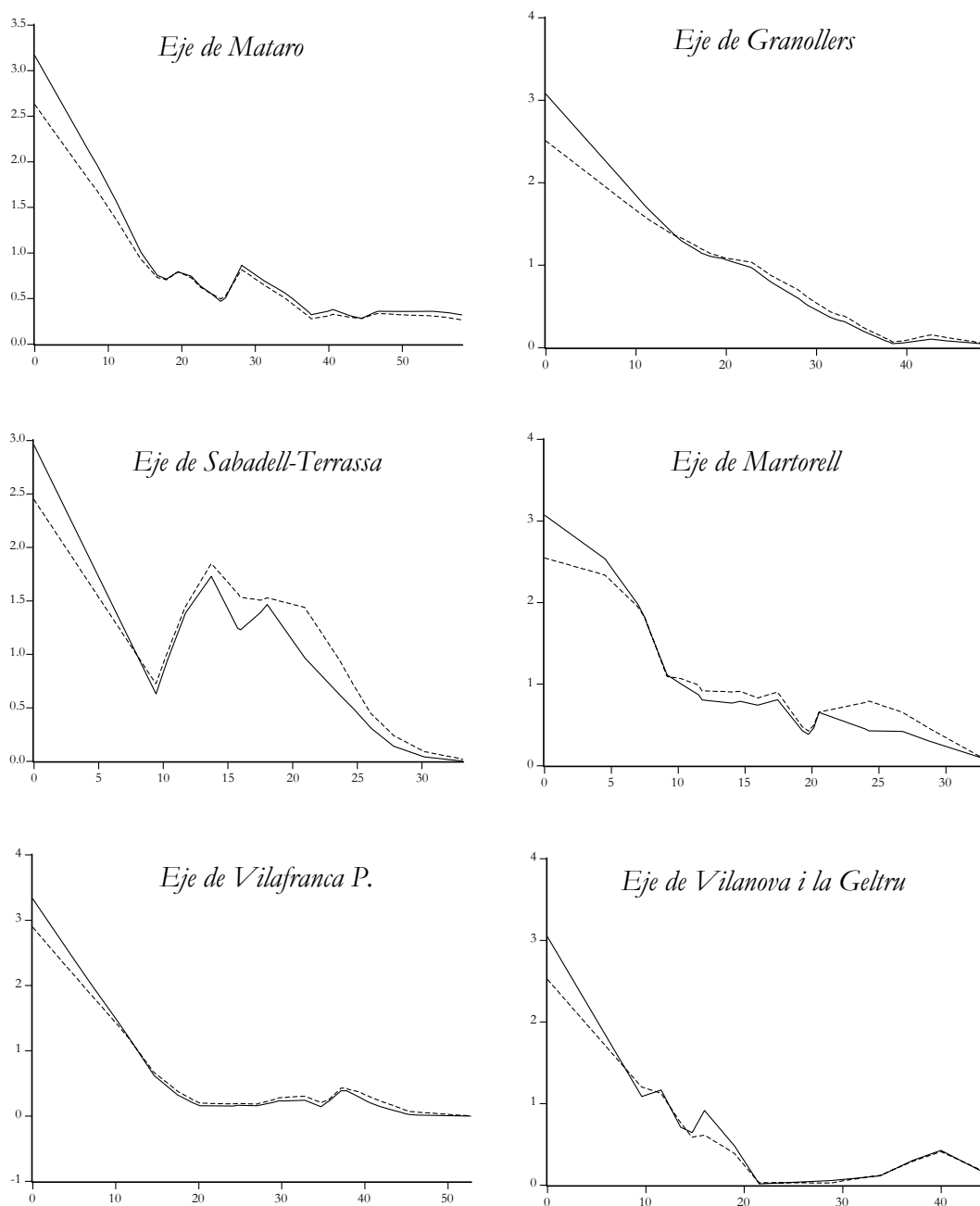
La estimación de las densidades con LWR para el total de empleo manufacturero para los seis ejes, Gráfico 6.3, permite detectar que cada uno de ellos presenta una distribución espacial del empleo particular dependiendo de su propia idiosincrasia. En este sentido, la orografía y la diferente dotación de infraestructuras han tenido un papel importante en los patrones de localización de cada uno de ellos.

Por otra parte, si bien en el conjunto de la RMB se observaba con dificultad un repunte en la densidad de empleo a determinadas distancias del CBD, al trabajar con ejes, se observa con

claridad la existencia de estos máximos locales que, además, tienen una incidencia clara sobre la distribución espacial del empleo. La estimación por ejes permite por tanto intuir de forma clara la existencia de concentraciones periféricas de empleo importantes. En cuanto al cambio en la estructura policéntrica de los ejes, en general, se vuelve a detectar el proceso de descentralización del empleo que se observaba para la muestra total. En el caso de Sabadell-Terrassa y de Martorell la descentralización está beneficiando, sobretodo, a los candidatos a subcentro.

Gráfico 6.3 Densidad de empleo LWR en los ejes de la RMB, 1991-2003:

Manufactura



6.4 CONCLUSIONES

Este capítulo ha estado dedicado a la caracterización de la Región Metropolitana de Barcelona atendiendo prioritariamente al comportamiento del empleo durante el periodo 1991-2003. Los aspectos más generales a destacar son: a) el proceso de terciarización, b) una ligera tendencia hacia la diversificación de su base económica, y c) el aumento en el tamaño medio de las empresas.

Este es el contexto en el que se perciben cambios importantes en la estructura espacial del empleo industrial. En primer lugar, se detecta una claro proceso desconcentrador; es decir, una tendencia hacia una distribución más homogénea del empleo industrial. En segundo lugar, esta desconcentración se produce en un contexto claramente descentralizador, aunque de menor intensidad a lo esperado. En tercer lugar, al tener en cuenta el espacio, se confirma una ligera tendencia hacia la dispersión espacial del empleo. Por último, la estimación de funciones de densidad LWR permite, sobretodo en las estimaciones por ejes, identificar picos periféricos de densidad que son indicio de la posible presencia de subcentros de empleo.

CAPÍTULO 7

**SUBCENTROS DE EMPLEO
Y POLICENTRISMO
EN LA BARCELONA METROPOLITANA, 1991-2003**

7.0 INTRODUCCIÓN

Mediante la inspección visual de la distribución espacial del empleo realizada en el capítulo anterior se constataba la existencia de aglomeraciones importantes de empleo situadas más allá del CBD que podrían calificarse como subcentros de empleo. Para verificar la existencia de tales subcentros, no obstante, es necesario el uso de metodologías sobre identificación de subcentros más rigurosas y objetivas que la inspección de un simple gráfico.

En el presente capítulo se aplica una de las metodologías sobre identificación de subcentros especialmente adaptada para el caso de la Región Metropolitana de Barcelona. Una vez identificados los subcentros de empleo y su variación entre 1991 y 2003 en las diferentes desagregaciones sectoriales consideradas, se lleva a cabo una caracterización de cada subsector en términos de número de subcentros identificados, importancia relativa respecto al empleo de la región, localización con respecto al centro de la región y proximidad entre ellos. Estos indicadores permitirán llevar a cabo una primera evaluación acerca del grado de policentrismo que presenta la Región Metropolitana de Barcelona y su evolución temporal.

Una vez confirmada la existencia de subcentros de empleo, es posible evaluar econométricamente el tipo de estructura espacial vigente. En este sentido, la identificación de los subcentros permite la estimación de funciones de densidad de empleo específicas para el policentrismo basadas en una *exponencial negativa*. En estas funciones, además de la distancia al CBD, se introduce/n la/s distancia/s a los subcentros (o subcentro más próximo), permitiendo analizar el grado de incidencia de los subcentros sobre la distribución espacial del empleo y, por lo tanto, contrastar la robustez de esta forma funcional policéntrica respecto a la monocéntrica. Los coeficientes estimados además, permiten catalogar los sectores en función de la influencia de los subcentros sobre la localización del resto del empleo y su tendencia temporal.

El capítulo se estructura en cuatro secciones. En la primera se hace una pequeña recensión de otros trabajos que han identificado subcentros de empleo en la RMB. En la segunda sección se presenta la metodología utilizada que, creemos, mejor se ajusta a los objetivos finales de este trabajo de investigación. En la sección tercera se aplica la

metodología desarrollada en la sección anterior para obtener los subcentros de empleo en la RMB. A continuación, se caracterizan los subcentros identificados y se inicia la discusión sobre el policentrismo en la RMB. En la cuarta sección se cierra el debate sobre el policentrismo de la región mediante la contrastación empírica del modelo policéntrico. Para finalizar se presentan las principales conclusiones.

7.1 ESTUDIOS PREVIOS

La Región Metropolitana de Barcelona (RMB) ha sido caracterizada en repetidas ocasiones como policéntrica. La mayoría de los trabajos que llegan a esta conclusión se han basado en el estudio de los flujos de movilidad, aunque también existen trabajos que utilizan umbrales o buscan picos de densidad.

Comenzando por las metodologías que utilizan los datos sobre movilidad obligada, cabe destacar MMAMB (1995), ATM (1998) y Burns et al. (2001). En los tres casos se analiza el saldo de la movilidad obligada residencia-trabajo, definiendo como subcentro aquellos municipios que son destino principal de los flujos de movilidad obligada y no forman parte de la Aglomeración Central. En MMAMB (1995) se utilizan datos del censo de población de 1991 para definir 25 subcentros con sus correspondientes ámbitos de influencia. Con los datos de movilidad de 1996, en ATM (1998) se disecciona la RMB en una primera corona metropolitana (A1) con 10 municipios, la segunda corona metropolitana (A2) formada por 24 municipios, y, finalmente, 8 ejes corredores que, excepto uno, presentan un subcentro. Para cada uno de ellos se identifica su área de influencia, formada por aquellos municipios que envían más de un 25% de su población ocupada hacia el subcentro.

En Burns et al. (2001) y CPSV (2001) se analiza la estructura espacial de las principales regiones metropolitanas españolas en el año 1996. En estos trabajos se delimita el alcance geográfico de las metrópolis, para a continuación definir con criterios de movilidad sus principales subcentros. Para el caso de la Barcelona Metropolitana, con una delimitación geográfica más extensa⁸⁰ a la considerada en este trabajo, se identifican 11 subcentros de empleo siguiendo como criterio un saldo neto positivo de entradas por motivo trabajo

⁸⁰ 217 municipios.

superior al 15% de la población ocupada residente y un umbral mínimo de población de 10000 habitantes.

Respecto a los trabajos que abordan la identificación de subcentros con otras metodologías, el primero en orden cronológico es el de Martori y Suriñach (2002). En este trabajo los autores identifican en 1998 11 subcentros estableciendo un umbral mínimo de población de 50000 habitantes, para, posteriormente, estimar las diferentes funciones de densidad de población utilizando las secciones censales que forman parte de los municipios-subcentros y su distancia respecto a la sección censal central.

En Muñiz et al. (2003a) se identifican subcentros mediante la búsqueda de picos de densidad. En este caso, los autores destacan el carácter policéntrico y radial de la región mediante la estimación de seis funciones *cubic spline* de densidad de población a nivel de sección censal para los diferentes ejes de la RMB donde se encuentran los subcentros de empleo identificados en ATM (1998). La obtención de máximos locales en la distribución espacial estimada de la población les lleva a confirmar aquellos candidatos a subcentro propuestos en ATM (1998).

El trabajo de Muñiz et al. (2003b) es el primero que identifica subcentros de empleo combinando diferentes metodologías ampliamente utilizadas en el contexto norteamericano. En una primera etapa, se identifican candidatos a subcentros combinando los criterios desarrollados por McDonald (1987), Giuliano y Small (1991) y McDonald y Prather (1994). En una segunda etapa, se escogen aquellos candidatos que tienen incidencia estadísticamente significativa sobre el patrón de distribución espacial de la densidad de población, tal y como se propone en Dowall y Treffeisen (1991).

7.2 UNA METODOLOGÍA ADAPTADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS EN LA BARCELONA METROPOLITANA

En un trabajo reciente, McMillen y Lester (2003) discuten sobre la idoneidad de las diferentes metodologías para la identificación de subcentros según los objetivos perseguidos en cada investigación. Los autores señalan que las metodologías más objetivas y sofisticadas basadas en regresiones econométricas, como las de McDonald y Prather (1994) o McMillen

(2001, 2003), son más adecuadas cuando se pretende realizar comparaciones entre diferentes regiones metropolitanas gracias a la adaptabilidad de sus “umbrales” estadísticos a las condiciones locales (McMillen y Lester, 2003). Por el contrario, cuando el objetivo de la investigación se centra en comparar los subcentros identificados en una ciudad en diferentes momentos del tiempo, metodologías basadas en umbrales, en especial, las del tipo Giuliano y Small (1991), son mejores porque permiten mantener los umbrales del año de referencia, “(...) proporcionando una fotografía más precisa de la evolución espacial de los subcentros (...)” (McMillen y Lester, p. 63, 2003).

Puesto que, además de la identificación de subcentros, en este trabajo de investigación también se pretende valorar la evolución del grado de policentrismo, se ha adoptado una metodología basada en umbrales donde, en lugar de especificar unos valores fijos numéricos iguales para cada tipo de identificación –la técnica más usual cuando los subcentros se identifican utilizando los datos totales de empleo–, se han definido unos valores fijos estadísticos que se adaptan numéricamente a las condiciones de cada agregación sectorial.

En este trabajo se define como subcentro de empleo a aquel municipio con una densidad de empleo⁸¹ ($D_{i,s,t}$) superior o igual a la media de la Región Metropolitana de Barcelona en el primer año del análisis, 1991, ($\bar{D}_{RMB,s,1991}$) y con un nivel de empleo ($E_{i,s,t}$) igual o superior al 1% del total de la RMB en 1991 ($E_{RMB,s,1991}$)⁸²:

$$\begin{aligned} D_{i,s,t} &\geq \bar{D}_{RMB,s,1991} \\ E_{i,s,t} &\geq 1\% E_{RMB,s,1991} \end{aligned} \tag{7.1}$$

donde i y s hacen referencia al municipio⁸³ y a la agregación sectorial, respectivamente, y $t=1991, \dots, 2003$. Estos valores generan un número razonable de subcentros en cada

⁸¹ Siguiendo la aportación de McDonald (1987), la densidad de empleo utilizada es una densidad bruta que recoge el número de puestos de trabajo por hectárea de superficie del municipio.

⁸² Nótese que, a diferencia de los trabajos de Giuliano y Small (1991) o McMillen y Lester (2003), no disponemos de unidades espaciales más desagregadas, sino que trabajamos con municipios: unidades espaciales muy agregadas que son entidades administrativas. Por este motivo, no consideramos la continuidad o proximidad entre ellas para establecer el umbral del empleo.

⁸³ De los 162 municipios de la RMB en 1991 se excluyen 12 municipios que forman el continuo espacial de Barcelona. Según Hall et al. (1973) estos municipios no pueden ser considerados subcentros sino la periferia de un centro que va más allá de las fronteras administrativas del municipio de Barcelona. Para el caso de la RMB, MMAMB

agregación sectorial y para cada año considerado. Se trata de un método que adolece del problema de la subjetividad en la elección de dichos umbrales. Sin embargo, en esta propuesta se consigue reducir al máximo tal subjetividad, al no tener que decidir un umbral mínimo diferente para cada subsector.

Por último, habitualmente la metodología de identificación de subcentros se ha aplicado para el total del empleo. Pocos trabajos han utilizado un nivel de desagregación mayor. Un ejemplo es el de McDonald (1987) donde también se lleva a cabo una identificación de subcentros para el empleo estrictamente manufacturero.

En esta investigación, se realiza una identificación de subcentros de empleo para el total de la industria y ocho subsectores. El principal argumento es que, al igual que los subcentros identificados mediante el total de empleo ejercen su influencia sobre la distribución espacial del empleo total, la distribución del empleo de un subsector está condicionada a su vez por la presencia de subcentros especializados en ese mismo sector.

7.3 SUBCENTROS DE EMPLEO EN BARCELONA, 1991-2003

7.3.1 Subcentros identificados, 1991-2003

Uno de los primeros pasos necesarios para abordar el tema del policentrismo consiste en la identificación de subcentros de empleo. Si existe al menos una concentración importante de empleo alternativa al CBD, entonces puede ser catalogada provisionalmente como policéntrica.

De la aplicación de la metodología de identificación de subcentros de empleo propuesta en la sección anterior, la Tabla 7.1 muestra el número de subcentros que se obtienen en la manufactura y sus subsectores en 1991, 1994, 1998 y 2003⁸⁴. Para el caso de la manufactura en su conjunto, el número de subcentros identificados es razonable, detectándose un ligero aumento a medida que pasan los años. Este resultado es normal al

(1995) considera que el continuo espacial del municipio de Barcelona lo constituyen los municipios de Badalona, Cornellà de Llobregat, Esplugues de Llobregat, L'Hospitalet de Llobregat, Montgat, El Prat de Llobregat, Sant Adrià del Besòs, Sant Boi del Llobregat, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern y Santa de Coloma de Gramenet.

⁸⁴ La Tabla A7.1 del Anexo presenta los subcentros identificados para todos los sectores y subsectores entre 1991 y 2003.

establecer los umbrales de identificación basándonos en los valores del año de partida, 1991. Para el caso de los diferentes subsectores productivos, parece reproducirse este mismo esquema. Es decir, el número de subcentros identificados crece en el tiempo, si bien algunos subsectores puntualmente presentan una disminución en su número debido a la grave recesión económica de 1993-94.

Tabla 7.1 Subcentros de empleo en la RMB, 1991-2003:

Número – Manufactura y subsectores

	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	8	8	11	12
<i>02 Alimentación</i>	10	11	11	12
<i>03 Textil</i>	8	5	5	6
<i>04 Madera</i>	10	10	16	19
<i>05 Papel</i>	8	8	10	14
<i>06 Química</i>	13	13	12	15
<i>07 Metalurgia</i>	13	11	11	12
<i>08 Maquinaria</i>	10	6	11	16
<i>09 Vehículo Motor</i>	3	8	13	13

Por otra parte, atendiendo al nombre de los municipios identificados como subcentros (Tabla 7.2), cualquier persona familiarizada con la RMB conoce la presencia de aglomeraciones urbanas importantes de la región. Algunas de éstas, como Terrassa, Sabadell y Mataró, tienen más de mil años de historia y siempre han acumulado una proporción grande de la población y del empleo de la región. El resto de municipios se han desarrollado más recientemente.

En general, por lo tanto, además de obtener un número razonable de subcentros de empleo, obtenemos municipios que pueden ser catalogados razonablemente como tales. En este sentido, aunque la lista de subcentros de empleo que se presenta en esta investigación es algo más amplia, una buena parte de ellos coinciden con los identificados en otros trabajos anteriores.

Tabla 7.2 Subcentros de empleo en la RMB, 1991-2003:

Nombres – Manufactura

	1991	2003
<i>Manufactura</i>	Gavà, Granollers, Mataró, Montcada i Reixac, Rubí, Sabadell, Barberà del Vallès, Terrassa	Castellbisbal, Granollers, Mataró, Montcada i Reixac, Palau de Plegamans, Polinyà, Rubí, Sabadell, Sant Andreu de la Barca, Barberà del Vallès., Santa Perpètua de Mogoda, Terrassa

7.3.2 Importancia relativa de los subcentros identificados en la RMB, 1991-2003

Si bien el creciente número de subcentros nos permite evaluar provisionalmente la tendencia hacia el policentrismo de la región, un análisis más riguroso debe tener también en cuenta el porcentaje de empleo total que concentran, ya que una situación donde aumentase el número de subcentros pero se redujese el porcentaje de empleo que representan, difícilmente es compatible con la idea de que aumente el policentrismo de la región.

Dividiendo la Región Metropolitana de Barcelona en tres grandes zonas, *Barcelona más Conurbación (Aglomeración Central)*, *Subcentros* y el *Resto de la RMB*, es posible calcular el peso relativo de cada una de estas zonas en el empleo de la región y cuál es su evolución entre 1991 y 2003⁸⁵.

Para el caso del conjunto del empleo manufacturero, Tabla 7.3, la zona de *Barcelona más Conurbación* presenta unos porcentajes elevados de empleo en ambos años. Esta evidencia ya ha sido destacada por otros autores, e incluso ha sido utilizada para poner en entredicho el supuesto policentrismo de la Región Metropolitana de Barcelona, como en Asensio (2000). En el periodo temporal considerado, no obstante, el peso de Barcelona y su primera corona se reduce. Respecto al empleo que contienen los *Subcentros* identificados, pasan de representar una proporción del 17% en 1991 a casi el 25% en 2003. De esta manera, el crecimiento en el número de subcentros viene acompañado por un aumento en su peso sobre el empleo de la región. En el caso del *Resto de la RMB*, el conjunto de la manufactura experimenta un aumento en su peso relativo, siendo el valor final de 2003 del 31%, ligeramente superior al que presenta el conjunto de *Subcentros*.

⁸⁵ La Tabla A7.2 del Anexo presenta los valores para todo el intervalo temporal considerado.

Tabla 7.3 Empleo intrametropolitano en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

	<i>Barcelona + Conurbación</i>		<i>Subcentros de Empleo</i>		<i>Resto de la RMB</i>	
	<i>1991</i>	<i>2003</i>	<i>1991</i>	<i>2003</i>	<i>1991</i>	<i>2003</i>
<i>Manufactura</i>	272,608 (58.16%)	176,989 (44.13%)	81,469 (17.38%)	98,766 (24.63%)	114,669 (24.46%)	125,320 (31.25%)
<i>02 Alimentación</i>	20,295 (55.96%)	14,977 (46.02%)	9,114 (25.13%)	10,064 (30.92%)	6,857 (18.91%)	7,506 (23.06%)
<i>03 Textil</i>	34,268 (41.73%)	14,287 (29.13%)	28,950 (35.25%)	17,871 (36.43%)	18,906 (23.02%)	16,891 (34.44%)
<i>04 Madera</i>	11,602 (51.18%)	7,601 (34.47%)	4,719 (20.82%)	8,633 (39.15%)	6,347 (28.00%)	5,816 (26.38%)
<i>05 Papel</i>	28,111 (68.94%)	24,419 (59.51%)	6,055 (14.85%)	9,867 (24.05%)	6,611 (16.21%)	6,746 (16.44%)
<i>06 Química</i>	60,826 (61.71%)	38,881 (45.63%)	18,816 (19.09%)	24,988 (29.33%)	18,921 (19.20%)	21,338 (25.04%)
<i>07 Metalurgia</i>	42,139 (51.37%)	21,605 (35.40%)	24,322 (29.65%)	17,963 (29.43%)	15,567 (18.98%)	21,468 (35.17%)
<i>08 Maquinaria</i>	38,289 (59.67%)	27,761 (43.51%)	14,111 (21.99%)	22,458 (35.20%)	11,766 (18.34%)	13,580 (21.29%)
<i>09 Vehículos de Motor</i>	37,078 (87.96%)	27,458 (59.23%)	2,748 (6.52%)	13,945 (30.08%)	2,328 (5.52%)	4,952 (10.68%)

Para el caso de los subsectores industriales, en términos generales se obtienen conclusiones parecidas. En primer lugar, el centro de la región, *Barcelona más Conurbación*, pierde peso relativo en favor de los *Subcentros* y/o del *Resto de la RMB*. En segundo lugar, los *Subcentros* acumulan un porcentaje elevado de empleos que, con la excepción de la Metalurgia, aumenta entre los dos años considerados. En tercer lugar, el peso del *Resto de la RMB* sobre el empleo de la región también es importante y crece entre los dos años considerados.

En definitiva, estos datos confirman la existencia de un proceso de redistribución del empleo manufacturero desde el centro hacia la periferia. Este proceso de descentralización, que ya fue detectado mediante las estimaciones y gráficos LWR, beneficia en términos de concentración de empleo a los *Subcentros* y al *Resto de la RMB*. Si, además, se tiene en cuenta que, en el caso de los *Subcentros*, este empleo se reparte entre un número reducido de municipios, se puede concluir que los subcentros de empleo tienen un protagonismo importante y que, a pesar de su macrocefalia (muy elevada proporción de empleo en el centro de la región), se confirma provisionalmente la hipótesis del policentrismo de la RMB.

Para finalizar, una vez contrastada la existencia de un proceso de descentralización y la importancia creciente de los subcentros, la comparación entre la tendencia temporal del peso de los *Subcentros* y la del *Resto de la RMB* permite ver la evolución en el grado de policentrismo. Tres son las situaciones posibles y compatibles con una tendencia hacia un mayor grado de policentrismo:

1. El porcentaje de empleo en los *Subcentros* es mayor en 2003 que en 1991, mientras que en *Resto de la RMB* ocurre lo opuesto. Esto es,

$$\% Emp_{SUB,1991} < \% Emp_{SUB,2003} \text{ y } \% Emp_{REST,1991} > \% Emp_{REST,2003}$$

2. El porcentaje de empleo en los *Subcentros* es mayor en 2003 que en 1991, mientras que se mantiene constante en el *Resto de la RMB*. Es decir,

$$\% Emp_{SUB,1991} < \% Emp_{SUB,2003} \text{ y } \% Emp_{REST,1991} \cong \% Emp_{REST,2003}$$

3. Cuando, tanto para los *Subcentros* como para el *Resto de la RMB*, el porcentaje de empleo es mayor en 2003 y, además, el crecimiento en el primer caso es mayor que en el segundo. Es decir,

$$\left(\% Emp_{SUB,1991} < \% Emp_{SUB,2003} \right) > \left(\% Emp_{REST,1991} < \% Emp_{REST,2003} \right)$$

Por el contrario, la distribución espacial del empleo será menos policéntrica en la siguiente situación:

4. Cuando, tanto para los *Subcentros* como para el *Resto de la RMB*, el porcentaje de empleo es mayor en 2003 y, además, el crecimiento en el primer caso es menor que en el segundo. Es decir,

$$\left(\% Emp_{SUB,1991} < \% Emp_{SUB,2003} \right) < \left(\% Emp_{REST,1991} < \% Emp_{REST,2003} \right)$$

Casi en la totalidad de las diferentes desagregaciones sectoriales consideradas se observa un aumento en el grado de policentrismo entre 1991 y 2003 (Tabla 7.4). En la mayoría de casos se trata de aumentos clasificables en la situación 3, es decir, un aumento del peso del empleo en los subcentros, pero también un incremento en el empleo localizado de forma dispersa. Sólo dos subsectores de manufactura, el Textil y la Metalurgia, experimentan un retroceso en su grado de policentrismo. Se trata de dos sectores donde cae el empleo con especial intensidad en los subcentros identificados al principio del periodo, sin que se formen subcentros alternativos

Tabla 7.4 Evolución del grado de policentrismo en la RMB, 1991-2003

AUMENTO		REDUCCIÓN	
Situación 1	Situación 2	Situación 3	Situación 4
Madera, Corcho y Muebles	Papel y Artes Gráficas	Manufactura Alimentación Química y Plásticos Maquinaria Vehículos de Motor	Textil, Cuero y Confección Metalurgia

7.3.3 Localización de los subcentros identificados en la RMB, 1991-2003

Inspección visual mediante mapas

Un primer instrumento que permite abordar el patrón de localización de los subcentros es la inspección visual de *Mapas* donde los municipios-subcentro de empleo aparecen señalados. Para el caso de los grandes sectores, los Mapas 7.1 muestran la localización de los subcentros identificados en 1991 y 2003 para la manufactura en su conjunto. En este caso, los subcentros se localizan principalmente en las inmediaciones de la confluencia entre la autopista C58 y el “by-pass” de la AP7/B30, siendo a lo largo de estos dos ejes viarios donde aparecen los nuevos subcentros en 2003. Además, dos de los principales subcentros, Granollers y Mataró, se localizan al norte de la AP7 y de la C32.

Para el caso de los subsectores de manufactura, Mapas 7.1, a grandes rasgos se reproduce el esquema de localización que obteníamos en el conjunto, esto es, los subcentros principalmente se localizan en el cuadrante que forman la B30 (AP7), la C58, la A2 y el límite del CBD y su conurbación, sobretudo en la confluencia de las dos primeras. Aunque la

tendencia temporal, en términos generales, es llenar este espacio, en algunos subsectores manufactureros los subcentros proliferan a lo largo de alguna de estas vías, más allá del cuadrante, como, por ejemplo, la Química y los Vehículos de Motor, cuyos subsectores, entre 1991 y 2003, se extienden a lo largo de la AP7 en dirección norte y sur.

En conjunto, por tanto, la localización de los subcentros de empleo en las diferentes desagregaciones sectoriales tiene un denominador común: la proximidad a las principales infraestructuras viarias de transporte. Este tipo de localización permite una gran accesibilidad a todo el territorio metropolitano, así como al resto de Cataluña, a España y a Europa, lo cual explica el crecimiento del empleo manufacturero en la confluencia de los principales ejes viarios.

Mapas 7.1 Localización de los subcentros de empleo, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

1991

Manufactura

2003



1991

02 Alimentación

2003



1991

03 Textil

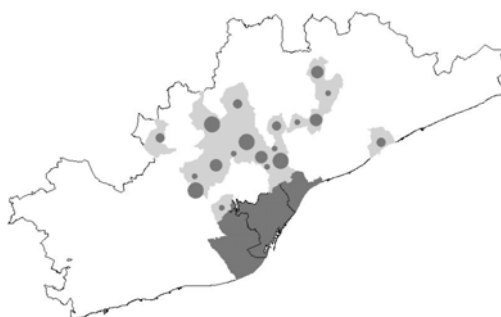
2003



1991

04 Madera

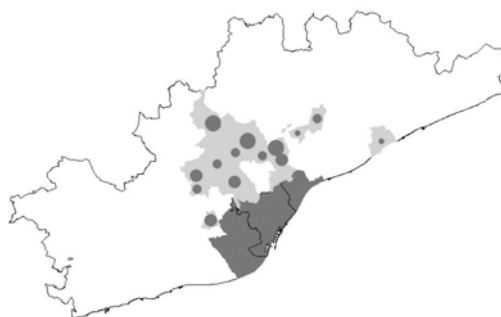
2003



1991

05 Papel

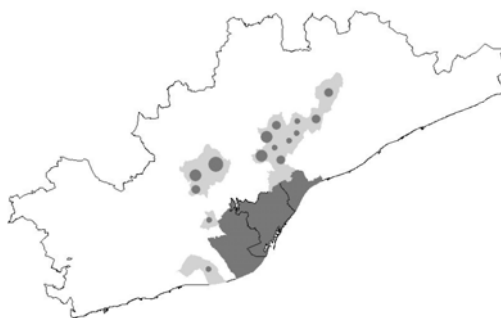
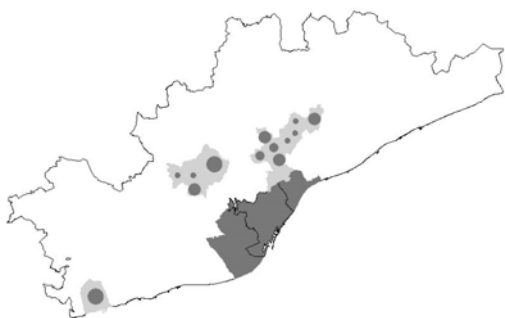
2003

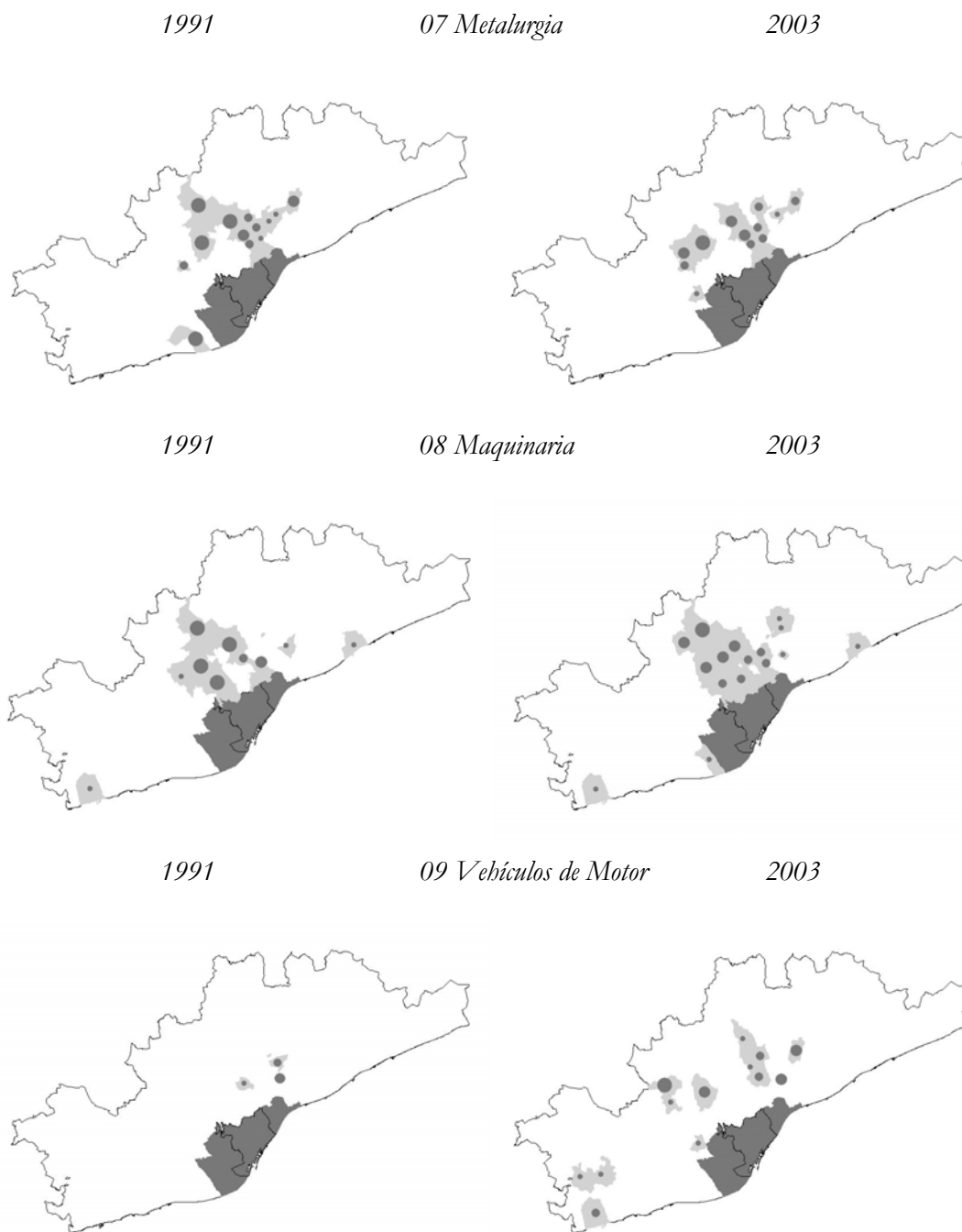


1991

06 Química

2003





Proximidad entre subcentros y su distancia al centro

Para evaluar el grado de proximidad o separación espacial se utiliza el *índice de Separación espacial*, (6.6), que fue presentado en el capítulo anterior para el caso del total de municipios de la Región Metropolitana de Barcelona, aunque adaptándolo a este nuevo contexto, donde el conjunto de subcentros es la máxima referencia espacial. De esta manera, para el sector k :

$$SE^k(t) = \sum_i \sum_j (s_i^k(t) s_j^k(t) d_{ij}) \quad (7.2)$$

donde ahora d_{ij} son las distancias bilaterales entre los subcentros de empleo considerados y $s_i^k(t) = Emp_i^k(t) / \sum_i Emp_i^k(t)$ es la proporción de empleo que concentra el subcentro i respecto el conjunto de subcentros.

En segundo lugar, para evaluar el grado en que los subcentros y su empleo se separan o se aproximan al CBD se utiliza la *Distancia media ponderada al CBD* en la que, de manera similar al indicador anterior, se tiene en cuenta la proporción de empleo que acumula cada subcentro. Es decir, para el sector k ésta se calcula como:

$$DCBD^k(t) = \sum_i (d_{i,CBD} s_i^k(t)) \quad (7.3)$$

donde $d_{i,CBD}$ es la distancia entre el subcentro i y el CBD.

Tabla 7.5 Separación espacial y localización de los subcentros identificados, 1991-2003:
Manufactura y subsectores

	$SE^k(t)$		$DCBD^k(t)$	
	1991	2003	1991	2003
<i>Manufactura</i>	16.94	13.97	20.74	19.46
<i>02 Alimentación</i>	23.22	21.51	24.14	22.53
<i>03 Textil</i>	19.59	19.16	25.12	25.44
<i>04 Madera</i>	14.29	15.73	22.25	20.44
<i>05 Papel</i>	14.79	13.57	18.38	17.31
<i>06 Química</i>	19.09	14.58	20.38	18.18
<i>07 Metalurgia</i>	14.97	11.27	17.84	16.55
<i>08 Maquinaria</i>	15.32	15.12	18.62	18.84
<i>09 Vehículos de Motor</i>	4.02	21.96	17.40	22.91

En la Tabla 7.5 se muestran los resultados de ambos indicadores para las diferentes desagregaciones sectoriales consideradas en los años 1991 y 2003⁸⁶. Así, en el caso de la separación espacial de los subcentros, en el conjunto de la manufactura el empleo que éstos concentran tiende a aproximarse espacialmente. Este comportamiento, además, se reproduce en la mayoría de los subsectores productivos, excepto en Madera y, sobretudo, Vehículos de Motor.

En relación a la localización de los subcentros de empleo respecto el CBD, en general, tal y como se dedujo de los mapas de localización, entre los dos años considerados hay una aproximación al centro de la metrópolis. Las únicas excepciones a este proceso son los subsectores de Maquinaria, Textil y Vehículos de Motor.

7.4 BARCELONA, 1991-2003: ¿MONOCÉNTRICA O POLICÉNTRICA?

En el Capítulo 5 de esta investigación se presentaron unas funciones de densidad de empleo que, aunque requieren de la identificación previa de los subcentros de empleo, permiten contrastar empíricamente la validez de una estructura espacial policéntrica del empleo o, en caso contrario, de una monocéntrica.

De entre estas diferentes formas funcionales consideradas, en esta investigación se hace uso de la *función de densidad exponencial multiplicativa* en su versión linealizada y en la que, en lugar de considerar todos los subcentros y sus respectivas distancias, sólo se tiene en cuenta el subcentro de empleo más próximo. Tal y como se argumentó en el Capítulo 5, esta forma de operar permite reducir los problemas de multicolinealidad asociados a la inclusión de n distancias asociadas a los n subcentros.

La ecuación a estimar para un modelo representativo de una estructura espacial policéntrica es:

$$\ln D(d_{CBD}) = B - \gamma d_{CBD} + \delta d_{SUB}^{-1} \quad (7.4)$$

⁸⁶ Los resultados obtenidos en los años intermedios se encuentran en las Tablas A7.3 a A7.4 del Anexo.

donde $B = \ln A$ es una constante, d_{CBD} es la distancia al CBD y d_{SUB}^{-1} es la inversa de la distancia al subcentro más próximo⁸⁷. γ y δ son las tasas proporcionales a las que se reduce la densidad de empleo por cada unidad de distancia que nos alejamos del CBD y del subcentro, respectivamente. Es decir, son los gradientes de densidad.

La estimación econométrica de (7.4) se realiza por Mínimos cuadrados ordinarios donde, para corregir posibles problemas de heterocedasticidad en la muestra *cross-section*, los errores estándar y la matriz de covarianzas son calculados por el método de White (1980).

Tabla 7.6 Estructura espacial del empleo en la RMB, 1991-2003:
Manufactura y subsectores

	Manufactura		02 Alimentación		03 Textil		04 Madera		05 Papel	
	1991	2003	1991	2003	1991	2003	1991	2003	1991	2003
$\ln D_0$	1.380*** (7.59)	1.334*** (8.48)	0.170*** (3.03)	0.189*** (2.94)	0.252*** (3.71)	0.162*** (3.79)	0.171*** (4.88)	0.147*** (4.66)	0.292*** (3.90)	0.290*** (3.95)
γ	-0.031*** (-6.49)	-0.029*** (-7.16)	-0.005*** (-3.26)	-0.005*** (-2.97)	-0.006*** (-3.49)	-0.004*** (-3.78)	-0.004*** (-4.62)	-0.004*** (-4.53)	-0.007*** (-3.81)	-0.007*** (-3.98)
δ	0.787*** (3.84)	0.889*** (5.94)	0.322*** (3.26)	0.229*** (3.13)	0.692*** (4.65)	0.696*** (6.17)	0.120*** (3.31)	0.165*** (3.73)	0.096* (1.30)	0.180*** (2.62)
\bar{R}^2	0.4385	0.5070	0.3573	0.3059	0.3788	0.4301	0.3417	0.4105	0.2785	0.3525
	06 Química		07 Metalurgia		08 Maquinaria		09 Vehículos M.			
	1991	2003	1991	2003	1991	2003	1991	2003		
$\ln D_0$	0.539*** (4.85)	0.462*** (4.80)	0.533*** (4.95)	0.400*** (4.97)	0.443*** (4.82)	0.397*** (4.54)	0.044 (0.57)	0.113** (1.87)		
γ	-0.014*** (-4.77)	-0.012*** (-4.81)	-0.014*** (-4.95)	-0.010*** (-4.93)	-0.011*** (-4.77)	-0.010*** (-4.48)	-0.002 (-1.06)	-0.004*** (-2.57)		
δ	0.418*** (4.26)	0.518*** (5.22)	0.434*** (4.01)	0.511*** (5.03)	0.178*** (2.26)	0.298*** (3.49)	0.722*** (2.59)	0.484*** (4.35)		
\bar{R}^2	0.4170	0.4973	0.4508	0.4883	0.3513	0.4054	0.3505	0.4281		

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Los resultados de la estimación de (7.4) para 1991 y 2003 en la manufactura y sus subsectores se presentan en la Tabla 7.6⁸⁸. La capacidad explicativa del modelo es, para este tipo de estudios, elevada, variando entre casi el 28% del Papel en 1991 y casi el 51% de la manufactura en su conjunto en 2003. Además, teniendo en cuenta su dinámica temporal, ésta

⁸⁷ Ambas son distancias en línea recta de centroide a centroide calculadas a través de una Sistema de Información Geográfica (GIS).

⁸⁸ En la Tabla A7.5 del Anexo se presentan los resultados para todos los años del periodo considerado.

aumenta en la mayoría de sectores entre 1991 y 2003, reafirmando la evidencia acerca de un mayor grado de policentrismo.

Los coeficientes estimados de los gradientes de densidad presentan los signos esperados en (7.4), esto es, un signo negativo para el del CBD y un signo positivo para el del subcentro más próximo. Esto indica que, efectivamente, la densidad de empleo se reduce al aumentar la distancia al CBD por un lado, y al subcentro más próximo por otro.

En relación a la significatividad de estos parámetros, tal y como McMillen (2001) sugiere, se establece el umbral máximo del 20%. En todos los casos la significatividad del coeficiente estimado para la inversa de la distancia al subcentro más próximo ratifica la existencia de una estructura espacial de tipo policéntrico en ambos años. Además, excepto Vehículos de Motor, el coeficiente estimado de la distancia al CBD y la densidad central teórica también son significativos.

Por otra parte, para cada tipo de gradiente estimado, la comparación entre los valores obtenidos en los diferentes sectores considerados permite catalogar a estos sectores en función del impacto que cada una de las principales concentraciones de empleo, CBD y subcentros, ejerce sobre la distribución espacial del empleo. Para el caso del efecto que ejerce el CBD, cuanto mayor (menor) sea el valor absoluto de su gradiente, mayor (menor) será su influencia sobre la localización del empleo. Respecto al subcentro más próximo, puesto que se utiliza la inversa de la distancia, a mayor (menor) gradiente, mayor impacto.

Tabla 7.7 Desagregaciones sectoriales de mayor a menor efecto del CBD y subcentros

<i>Gradiente de densidad del CBD, γ</i>		<i>Gradiente de densidad del subcentro, δ</i>	
<i>1991</i>	<i>2003</i>	<i>1991</i>	<i>2003</i>
Manufactura	Manufactura	Manufactura	Manufactura
06 Química	06 Química	09 Vehículos Motor	03 Textil
07 Metalurgia	07 Metalurgia	03 Textil	06 Química
08 Maquinaria	08 Maquinaria	07 Metalurgia	07 Metalurgia
05 Papel	05 Papel	06 Química	09 Vehículos Motor
03 Textil	02 Alimentación	02 Alimentación	08 Maquinaria
02 Alimentación	03 Textil	08 Maquinaria	02 Alimentación
09 Vehículos Motor	04 Madera	04 Madera	05 Papel
04 Madera	09 Vehículos Motor	05 Papel	04 Madera

El empleo en el conjunto de la manufactura es la agregación donde se detecta una mayor influencia del CBD y del subcentro más próximo, tanto en 1991 como en 2003 (Tabla 7.7). Respecto a sus subsectores, Química en 1991 y 2003 es el que en mayor medida viene condicionado por la distancia al CBD, mientras que Madera y Vehículos de Motor son los menos influenciados por el centro en 1991 y 2003, respectivamente. En cuanto al efecto de los subcentros, éste es mayor en Vehículos de Motor en 1991 y en Textil en 2003, mientras que Papel en 1991 y Madera en 2003 son las menos influenciadas.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la dinámica temporal que presenta cada uno de estos sectores por separado con respecto a la influencia que ejercen CBD y subcentros sobre la distribución espacial de su empleo. En este sentido, la comparación entre los valores que, en los dos años, presentan los gradientes de densidad, Tabla 7.6, permite catalogar los sectores en aquellos que experimentan una reducción de la influencia del CBD y/o del subcentro más próximo y aquellos en que el efecto de estas concentraciones de empleo aumenta.

En este sentido, considerando que la influencia del CBD aumenta (disminuye) cuando, entre los dos años considerados, aumenta (disminuye) el valor absoluto de su gradiente de densidad, el conjunto de la manufactura, así como la mayoría de los subsectores presentan una reducción del efecto que el CBD ejerce sobre la pauta espacial de localización de su empleo. Sólo en Alimentación, Papel y Vehículos de Motor aumenta la influencia del CBD (Tabla 7.8).

Tabla 7.8 Mayor y menor influencia del CBD y de los subcentros, 1991-2003

CBD		Subcentro más próximo	
$ \gamma_{1991} < \gamma_{2003} $	$ \gamma_{1991} > \gamma_{2003} $	$\delta_{1991} < \delta_{2003}$	$\delta_{1991} > \delta_{2003}$
02 Alimentación 05 Papel 09 Vehículos de Motor	Manufactura 03 Textil 04 Madera 06 Química 07 Metalurgia 08 Maquinaria	Manufactura 03 Textil 04 Madera 05 Papel 06 Química 07 Metalurgia 08 Maquinaria	02 Alimentación 09 Vehículos de Motor

Respecto al subcentro más próximo se produce la situación opuesta. Esto es, la tendencia hacia una mayor influencia es el proceso más común entre los diferentes sectores.

En este caso, mientras que la distribución espacial del empleo tiende a estar más influenciada en el conjunto de la manufactura y seis de sus subsectores, el efecto del subcentro más próximo disminuye sólo en Alimentación y Vehículos de Motor.

Ambos resultados conjuntamente -el efecto cada vez menor del CBD y la mayor influencia de los subcentros- corroboran que el proceso de descentralización está reforzando el policentrismo de la RMB.

7.5 CONCLUSIONES

Un primer paso necesario, aunque no suficiente, para evaluar la estructura espacial del empleo vigente en una ciudad es la identificación de sus subcentros de empleo. Tras la aplicación de una metodología específica, se identifican los subcentros de empleo de la Región Metropolitana de Barcelona. Durante el periodo considerado, se detecta un aumento en el número de subcentros y en la proporción del empleo total que concentran, lo cual parece indicar una tendencia hacia un mayor policentrismo en la región.

Este policentrismo, además, presenta una estructura en la que los subcentros de empleo tienden a localizarse relativamente cerca del centro de la región, especialmente en el cuadrante formado por la B30, la A2, la C58 y el límite de la conurbación central. Por otro lado, se observa una tendencia a que se reduzca la distancia ponderada entre los subcentros y las distancias de los subcentros respecto al CBD.

Cuando este policentrismo es puesto a prueba mediante la estimación de una función de densidad representativa, se confirma el policentrismo de la Región Metropolitana de Barcelona en la totalidad de sectores considerados. Un policentrismo que se acentúa tanto con respecto a la influencia de los subcentros identificados, como en relación a su incidencia sobre la distribución espacial del resto del empleo en el territorio metropolitano.

PARTE III

ANÁLISIS

CAPÍTULO 8

**ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN
Y ESTRUCTURA ESPACIAL DEL EMPLEO:
EL CASO DE LA INDUSTRIA
EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE BARCELONA, 1991-2003**

8.0 INTRODUCCIÓN

A lo largo de este trabajo de investigación se ha hecho hincapié en la relación entre economías de aglomeración y estructura espacial del empleo. Las economías de aglomeración estimulan la concentración del empleo industrial, manteniendo un elevado porcentaje de empleo en el centro y subcentros periféricos de empleo. Estas concentraciones de empleo afectan a su vez la distribución espacial del resto de empleo de la región.

En los capítulos iniciales de esta tesis doctoral se ha presentado una primera evidencia empírica acerca de los cambios en la estructura espacial que se están produciendo en la Región Metropolitana de Barcelona. Unos cambios que se asocian a procesos de descentralización del empleo bajo un modelo a medio camino entre el policentrismo y la dispersión. Por otra parte, el uso de una batería de indicadores ha permitido comprobar que estos cambios en la estructura espacial se están produciendo simultáneamente junto con alteraciones en la estructura sectorial y en la dimensión media de las empresas de los municipios que componen la RMB.

El objetivo que se persigue en este capítulo es corroborar empíricamente la existencia de economías de aglomeración, atendiendo a su ámbito sectorial, espacial y temporal, y analizar su papel en el cambio en la estructura espacial del empleo acaecido a nivel municipal entre 1991 y 2003. Para alcanzar este objetivo el capítulo se estructura en tres grandes secciones. En la primera, se presenta el modelo empírico que se deriva del modelo teórico desarrollado en el capítulo cuarto. En la segunda sección se presentan los resultados para un modelo empírico que, con variables independientes puramente municipales, pretende explicar el crecimiento en la concentración municipal del empleo. En la sección tercera, además de incluir las variables explicativas municipales utilizadas en la sección anterior, se consideran diferentes ámbitos supramunicipales. En estas dos secciones el análisis se realiza para el largo y el corto plazo. Por último, se presentan las principales conclusiones del capítulo.

8.1 MODELO TEÓRICO, VARIABLES Y MODELO EMPÍRICO

8.1.1 Del modelo teórico al modelo empírico

En el Capítulo 4 se desarrolló un modelo donde se derivaba una relación entre economías de aglomeración y estructura espacial del empleo, representada ésta mediante las condiciones intrametropolitanas de densidad.

Antes de tratar las variables utilizadas en la estimación del modelo, cabe recordar que, cuando se trabaja con densidades brutas⁸⁹, si las unidades espaciales no cambian y, por tanto, su superficie se mantiene inalterada, los cambios en la estructura espacial del empleo se producirán como consecuencia de cambios en los niveles de empleo. Tal y como Boarnet (1994a, 1994b) señala, los determinantes de la estructura espacial en términos de densidades netas de empleo son los mismos que para el caso del empleo, por lo que el análisis no cambia cuando se utiliza como variable dependiente la densidad o el nivel de empleo.

$$Emp_i = A_i (A_{LOC_i}, A_{METRO_i}) \quad (7.5)$$

8.1.2 Variables

Tal y como se expuso en el Capítulo 6 de esta investigación, los datos utilizados proceden de los registros sobre *Afiliados a la Seguridad Social* entre 1991 y 2003, ambos años inclusive, y con una desagregación sectorial de 8 subsectores industriales más el conjunto de la manufactura (Tabla 6.1). Estos datos se utilizan para el cálculo de las variables que a continuación se detallan y sobre las que no se aplican logaritmos neperianos. Esto se debe a que algunas de ellas contienen datos con valores próximos a cero o ceros (no todos los municipios tiene empleo en todos los sectores, durante todos los años).

⁸⁹ La obtención de las densidades netas requiere del uso de la superficie ocupada por las actividades económicas para su cálculo. Tal y como se ha visto en el análisis descriptivo de la estructura espacial en la Barcelona metropolitana, la imposibilidad de obtener unos datos adecuados sobre este tipo de superficies ha llevado a trabajar con densidades brutas de empleo, en las que se considera la superficie total de la unidad espacial de referencia, el municipio.

a) *Variable dependiente*

La variable dependiente de esta investigación es la variación en la concentración municipal de empleo sectorial y se calcula como la variación entre dos años del peso que a nivel municipal tiene el empleo en un determinado sector con respecto al volumen total de empleo de ese sector en la Región Metropolitana de Barcelona⁹⁰. Esto es,

$$Pes_{-m_{i,s,t_1}} - Pes_{-m_{i,s,t_0}} = \frac{Emp_{i,s,t_1}}{\sum_i Emp_{i,s,t_1}} - \frac{Emp_{i,s,t_0}}{\sum_i Emp_{i,s,t_0}}$$

donde i hace referencia a la unidad espacial de referencia, el municipio; s al subsector analizado; y t al año considerado.

b) *Variables explicativas*

Las variables explicativas utilizadas son consideradas en el momento t_0 , es decir, en el momento inicial, que varía según se busquen efectos a largo plazo o a corto plazo. “(...) Esto es consistente con el retardo observado entre la emergencia de las fuerzas de aglomeración y su impacto real en la relocalización de las empresas y en el crecimiento regional (...)” (Combes, p. 336, 2000).

Estas variables pueden agruparse en dos grandes categorías. En primer lugar, las que pretenden captar economías de aglomeración con una incidencia espacial metropolitana y que, por lo tanto, benefician con mayor o menor intensidad a cualquier municipio de la región. En segundo lugar, las variables representativas de economías de aglomeración cuyos efectos se reducen a ámbitos espaciales puramente locales y, por lo tanto, no tienen ninguna incidencia sobre el resto de la región. En ambos casos, además, se pueden establecer otras tipologías atendiendo al origen sectorial de las economías de aglomeración, al grado de competencia del mercado, etc.

⁹⁰ Nótese que, al igual que en Combes (2000), la variable dependiente ya está recogiendo la dinámica del sector en el conjunto de la región, motivo por el que no se incluye como variable explicativa. Además, la mayoría de variables explicativas también incorporan esta normalización.

b.1) Acceso a las economías de aglomeración de ámbito metropolitano

El primer tipo de variables pretende capturar el acceso a las *economías de aglomeración* que operan en el *ámbito metropolitano* y que emergen de la proximidad al empleo total de la región, pero también respecto al empleo estrictamente del sector objeto de análisis, o, simplemente, a las ventajas locacionales de la región asociadas a su accesibilidad viaria.

b.1.1) Acceso a las economías de urbanización de ámbito metropolitano

Distancia al CBD

Puesto que un porcentaje importante del empleo total se concentra en el municipio de Barcelona, el CBD, y puesto que éste, además, exhibe una estructura sectorial marcadamente diversificada y con una presencia masiva de servicios especializados, se supone que de este centro emergen *economías de urbanización* que, en mayor o menor medida, benefician a cada una de las localizaciones de la RMB. De esta manera, por lo tanto, una primera variable para captar la influencia de estas economías de aglomeración es la distancia física que separa cada municipio del centro de la región⁹¹:

$$d_{CBD_i}$$

Trabajar con una distancia directa para el caso del CBD implica suponer un efecto lineal de las *economías de urbanización*. La interpretación del coeficiente estimado de la distancia al CBD se puede realizar directamente, es decir, un coeficiente negativo indica que el crecimiento de la concentración municipal de empleo es menor a medida que nos alejamos del CBD y, por tanto, menor la influencia de las *economías de urbanización* subyacentes. Por último, al tratarse de una distancia física referente a un municipio que siempre es catalogado como CBD, los datos asociados a esta variable evidentemente no cambian con el tiempo.

⁹¹ Para su uso se ha hecho uso de un programa GIS con el que se han calculado las distancias “a vuelo de pájaro” desde el centroide de cada municipio al centroide del municipio de Barcelona.

Distancia promedio al empleo total de la región

Por otra parte, siguiendo los trabajos de Lucas (2001) y Lucas y Rossi-Hansberg (2002), es posible intentar captar también el efecto de estas *economías de urbanización metropolitanas* utilizando como variable a la *distancia promedio al empleo total de la región*, con la que se capta el grado de accesibilidad, no respecto al centro (centralidad), sino respecto el total de empleo de la región (proximidad). De forma análoga a otras distancias promedios calculadas en este estudio, ésta se construye mediante el sumatorio entre las diferentes distancias que separan el municipio de referencia respecto al resto de municipios ponderadas por su porcentaje de empleo⁹² respecto el total:

$$SE_{total,i,t_0} = \sum_{j \neq i} \left(d_{i,j} \frac{Emp_{j,t_0}}{\sum_j Emp_{j,t_0}} \right)$$

donde $d_{i,j}$ es la distancia que separa el municipio i del j .

b.1.2) Acceso a las economías de localización de ámbito metropolitano

Inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo

Además del CBD, a lo largo del Capítulo 7 también se han identificado una serie de municipios que, bajo la etiqueta de *subcentros especializados de empleo*, concentran una proporción relevante del empleo industrial de la RMB. Una primera variable que pretende capturar la presencia de las *economías de localización* que emergen desde estos subcentros especializados hacia el resto de la ciudad es, análogamente al caso del CBD, la distancia física que separa estos municipios de los del resto de la región. No obstante, a diferencia del caso anterior, ahora existe más de un municipio-subcentro de referencia, por lo que es posible que aparezcan problemas, sobretodo de tipo econométrico. En este sentido, siguiendo los trabajos de McMillen y McDonald (1998), McDonald y McMillen (2000), McMillen y Lester (2003) y McMillen (2004), entre otros, se utiliza una única variable que recoge la *inversa de la*

⁹² Precisamente, el uso de estas ponderaciones basadas en el empleo hace que esta variable, a diferencia de la distancia al CBD, sí que puede variar en el tiempo.

*distancia de cada municipio respecto al subcentro especializado más próximo*⁹³. Con el uso de esta variable de síntesis se consiguen reducir algunos problemas de multicolinealidad entre esta variable y otras variables explicativas como, por ejemplo, la distancia al CBD.

$$d_{SUB_{i,s,t0}}^{-1}$$

Hay que señalar que, a diferencia de la distancia al CBD, trabajar con una distancia invertida para el caso de los subcentros implica reconocer un efecto no lineal de ésta y, además, que la influencia espacial del CBD es mayor que la de los subcentros. Por otro lado, la lectura del coeficiente estimado para la inversa de la distancia al subcentro más próximo es la contraria a la que expresa el signo estimado, es decir, un coeficiente positivo indica que el crecimiento de la concentración de empleo es menor a medida que nos alejamos del subcentro de empleo considerado y, por tanto, menor la influencia de las *economías de localización* subyacentes.

Por último, nótese que, puesto que sólo se considera al subcentro especializado más próximo, el uso de esta variable implica asumir que los subcentros especializados son sustitutivos entre sí y, por lo tanto, que las empresas obtienen el mismo beneficio de cualquiera de ellos. Estos subcentros especializados, tal y como se ha visto en el Capítulo 7, no siempre son los mismos, sino que su número y composición pueden cambiar cada año y, por lo tanto, esta distancia, a diferencia de la distancia a Barcelona, también puede variar en el tiempo.

Inversa de la distancia promedio al empleo sectorial de los subcentros especializados

Alternativamente, es posible construir otra variable que, en lugar de implicar la sustituibilidad entre subcentros especializados, los considere como complementarios, con lo que las empresas de un determinado sector en un determinado municipio pueden acceder al conjunto de economías de localización que emergen simultáneamente de la totalidad de subcentros especializados en ese sector de la RMB. La variable que permite capturar tal comportamiento es la *inversa de la distancia promedio al empleo sectorial de los subcentros especializados*,

⁹³ Al igual que en el caso de la distancia al CBD, esta distancia al subcentro más próximo se calcula también con un GIS y hace referencia a la distancia de centroide a centroide.

que se calcula de forma similar a la propuesta para el total de empleo, aunque sólo teniendo en cuenta las concentraciones de empleo sectorial en los subcentros especializados y las distancias que separan éstas del municipio de referencia. Es decir,

$$SE_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} = \sum_{j \neq i} \left(d_{i,j} \frac{Emp_{j,s,t_0}}{\sum_{j \in SUB} Emp_{j,s,t_0}} \right)$$

Al igual que con la inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo, la obtención de un coeficiente positivo indicaría la existencia de efectos positivos procedentes de las *economías de localización* que emergen de estos subcentros.

Inversa de la distancia promedio al empleo sectorial de la región

Por último, podría ser que, como se propone en Lucas (2001) y Lucas y Rossi-Hansberg (2002), lo relevante no sea el empleo sectorial de los subcentros especializados, sino el de toda la región. Como en caso del empleo total, esto será así cuando el empleo sectorial presente una baja concentración espacial en el CBD y los subcentros.

Para tener en cuenta esta posibilidad se utiliza la *inversa de la distancia promedio al empleo sectorial de la región*, que se calcula como en el caso de la distancia promedio al empleo total, aunque considerando sólo aspectos sectoriales:

$$SE_{i,s,t_0}^{-1} = \sum_{j \neq i} \left(d_{i,j} \frac{Emp_{j,s,t_0}}{\sum_j Emp_{j,s,t_0}} \right)$$

b.1.3) Acceso a las ventajas de localización de ámbito metropolitano

Otro determinante metropolitano de la localización es la accesibilidad a las infraestructuras de transporte, especialmente a la red viaria. En Sullivan (1986) se justifica la emergencia del subcentro-anillo por la presencia de una autopista con forma de circunferencia situada alrededor del CBD. De esta manera, por lo tanto, una mayor

proximidad a la red viaria de la ciudad puede proporcionar *ventajas de localización* (McMillen y McDonald, 1998) como, por ejemplo, un buen acceso del producto a los mercados, tanto intrametropolitanos como internacionales, dando lugar a ventajas derivadas de la accesibilidad respecto a la demanda. Sin embargo, la localización próxima a estas infraestructuras también captura el acceso a las economías de aglomeración que no dependen de un municipio determinado, sino del conjunto de la región, conocidas como *economías de red* y que, a diferencia de las anteriores, se basan en la accesibilidad respecto a la oferta (Trullén et al., 2002; Boix, 2004).

Siguiendo a McMillen y McDonald (1998) para captar este tipo de ventajas, en el modelo empírico se incluye una variable que recoge el *tiempo (minutos) de acceso a la vía preferente más próxima*.

$$t_{INFR_0}$$

De manera análoga a la distancia al CBD, un coeficiente negativo (positivo) indica que el aumento en la concentración municipal del empleo es menor (mayor) a medida que aumenta la distancia temporal a la vía preferente.

b.2) Acceso a las economías de aglomeración de ámbito local

Un segundo grupo de variables pretende capturar los efectos de las *economías de aglomeración de ámbito local* (municipal o supramunicipal) que dependen de su *composición sectorial*, del grado de *competencia empresarial* local, así como de los problemas de *congestión*.

b.2.1) Acceso a las economías de especialización de ámbito local

La presencia de economías de aglomeración asociadas a una *estructura productiva especializada* se controla utilizando el ratio entre la cuota de empleo del sector s en el municipio i dividido por la cuota del sector a nivel metropolitano. Cuanto mayor sea el valor del ratio, mayor es el grado de especialización relativa presente en el municipio considerado.

$$Spe_{-m_{i,s,t_0}} = \frac{Emp_{i,s,t_0} / Emp_{i,t_0}}{\sum_i Emp_{i,s,t_0} / \sum_i Emp_{i,t_0}}$$

En este caso, la obtención de un coeficiente estimado positivo señala la presencia en este ámbito local de *economías de especialización*.

b.2.2) Acceso a las economías de diversidad de ámbito local

Respecto las economías de aglomeración relacionadas con una *estructura productiva diversificada* utilizamos el índice de diversidad que, siguiendo el procedimiento de cálculo propuesto por Combes (2000), capta directamente el grado de diversificación del municipio. Este índice se calcula para cada municipio-sector mediante el cociente entre la inversa de las cuotas al cuadrado del empleo que representan el resto de sectores en el municipio respecto la inversa de estas proporciones calculadas a escala metropolitana. Cuanto mayor sea el valor del ratio, mayor será la diversidad productiva relativa.

$$Div_{-m_{i,s,t_0}} = \frac{1 / \sum_{\substack{s'=1 \\ s' \neq s}}^S \left(\frac{Emp_{i,s',t_0}}{Emp_{i,t_0} - Emp_{i,s,t_0}} \right)^2}{1 / \sum_{\substack{s'=1 \\ s' \neq s}}^S \left(\frac{\sum_i Emp_{i,s',t_0}}{\sum_i Emp_{i,t_0} - \sum_i Emp_{i,s,t_0}} \right)^2}$$

donde S es el número total de sectores; s es el sector sobre el que se calcula el indicador y s' el resto de sectores.

La presencia de *economías de diversidad de ámbito local* vendrá reflejada por la obtención de un signo estimado positivo para esta variable.

b.2.3) Acceso a las economías de competencia de ámbito local

En tercer lugar, relacionado con las economías de aglomeración locales, se introduce una variable que mide la *dimensión relativa de las empresas* en el municipio en términos del número de trabajadores por empresa.

$$Dim_{-m_{i,s,t_0}} = \frac{\frac{Emp_{i,s,t_0}}{Empr_{i,s,t_0}}}{\sum_i \frac{Emp_{i,s,t_0}}{Empr_{i,s,t_0}}}$$

donde $Empr_{i,s,t_0}$ es el número de empresas del sector s localizada en el municipio i en el momento inicial t_0 .

La literatura empírica presenta dos interpretaciones para este indicador. Mientras que Combes (2000) y O'hUallacháin y Satterthwaite (1992) utilizan esta variable para contrastar la existencia de *economías internas a escala*, Glaeser et al. (1992) utilizan la inversa de este indicador para medir el *grado de competencia en el municipio*. Adoptando esta última interpretación por ser la más habitual, la obtención de un signo negativo señalará la existencia de *economías de competencia* que, en un contexto dinámico y junto con una evidencia empírica favorable a la existencia de *economías de especialización* o a la de *economías de diversidad*, se asocian a las comentadas *externalidades dinámicas tipo Porter* y a las *externalidades dinámicas tipo Jacobs*, respectivamente. Por el contrario, la obtención de un coeficiente estimado positivo en esta variable señalará la existencia de *deseconomías de competencia* que, en un contexto dinámico y junto con la presencia de *economías de especialización*, se asocian a *externalidades dinámicas tipo MAR*.

b.2.4) Acceso a las economías de urbanización de ámbito local y efectos de congestión

La última variable considerada, la densidad total de empleo presente en cada municipio en el inicio del periodo, pretende capturar los *efectos de la congestión*.

$$D - m_{i,t_0} = \frac{Emp_{i,t_0}}{Sup_i}$$

La obtención de un coeficiente negativo y significativo mostraría la existencia de *deseconomías de aglomeración asociadas a la congestión* (Combes, 2000). Por el contrario, un signo positivo y significativo del coeficiente indicaría la presencia de *economías de urbanización* a escala municipal (Combes, 2000).

Tabla 8.1 Tipo y ámbito espacial de las economías de aglomeración

<i>Variables</i>	<i>Economías de aglomeración</i>	<i>Ámbito espacial</i>
Distancia a Barcelona Distancia promedio empleo total región	Economías de urbanización	Metropolitano
Distancia subcentro más próximo Distancia promedio subcentros Distancia promedio empleo sectorial región	Economías de localización	Metropolitano
Tiempo de acceso infraestructuras	Ventajas de localización (economías de red + acceso demanda)	Metropolitano
Estructura productiva especializada	Economías de especialización	Local (municipal o supramunicipal)
Estructura productiva diversificada	Economías de diversidad	Local (municipal o supramunicipal)
Dimensión media empresas	Economías de competencia	Local (municipal o supramunicipal)
Densidad total de empleos	Economías de urbanización o congestión	Local (municipal o supramunicipal)

8.1.3 Modelo empírico y estrategia de estimación

Teniendo en cuenta las variables⁹⁴ definidas anteriormente (Tabla 8.1), el análisis de los determinantes de los cambios en la estructura espacial del empleo en términos de economías de aglomeración se lleva a cabo a partir de un modelo empírico con seis especificaciones alternativas contenidas en la siguiente ecuación a estimar y en la que la

⁹⁴ Hay que señalar que estas variables no difieren mucho de las utilizadas en otros trabajos de temática similar. Concretamente, los trabajos de Arauzo (2002, 2005) i Matas y Roig (2004) se centran en un contexto territorial superior, Catalunya, y analizan los determinantes de la localización del empleo industrial haciendo uso de la distancia a determinados municipios, la distancia a las infraestructuras viarias y ferroviarias, indicadores de especialización y diversidad productiva e, incluso, densidades de empleo y población. No obstante, la metodología utilizada por estos autores difiere substancialmente de la nuestra. Mientras que en el caso de Arauzo (2002) se parte de un Modelo de Ajuste Parcial con el que se estima un sistema de ecuaciones simultáneas con las que se relaciona la localización del empleo con la de la población, en Matas y Roig (2002) y Arauzo (2005) se hace uso de un modelo de eventos discretos (Modelo de Poisson) con el que se examina la probabilidad de localización del empleo industrial a nivel de municipio.

diferencia entre ellas se encuentra en las variables utilizadas para captar las *economías de urbanización y de localización de ámbito metropolitano*:

$$\begin{aligned}
 Pes_{-m_{i,s,t_1}} - Pes_{-m_{i,s,t_0}} = & \theta_0 + \theta_1 \left\{ \begin{array}{c} d_{CBD_i} \\ SE_{total,i,t_0} \end{array} \right\} + \theta_2 \left\{ \begin{array}{c} d_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} \\ SE_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} \\ SE_{i,s,t_0}^{-1} \end{array} \right\} \\
 & + \theta_3 t_{INFR_{i,t_0}} + \theta_4 Spe_{-m_{i,s,t_0}} + \theta_5 Div_{-m_{i,s,t_0}} + \theta_6 Dim_{-m_{i,s,t_0}} + \theta_7 D_{-m_{i,t_0}}
 \end{aligned} \tag{7.6}$$

donde los subíndices i y s hacen referencia al municipio y al subsector, respectivamente.

La estrategia para estimar las diferentes especificaciones de esta ecuación es similar a la propuesta por Combes (2000). En este sentido, este autor distingue entre *efectos a largo plazo* y *efectos a corto plazo*. La estimación de los primeros se realiza utilizando los datos de los dos años extremos, esto es, construyendo la variable dependiente con el año inicial, 1991, y el final de la muestra, 2003, y las variables explicativas con el inicial. En este caso, si se dispone de una muestra de años suficientemente grande, los resultados pueden interpretarse en clave de *externalidades dinámicas*, tal y como proponen Glaeser et al. (1992) y Henderson et al. (1995), a partir de los modelos de crecimiento endógeno de Romer (1986) y Lucas (1988). La captación empírica de los *efectos a corto plazo* se realiza calculando la variable dependiente entre los pares de años consecutivos, t y $t-1$, empezando con el par 1992 y 1991 y finalizando con 2003 y 2002. Las variables explicativas se calculan para el inicio de cada par, el $t-1$. En este caso se realiza una regresión conjunta, un *pool*, para todos los años de la muestra (Combes, 2000).

En ambos casos, se realiza una estimación global en forma de *pool* para el conjunto de la manufactura, así como para cada uno de los subsectores industriales considerados. Cada estimación se realiza 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 (1980).

A parte de estos casos, las siguientes correlaciones en importancia, aunque de magnitud muy inferior, se dan entre la distancia al CBD y el tiempo de acceso a la vía preferente, la diversidad productiva y la densidad de empleo total, así como entre estas tres

últimas. Estas correlaciones son consecuencia del propio sistema radial de comunicaciones viarias y ferroviarias de la RMB cuyo centro es el municipio de Barcelona.

Tabla 8.2 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo: Manufactura

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.274	-0.304	1.000							
SE_s^{-1}	-0.832	-0.816	0.245	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.230	-0.253	0.155	0.282	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.171	-0.385	-0.099	1.000				
Spe_m_s	-0.014	-0.017	0.215	0.010	-0.029	-0.028	1.000			
Div_m_s	-0.467	-0.450	0.227	0.454	0.121	-0.388	0.025	1.000		
Dim_m_s	-0.208	-0.212	0.315	0.179	-0.068	-0.192	0.525	0.178	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.125	0.610	0.080	-0.226	-0.027	0.444	0.105	1.000

Tabla 8.3 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo: Manufactura

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.282	-0.281	1.000							
SE_s^{-1}	-0.667	-0.667	0.062	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.356	-0.336	0.262	0.070	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.156	-0.247	-0.074	1.000				
Spe_m_s	0.008	0.005	0.196	-0.016	-0.007	-0.028	1.000			
Div_m_s	-0.428	-0.435	0.242	0.363	0.130	-0.347	0.009	1.000		
Dim_m_s	-0.110	-0.112	0.183	0.104	0.030	-0.112	0.431	0.081	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.144	0.827	0.119	-0.210	-0.039	0.387	0.068	1.000

Por otra parte, no se observan problemas de correlación importantes, sobretodo en la estimación global, tanto entre las variables explicativas de largo como de corto plazo. Así, por

ejemplo, para el caso del total de la manufactura⁹⁵ a largo plazo, Tabla 8.2, y a corto plazo, Tabla 8.3, las correlaciones más importantes se dan entre las diferentes especificaciones de accesibilidad al empleo, centro y subcentros.

8.2 RESULTADOS I: EFECTOS MUNICIPALES

8.2.1 Efectos a largo plazo

Recordando que estos efectos se obtienen al estimar la variación del peso relativo del empleo municipal entre 1991 y 2003 respecto las variables explicativas en sus valores de 1991, la Tabla 8.4 muestra los resultados para el total de la industria en cada una de las seis especificaciones alternativas de la ecuación (7.6).

a) Manufactura

Si bien cada una de estas especificaciones presenta una bondad de ajuste similar que se sitúa entorno al 48-52% de capacidad explicativa y sus resultados para el resto de variables son prácticamente idénticos, llegados a este punto es necesario escoger aquella que sea más adecuada. La elección se realiza teniendo en cuenta, en primer lugar, el *criterio de información de Akaike*, escogiendo aquella especificación que minimiza el valor de este estadístico. En segundo lugar, sobre la especificación escogida provisionalmente se comprueba que no existan problemas de correlación entre sus variables explicativas y, además, que sus coeficientes estimados presenten los signos esperados con una elevada significatividad. En el caso de que se detecten tales problemas, se escoge provisionalmente la siguiente especificación que, por orden, minimiza el criterio de información y se inicia nuevamente el proceso de verificación.

Para el caso del conjunto de la manufactura, la especificación que a priori sería escogida sería la (3), en la que se utilizan como medidas de accesibilidad a las economías de aglomeración de ámbito metropolitano la *distancia a Barcelona* y la *distancia promedio al empleo*

⁹⁵ El resto de correlaciones globales y sectoriales se encuentran en el Anexo, Tablas A8.1 a A8.8 para las variables a largo plazo, y Tablas A8.9 a A8.16 para el corto plazo.

sectorial de la región. No obstante, la no significatividad de esta segunda variable y la elevada correlación que existe entre ambas llevaría a desechar tal opción.

La siguiente especificación, según el criterio de Akaike, sería la (6), en la que se utilizan las *distancias promedio al empleo total y sectorial de la región*. Nuevamente, no obstante, esta especificación es rechazada por los problemas anteriores de elevada correlación y la no significatividad de la segunda variable.

Tabla 8.4 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales a largo plazo – Manufactura

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Constante</i>	0.009*** (5.69)	0.010*** (4.94)	0.029* (1.52)	0.010*** (5.83)	0.011*** (5.10)	0.029* (1.50)
d_{CBD}	-0.0002*** (-5.56)	-0.0002*** (-4.99)	-0.001** (-1.73)			
$SE_{total,1991}$				-0.0002*** (-5.76)	-0.0003*** (-5.08)	-0.001** (-1.70)
$d_{SUB_s,1991}^{-1}$	0.005*** (3.25)			0.005*** (3.05)		
$SE_{SUB_s,1991}^{-1}$		0.0003 (0.39)			0.0002 (0.21)	
$SE_{s,1991}^{-1}$			-0.276 (-1.03)			-0.265 (-1.00)
$t_{INFR,1991}$	-5E-05*** (-2.33)	-5E-05*** (-2.27)	-2E-05 (-0.56)	-7E-05*** (-2.99)	-7E-05*** (-2.89)	-5E-05*** (-2.09)
$Spe - m_{s,1991}$	-6E-05 (-1.17)	-1E-05 (-0.27)	-2E-06 (-0.04)	-5E-05 (-1.10)	-1E-05 (-0.21)	2E-06 (0.03)
$Div - m_{s,1991}$	0.005*** (3.22)	0.006*** (3.35)	0.006*** (3.48)	0.005*** (3.26)	0.006*** (3.36)	0.006*** (3.44)
$Dim - m_{s,1991}$	-0.001*** (-2.67)	-0.001** (-1.94)	-0.001*** (-2.33)	-0.001*** (-2.69)	-0.001*** (-2.02)	-0.001*** (-2.43)
$D - m_{1991}$	-0.001*** (-5.32)	-0.001*** (-5.25)	-0.001*** (-6.12)	-0.001*** (-5.29)	-0.001*** (-5.23)	-0.001*** (-5.74)
\bar{R}^2	0.4926	0.4871	0.5251	0.4912	0.4865	0.5224
<i>Akaike</i>	-6.3976	-6.3869	-6.4639	-6.3950	-6.3858	-6.4582
<i>F - stat</i>	180.58***	176.66***	205.57***	179.63***	176.30***	203.36***
<i>Observaciones</i>	1296	1296	1296	1296	1296	1296

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

La especificación (1), que incluye la *distancia a Barcelona* y la *distancia al subcentro sectorial más próximo*, es la finalmente escogida al ser la tercera en idoneidad según el criterio de Akaike, al no presentar problemas de correlación entre ambas variables ni con ninguna otra variable y al ser significativo el coeficiente estimado para la segunda distancia. Bajo esta especificación se reconoce, por tanto, la sustituibilidad entre subcentros especializados que se suponía en el Capítulo 7 al realizar las estimaciones de la estructura espacial del empleo en la RMB.

Los resultados que ofrece la especificación (1) parecen confirmar la presencia de economías y deseconomías de aglomeración actuando a escala metropolitana. En este sentido, en el *ámbito metropolitano*, la obtención de un coeficiente estimado negativo y significativo para la distancia al CBD, y de uno positivo y significativo para la inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo, confirman la presencia de *economías de urbanización* y de *localización* que emergen desde estos municipios y que benefician, con mayor o menor intensidad según su proximidad, al resto de municipios de la región. En este mismo ámbito, el signo negativo y significativo del acceso a la infraestructura viaria principal confirma la presencia de *ventajas de localización* basadas en el acceso de la oferta y/o de la demanda de la región.

En el *ámbito local (municipal)*, la combinación de un efecto significativo y positivo en la variable de *diversidad productiva*, junto con un efecto significativo y negativo en la variable de *tamaño empresarial*, indica la existencia de *externalidades dinámicas tipo Jacobs*. A pesar de esto, el efecto positivo de estas externalidades se ve frenado por el efecto en sentido opuesto que generan las *deseconomías de aglomeración* asociadas a la *congestión*, captadas a través del coeficiente estimado negativo y significativo de la variable *densidad de empleo total*.

En general, por tanto, la mayoría de las variables utilizadas presentan una elevada significatividad. La excepción es la variable de *especialización productiva*.

b) Subsectores de manufactura

Para el caso de los subsectores industriales, también es la especificación (1) la finalmente escogida (Tabla 8.5), en la que la bondad de ajuste oscila entre casi el 48% de capacidad explicativa en Alimentación y el 67% de Vehículos de Motor.

Respecto a los resultados obtenidos asociados al *ámbito metropolitano*, y comparando con lo sucedido a nivel del conjunto de manufactura, los beneficios procedentes de *economías de localización* que emergen de los subcentros sólo se detectan en seis subsectores. Además, las *ventajas de localización* con respecto a la infraestructura viaria sólo se detecta en un subsector, la Alimentación.

Tabla 8.5 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales a largo plazo – Subsectores de manufactura

	02	03	04	05	06	07	08	09
	<i>Alimentación</i>	<i>Textil</i>	<i>Madera</i>	<i>Papel</i>	<i>Química</i>	<i>Metalurgia</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>Vehículos</i>
<i>Constante</i>	0.013*** (3.28)	0.005** (1.73)	0.006*** (2.51)	0.005*** (2.72)	0.009*** (2.73)	0.007*** (2.35)	0.008*** (2.51)	0.004 (0.84)
d_{CBD}	-0.0002*** (-2.85)	-0.0002*** (-2.17)	-0.0002*** (-2.86)	-0.0001*** (-3.03)	-0.0002*** (-2.67)	-0.0002*** (-2.38)	-0.0002*** (-2.41)	-0.0003*** (-2.27)
$d_{SUB,1991}^{-1}$	0.003 (0.98)	0.007** (1.75)	0.007*** (2.17)	0.003* (1.54)	0.006* (1.60)	0.003 (0.70)	0.005* (1.46)	0.049*** (2.24)
$t_{INFR,1991}$	-0.0001*** (-2.25)	-1E-06 (-0.02)	4E-05 (0.82)	-1E-05 (-0.27)	-5E-05 (-0.76)	-4E-05 (-0.62)	-0.0001 (-1.27)	-0.0001 (-0.63)
$Spe - m_{s,1991}$	-0.0001 (-0.80)	0.0002 (0.94)	-0.001*** (-2.12)	-7E-05 (-1.27)	0.0005 (1.18)	0.001* (1.41)	0.0005 (0.93)	0.003*** (2.08)
$Div - m_{s,1991}$	-0.007*** (-2.30)	0.009*** (2.32)	0.007*** (2.12)	0.004*** (2.00)	0.005* (1.51)	0.004* (1.43)	0.007*** (1.98)	0.022*** (3.00)
$Dim - m_{s,1991}$	-0.001 (-1.05)	-0.0003 (-0.83)	0.001 (0.67)	-0.0002 (-1.06)	-0.001* (-1.51)	-0.003 (-1.00)	-0.002*** (-2.12)	-0.051*** (-2.62)
$D - m_{1991}$	-0.001*** (-2.27)	-0.001*** (-2.29)	-0.001*** (-2.80)	-0.001*** (-2.88)	-0.001*** (-2.61)	-0.001*** (-2.61)	-0.001*** (-2.47)	-0.002*** (-2.74)
\bar{R}^2	0.4777	0.5286	0.5938	0.5803	0.5867	0.5271	0.5458	0.6705
<i>Akaike</i>	-6.9142	-6.5514	-6.9505	-7.7245	-6.7103	-6.7057	-6.6430	-5.6399
<i>F - stat</i>	22.03***	26.79***	34.62***	32.80	33.65***	26.64***	28.63***	47.80***
<i>Observaciones</i>	162	162	162	162	162	162	162	162

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

En el *ámbito local*, la *dimensión empresarial* sólo es significativa en dos subsectores, Maquinaria y Vehículos de Motor, presentando un signo negativo. Respecto la *diversidad productiva*, se vuelve a detectar la presencia de *economías de aglomeración*, aunque, en el caso de la Alimentación, el efecto estimado negativo y significativo indica la presencia de *deseconomías de aglomeración* en este sector. La combinación de estos dos resultados permite verificar, para el caso de Maquinaria y Vehículos de Motor, la existencia de *externalidades dinámicas tipo Jacobs*.

Por último, aunque los resultados para el total de la manufactura no detectaban la presencia de economías de aglomeración asociadas a la especialización productiva, los resultados por subsectores indican que en Vehículos de Motor la *especialización* es significativamente ventajosa, mientras que en el caso del subsector Madera ocurre lo contrario. En el primer subsector, teniendo en cuenta el resultado sobre la dimensión empresarial, se constata también la presencia de *externalidades dinámicas tipo Porter*. Dicho sector, por lo tanto, busca atmósferas municipales con una marcada concentración espacial en ese sector respecto su presencia en la RMB (externalidades Porter) y en las que, a su vez, exista una representación amplia del resto de sectores productivos presentes en el territorio metropolitano (externalidades Jacobs).

8.2.2 Efectos a corto plazo

a) Manufactura

Respecto los resultados a corto plazo que se obtienen de estimar (7.6) para el conjunto de todos los años disponibles, no se detectan cambios relevantes respecto a los del largo plazo.

De forma similar a como ocurría para los resultados del largo plazo, combinando el criterio de Akaike junto con la obtención de coeficientes estimados significativos y con el signo apropiado, además de la no existencia de problemas de multicolinealidad, se escoge la especificación (1) como la más adecuada.

En cuanto a los resultados de la estimación de la especificación (1) para el total de empleo industrial, Tabla 8.6, éstos son iguales a los obtenidos para el caso del largo plazo en lo que respecta a signos y significatividad. Es en la bondad de ajuste del modelo donde se encuentran las mayores diferencias: el modelo empírico propuesto pasa de explicar el 49% de la variación en la concentración municipal del empleo en el largo plazo a sólo casi el 11% en el corto plazo. Probablemente detrás de este efecto se encuentre el mencionado retardo entre la emergencia de las economías de aglomeración y su impacto en la localización y el crecimiento del empleo.

Tabla 8.6 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales a corto plazo – Manufactura

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Constante</i>	0.001*** (8.39)	0.001*** (6.38)	0.003*** (5.50)	0.001*** (8.31)	0.001*** (6.40)	0.003*** (5.48)
d_{CBD}	-2E-05*** (-7.97)	-2E-05*** (-6.52)	-5E-05*** (-5.62)			
$SE_{total,t-1}$				-3E-05*** (-7.84)	-3E-05*** (-6.54)	-0.0001*** (-5.57)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.0004*** (2.77)			0.0004*** (2.80)		
$SE_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$		0.0001 (0.46)			0.0002 (0.61)	
$SE_{s,t-1}^{-1}$			-0.011*** (-4.09)			-0.012*** (-4.11)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05*** (-5.93)	-1E-05*** (-6.10)	-1E-05*** (-4.73)	-1E-05*** (-5.69)	-1E-05*** (-5.86)	-5E-06*** (-3.30)
$Spe_{m_{s,t-1}}$	-1E-05 (-1.17)	-1E-06 (-0.18)	1E-06 (0.10)	-6E-06 (-1.21)	-1E-06 (-0.21)	1E-07 (0.02)
$Div_{m_{s,t-1}}$	0.0001** (1.66)	0.0002*** (2.23)	-3E-05 (-0.34)	0.0001* (1.57)	0.0002*** (2.15)	-0.0001 (-0.66)
$Dim_{m_{s,t-1}}$	-0.0001*** (-2.82)	-0.0001*** (-2.65)	-4E-05*** (-2.11)	-0.0001*** (-2.82)	-0.0001*** (-2.66)	-4E-05*** (-2.12)
$D_{m_{t-1}}$	-0.0001*** (-7.44)	-0.0001*** (-7.36)	-2E-05 (-0.99)	-0.0001*** (-7.42)	-0.0001*** (-7.36)	-1E-05 (-0.86)
\bar{R}^2	0.1086	0.1072	0.1572	0.1086	0.1072	0.1581
<i>Akaike</i>	-9.4708	-9.4693	-9.5268	-9.4708	-9.4693	-9.5279
<i>F – stat</i>	271.76***	267.86***	415.25***	271.71***	267.82***	418.17***
<i>Observaciones</i>	15552	15552	15552	15552	15552	15552

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

b) Subsectores de manufactura

En cuanto a los subsectores, Tabla 8.7, sus resultados vuelven a asemejarse a los obtenidos para el largo plazo, produciéndose también una reducción drástica en la capacidad explicativa del modelo en todos los subsectores, situándose el mínimo en la Alimentación, con una bondad de ajuste de poco más del 8%, y el máximo del 17% en Vehículos de Motor. A pesar de esto, en el corto plazo parece detectarse la presencia de *economías de aglomeración* que no operaban a largo plazo. Este es el caso de las *ventajas de localización* asociadas al acceso a la infraestructura viaria, de las cuales se encuentra evidencia empírica favorable en el corto plazo en casi todos los subsectores manufactureros, al igual que ocurre en el conjunto del empleo industrial.

Tabla 8.7 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales a corto plazo – Subsectores de manufactura

	02 Alimentación	03 Textil	04 Madera	05 Papel	06 Química	07 Metalurgia	08 Maquinaria	09 Vehículos Motor
<i>Constante</i>	0.001*** (3.32)	0.001*** (2.43)	0.001*** (3.65)	0.001*** (4.03)	0.001*** (3.84)	0.001*** (3.45)	0.001*** (2.68)	0.001*** (2.73)
d_{CBD}	-2E-05*** (-3.06)	-2E-05*** (-2.59)	-2E-05*** (-4.25)	-1E-05*** (-4.48)	-2E-05*** (-3.39)	-2E-05*** (-3.54)	-1E-05*** (-2.70)	-3E-05*** (-2.88)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.0003 (0.72)	0.001* (1.48)	0.001*** (2.49)	0.0004* (1.58)	0.0004** (1.66)	0.0001 (0.21)	0.0001 (0.22)	0.001*** (2.18)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05*** (-2.52)	-1E-05* (-1.50)	-3E-06 (-0.61)	-4E-06** (-1.86)	-1E-05*** (-2.70)	-1E-05** (-1.83)	-1E-05*** (-2.33)	-1E-05** (-1.71)
$Spe - m_{s,t-1}$	-5E-06 (-0.46)	2E-05* (1.53)	-1E-06 (-0.04)	-5E-06 (-0.50)	-1E-05 (-0.31)	-3E-05 (-0.99)	-4E-05 (-1.24)	0.0001* (1.64)
$Div - m_{s,t-1}$	-0.0004*** (-2.31)	0.0004*** (2.28)	0.0005** (1.72)	0.0002* (1.49)	-3E-06 (-0.01)	1E-06 (0.00)	0.0005** (1.66)	0.001*** (2.11)
$Dim - m_{s,t-1}$	-0.0001 (-1.14)	-0.0001*** (-2.05)	-0.0002 (-1.24)	-4E-05** (-1.67)	-2E-05 (-0.55)	-1E-06 (-0.02)	-1E-05 (-0.24)	-0.001*** (-2.68)
$D - m_{t-1}$	-0.0001*** (-2.17)	-0.0001*** (-2.61)	-0.0001*** (-3.54)	-0.0001*** (-4.01)	-0.0001*** (-2.85)	-0.0001*** (-2.88)	-0.0001*** (-3.00)	-0.0002*** (-2.47)
\bar{R}^2	0.0805	0.1239	0.1266	0.1666	0.1414	0.0893	0.0907	0.1739
<i>Akaike</i>	-9.7147	-9.6247	-9.6989	-10.8728	-9.7756	-9.5799	-9.3542	-8.5990
<i>F - stat</i>	25.30***	40.26***	41.23***	56.48***	46.71***	28.20***	28.69***	59.42***
<i>Observaciones</i>	1944	1944	1944	1944	1944	1944	1944	1944

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

8.2.3 Conclusiones provisionales

Teniendo en cuenta sólo las variables municipales, los cambios en la estructura espacial del empleo municipal están siendo protagonizados por economías de aglomeración que, sobretodo, inciden *a largo plazo*. Desde el *ámbito local (municipal)*, actúan en sentido contrario *externalidades de tipo Jacobs* y *deseconomías de aglomeración* asociadas a la *congestión municipal*. A *nivel metropolitano*, destaca la existencia de las *economías de urbanización* que emergen del CBD y las *economías de localización* que emergen del subcentro especializado más próximo.

Estos resultados son satisfactorios en cuanto a la significatividad de las variables utilizadas y, sobretodo para el caso del largo plazo, en cuanto a la capacidad explicativa del modelo. Si, por el contrario, tenemos en cuenta la intuición que de éstos se desprende, quizás el resultado más incómodo de todos es el asociado a la especialización productiva, ya que no se detecta la presencia de economías o deseconomías de especialización, excepto en dos de los subsectores manufactureros.

Es posible que el “problema” se encuentre en utilizar un ámbito espacial de referencia erróneo para capturar este tipo de efectos locales. Es decir, la mejora en la accesibilidad a todo el territorio metropolitano puede que esté provocando que las empresas cambien el marco territorial de referencia, ampliándolo, a la hora de tomar decisiones de localización y que, por lo tanto, los beneficios de la especialización se den en este nuevo contexto espacial.

Si esta hipótesis es correcta, el cambio en la estructura espacial del empleo, captado mediante la variación del peso relativo del empleo municipal en la región, vendrá explicado también por las condiciones que se den en el ámbito espacial ampliado en el que se incluye el municipio. Es decir, los efectos locales pueden desbordar los límites del municipio. Unas condiciones supramunicipales pero infraregionales que, evidentemente, además de hacer referencia a la especialización productiva, también se relacionarán con la diversidad, la dimensión media de las empresas y la densidad total de empleos. De alguna manera, se reconoce, al igual que en Lucas (2001), que lo que acontece en el resto de la región tiene efectos sobre lo que sucede a nivel municipal, aunque con una escala de acción menor, limitándose al ámbito local.

8.3 RESULTADOS II: EFECTOS MUNICIPALES Y SUPRAMUNICIPALES

8.3.1 Variables supramunicipales y modelo empírico

a) Variables supramunicipales

Llegados a este punto, la principal cuestión a resolver es cómo definir los ámbitos locales de tipo supramunicipal. Cabe la posibilidad de utilizar agregaciones municipales atendiendo a criterios de movilidad laboral como, por ejemplo, mercados locales de trabajo. No obstante, su delimitación se realiza mediante los datos quinquenales procedentes del Censo y del Padrón de Población, por lo que se podría añadir algún sesgo adicional. Además, trabajos como los de Clusa y Roca Cladera (1997) o Burns et al. (2001) muestran que el número de estos ámbitos es reducido en la RMB por lo que, o bien se reduce el número de observaciones, o bien, tal y como se verá en la siguiente sección, se limitan las posibilidades en la estimación de especificaciones alternativas. Por último, su uso implica aceptar que dos municipios adyacentes, pero pertenecientes a ámbitos supramunicipales diferentes no se ejercen ningún tipo de influencia.

La alternativa propuesta en este trabajo se basa en utilizar un criterio de proximidad espacial. Mediante este criterio, y utilizando las distancias entre centroides, los ámbitos supramunicipales se definen como el conjunto de municipios que se sitúan a una determinada distancia del de referencia. Las ventajas asociadas a este criterio son, principalmente, mantener el número de observaciones, puesto que a cada municipio se le asocia un ámbito espacial superior, y permitir la existencia de influencias entre municipios colindantes. Para el caso que nos ocupa se definen cuatro ámbitos supramunicipales formados por aquellos municipios situados a un radio de 5, 8, 12 y 16 kilómetros del de referencia.

Las variables explicativas de los ámbitos supramunicipales son calculadas siguiendo las fórmulas anteriormente desarrolladas. No obstante, hay que tener en cuenta que los conceptos que se utilizan para su cálculo además de incluir al valor municipio de referencia, también incluyen los valores del resto de municipios del ámbito, motivo por el cual estos ámbitos supramunicipales son denominados *áreas*. En el caso de *áreas* de 12 kilómetros para,

por ejemplo, la densidad total de empleos la variable se calcula como el ratio entre el empleo del área y la superficie del área:

$$\text{Área} \quad \rightarrow \quad D_{-a_{i,t_0}} = \frac{Emp_{-a_{i,t_0}}}{Sup_{-a_i}} = \frac{Emp_{i,t_0} + \sum_{j \neq i} Emp_{j,t_0}}{Sup_i + \sum_{j \neq i} Sup_j} \quad \forall j | d_{ij} \leq 12$$

Alternativamente, se consideran otros tipos de variables supramunicipales. En primer lugar, puesto que las de *área* se calculan sin tener en cuenta las distancias que separan los municipios del ámbito supramunicipal, se utilizan variables de *potenciales de área* en las que estas distancias son importantes y se introducen en el cálculo de la variable. En el caso del ejemplo anterior, la distancia pondera tanto al empleo como a la superficie:

$$\text{Potencial} \quad \rightarrow \quad D_{-p_{i,t-1}} = \frac{Emp_{-p_{i,t-1}}}{Sup_{-p_i}} = \frac{Emp_{i,t-1} + \sum_{j \neq i} (Emp_{j,t-1}/d_{ij})}{Sup_i + \sum_{j \neq i} (Sup_j/d_{ij})} \quad \forall j | d_{ij} \leq 12$$

Por último, dos variables supramunicipales alternativas se obtienen de las anteriores si de su cómputo se excluye al municipio de referencia sobre el que se calcula el ámbito supramunicipal.

$$\text{Resto de área} \quad \rightarrow \quad D_{-ra_{i,t_0}} = \frac{Emp_{-ra_{i,t_0}}}{Sup_{-ra_i}} = \frac{\sum_{j \neq i} Emp_{j,t_0}}{\sum_{j \neq i} Sup_j} \quad \forall j | d_{ij} \leq 12$$

$$\text{Resto de potencial} \quad \rightarrow \quad D_{-rp_{i,t_0}} = \frac{Emp_{-rp_{i,t_0}}}{Sup_{-rp_i}} = \frac{\sum_{j \neq i} (Emp_{j,t_0}/d_{ij})}{\sum_{j \neq i} (Sup_j/d_{ij})} \quad \forall j | d_{ij} \leq 12$$

b) Modelo empírico y especificaciones

El modelo empírico descrito en la especificación que incluye las distancias al CBD y al subcentro especializado más próximo de la ecuación (7.6) es ampliado para considerar cuatro

especificaciones alternativas. En dos de ellas, (7.7) y (7.9), el ámbito supramunicipal incluye al propio municipio, mientras que en las restantes, (7.8) y (7.10), este ámbito sólo incluye a los municipios colindantes más próximos al de referencia. Simultáneamente, en las especificaciones (7.7) y (7.8) la distancia entre los municipios de un mismo ámbito supramunicipal no importa, mientras que en (7.9) y (7.10) sí.

Cada una de estas especificaciones es estimada para cuatro tamaños del ámbito supramunicipal con radios de 5, 8, 12 y 16 kilómetros, respectivamente. El procedimiento de estimación continúa basándose en una regresión por Mínimos cuadrados ordinarios en la que se corrigen los problemas de heterocedasticidad.

$$\begin{aligned}
 Pes_{-m_{i,s,t_1}} - Pes_{-m_{i,s,t_0}} &= \mu_0 + \mu_1 d_{CBD_i} + \mu_2 d_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} + \mu_3 t_{INFR_{i,t_0}} \\
 &+ \mu_4 Spe_{-m_{i,s,t_0}} + \mu_5 Spe_{-a_{i,s,t_0}} + \mu_6 Div_{-m_{i,s,t_0}} + \mu_7 Div_{-a_{i,s,t_0}} \\
 &+ \mu_8 Dim_{-m_{i,s,t_0}} + \mu_9 Dim_{-a_{i,s,t_0}} + \mu_{10} D_{-m_{i,t_0}} + \mu_{11} D_{-a_{i,t_0}}
 \end{aligned} \tag{7.7}$$

$$\begin{aligned}
 Pes_{-m_{i,s,t_1}} - Pes_{-m_{i,s,t_0}} &= \eta_0 + \eta_1 d_{CBD_i} + \eta_2 d_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} + \eta_3 t_{INFR_{i,t_0}} \\
 &+ \eta_4 Spe_{-m_{i,s,t_0}} + \eta_5 Spe_{-ra_{i,s,t_0}} + \eta_6 Div_{-m_{i,s,t_0}} + \eta_7 Div_{-ra_{i,s,t_0}} \\
 &+ \eta_8 Dim_{-m_{i,s,t_0}} + \eta_9 Dim_{-ra_{i,s,t_0}} + \eta_{10} D_{-m_{i,t_0}} + \eta_{11} D_{-ra_{i,t_0}}
 \end{aligned} \tag{7.8}$$

$$\begin{aligned}
 Pes_{-m_{i,s,t_1}} - Pes_{-m_{i,s,t_0}} &= \rho_0 + \rho_1 d_{CBD_i} + \rho_2 d_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} + \rho_3 t_{INFR_{i,t_0}} \\
 &+ \rho_4 Spe_{-m_{i,s,t_0}} + \rho_5 Spe_{-p_{i,s,t_0}} + \rho_6 Div_{-m_{i,s,t_0}} + \rho_7 Div_{-p_{i,s,t_0}} \\
 &+ \rho_8 Dim_{-m_{i,s,t_0}} + \rho_9 Dim_{-p_{i,s,t_0}} + \rho_{10} D_{-m_{i,t_0}} + \rho_{11} D_{-p_{i,t_0}}
 \end{aligned} \tag{7.9}$$

$$\begin{aligned}
 Pes_{-m_{i,s,t_1}} - Pes_{-m_{i,s,t_0}} &= \gamma_0 + \gamma_1 d_{CBD_i} + \gamma_2 d_{SUB_{i,s,t_0}}^{-1} + \gamma_3 t_{INFR_{i,t_0}} \\
 &+ \gamma_4 Spe_{-m_{i,s,t_0}} + \gamma_5 Spe_{-rp_{i,s,t_0}} + \gamma_6 Div_{-m_{i,s,t_0}} + \gamma_7 Div_{-rp_{i,s,t_0}} \\
 &+ \gamma_8 Dim_{-m_{i,s,t_0}} + \gamma_9 Dim_{-rp_{i,s,t_0}} + \gamma_{10} D_{-m_{i,t_0}} + \gamma_{11} D_{-rp_{i,t_0}}
 \end{aligned} \tag{7.10}$$

8.3.2 Efectos a largo plazo

Tal y como se ha visto a lo largo de este capítulo, la obtención de estos efectos se realiza a través de la estimación de la variación del peso relativo del empleo municipal entre 1991 y 2003 respecto las variables explicativas en sus valores de 1991.

No obstante, antes de pasar a comentar los resultados, es necesario elegir entre las especificaciones según el tipo de variable supramunicipal considerada. Esta elección se realiza aplicando el mismo criterio que el utilizado para escoger entre las diferentes variables de distancia. Es decir, se escoge la especificación con un menor valor en su *Akaike* y que, además, no presente problemas de correlación importantes.

Para el caso del conjunto de la manufactura y cada uno de sus subsectores, la especificación que minimiza el criterio de Akaike es aquella en la que las variables supramunicipales son del tipo *resto de potencial de área*, Tablas 8.8⁹⁶ y 8.9, es decir, aquellas que, en su construcción, no consideran al municipio de referencia y donde las relaciones que se establecen con éste están condicionadas por la separación física entre ellos.

a) Elección del tamaño del ámbito supramunicipal

Una vez seleccionada la especificación según el tipo de ámbito supramunicipal, es necesario seleccionar el tamaño del mismo. Teniendo en cuenta los problemas de multicolinealidad señalados anteriormente entre las variables supramunicipales y sus homónimas municipales, y entre las primeras y la distancia al CBD, la selección se realiza nuevamente combinando el *criterio de información de Akaike*, con el examen de los posibles problemas de correlación entre las variables explicativas.

Teniendo presente que los valores de este indicador, así como el de la bondad de ajuste, son muy similares entre los diferentes tamaños, para el caso de la manufactura en su conjunto, el criterio de Akaike es mínimo cuando las variables supramunicipales son calculadas para un radio de 12 kilómetros. En el caso de los subsectores, sólo en tres se selecciona directamente este radio, mientras que con el resto se selecciona este radio después de tener en cuenta los problemas de multicolinealidad comentados en el párrafo superior.

b) Resultados: Efectos

⁹⁶ Para el caso del conjunto de la manufactura, las Tablas A8.17 a A8.19 del Anexo presentan los resultados del resto de especificaciones. Para el caso de los subsectores manufactureros, con el objetivo de ahorrar espacio, las tablas correspondientes al resto de especificaciones y ámbitos supramunicipales están disponibles bajo petición al autor de esta investigación.

b.1) Manufactura

Si bien, tal y como se comentará posteriormente, la introducción de las variables supramunicipales provoca algún que otro cambio de signo y significatividad en las variables ya presentes en el modelo empírico inicial, los resultados del modelo ampliado resultante presentan una mejoría respecto al anterior. En este sentido, la *bondad de ajuste* para la manufactura, Tabla 8.8, aumenta en casi 10 puntos porcentuales, situándose la capacidad explicativa del modelo empírico en casi el 60%.

Tabla 8.8 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:
Efectos municipales y de resto de potencial de área a largo plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.005*** (4.54)	0.003*** (2.38)	-0.001 (-0.67)	-0.003** (-1.82)
d_{CBD}	-0.0001*** (-5.25)	-0.0001*** (-2.88)	0.0001** (1.87)	0.0001*** (3.33)
$d_{SUB_s,1991}^{-1}$	0.008*** (4.21)	0.009*** (4.66)	0.010*** (4.78)	0.008*** (4.35)
$t_{INFR_{1991}}$	-0.0001*** (-3.32)	-0.0001*** (-3.31)	-0.0001*** (-3.87)	-0.0001*** (-3.91)
$Spe - m_{s,1991}$	-0.0001** (-1.73)	-0.0001* (-1.37)	-0.0001 (-1.25)	-0.0001 (-1.04)
$Spe - rp_{s,1991}$	1E-06 (0.02)	-3E-06 (-0.03)	4E-05 (0.38)	0.0002* (1.39)
$Div - m_{s,1991}$	0.005*** (3.48)	0.006*** (3.83)	0.003** (1.89)	0.003*** (2.42)
$Div - rp_{s,1991}$	0.001 (0.78)	-0.001 (-1.01)	0.0004 (0.26)	-0.001 (-0.59)
$Dim - m_{s,1991}$	-0.001*** (-2.54)	-0.001*** (-2.89)	-0.001*** (-2.71)	-0.001*** (-2.58)
$Dim - rp_{s,1991}$	-0.0003 (-0.81)	0.0002 (0.52)	0.0004 (0.57)	0.001 (0.58)
$D - m_{1991}$	-0.002*** (-6.07)	-0.002*** (-6.21)	-0.002*** (-6.35)	-0.002*** (-6.30)
$D - rp_{1991}$	0.001*** (5.09)	0.001*** (5.03)	0.001*** (5.37)	0.001*** (5.03)
\bar{R}^2	0.5766	0.5814	0.5910	0.5854
<i>Akaike</i>	-6.5756	-6.5870	-6.6101	-6.5967
<i>F - stat</i>	161.32***	164.52***	171.08***	167.25***
<i>Observaciones</i>	1296	1296	1296	1296

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Efectos supramunicipales

Entre las variables del *ámbito supramunicipal* que se han introducido en el modelo empírico original, sin lugar a dudas la que ha resultado más exitosa es la *densidad total de empleos* que, a diferencia de su homónima municipal, presenta un signo positivo significativo y, por lo tanto, indica la existencia de *economías de urbanización generadas en el conjunto de municipios próximos*.

En cuanto a la *estructura productiva supramunicipal*, los resultados “más insatisfactorios” se encuentran tanto en la *especialización* como en la *diversidad productiva relativa*, ya que no resultan significativas. De esta manera, por lo tanto, parece ser que a *escala supramunicipal* no opera ningún tipo de *economía o deseconomía de especialización o de diversidad*.

Por último, si bien la *dimensión relativa media de las empresas a nivel supramunicipal*, a diferencia de su homónima municipal, presenta un coeficiente estimado positivo, éste resulta ser no significativo en este nivel de agregación sectorial.

Resto de efectos

Respecto al resto de variables explicativas que ya aparecían en el modelo empírico original, la alteración más importante se produce en la *distancia a Barcelona* que, siendo todavía significativa, cambia de signo en la regresión del total del empleo industrial. Si anteriormente la obtención de un signo negativo permitía afirmar la existencia de *economías de urbanización* que emergían del CBD, ahora es necesario matizar tal afirmación diciendo que, cuando se consideran *los efectos del ámbito supramunicipal*, la proximidad a Barcelona o bien deja de ser importante, cuando no es significativa, o bien provoca problemas asociados a la *congestión*, cuando es significativa y su efecto es positivo: las economías de urbanización del CBD han sido substituidas por las del ámbito supramunicipal, tal y como se ha visto anteriormente con la *densidad de empleo total supramunicipal*, haciendo que en la localización respecto a esta aglomeración se tengan en cuenta otros factores como la congestión⁹⁷.

⁹⁷ Tampoco se tiene que descartar la correlación de 0.65 entre ambas variables.

Los resultados para el resto de variables se mantienen en comparación con las obtenidas en las estimaciones puramente municipales. Sólo se observan pequeños cambios en la significatividad del algún parámetro.

b.2) Subsectores de manufactura

Tabla 8.9 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales y de resto de potencial de área a largo plazo – Subsectores de manufactura – 12 Km.

	02	03	04	05	06	07	08	09
	<i>Alimentación</i>	<i>Textil</i>	<i>Madera</i>	<i>Papel</i>	<i>Química</i>	<i>Metalurgia</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>Vehículos</i>
<i>Constante</i>	0.005 (1.07)	-0.006 (-1.20)	-0.005 (-1.03)	0.0004 (0.13)	-0.002 (-0.31)	-0.005 (-0.84)	-0.005 (-0.95)	-0.002 (-0.20)
<i>d_{CBD}</i>	-1E-06 (-0.01)	0.0001 (0.90)	3E-05 (0.44)	4E-06 (09.10)	0.0001* (1.40)	0.0001* (1.43)	0.0001 (1.14)	0.0001 (1.14)
<i>d_{SUB_{s,1991}}⁻¹</i>	0.007*** (2.21)	0.012*** (2.73)	0.011*** (2.85)	0.006*** (2.83)	0.013*** (3.06)	0.008** (1.68)	0.010*** (2.76)	0.063*** (4.15)
<i>t_{INFR₁₉₉₁}</i>	-0.0001*** (-2.32)	-4E-05 (-0.90)	3E-06 (0.05)	-3E-05 (-1.15)	-0.0001** (-1.82)	-0.0001* (-1.49)	-0.0001*** (-2.06)	-0.0002** (-1.66)
<i>Spe_{m_{s,1991}}</i>	1E-06 (0.07)	0.0001 (0.42)	-0.0004*** (-2.16)	-0.0001 (-0.93)	0.0002 (0.48)	0.001 (0.67)	0.001* (1.55)	0.002*** (2.54)
<i>Spe_{rp_{s,1991}}</i>	-0.0001 (-0.53)	1E-05 (0.06)	0.0001 (0.29)	2E-05 (0.07)	0.0002 (0.28)	0.0002 (0.31)	0.001* (1.33)	0.004 (0.61)
<i>Div_{m_{s,1991}}</i>	-0.004* (-1.59)	0.005* (1.40)	0.003 (1.01)	0.003* (1.33)	1E-05 (0.00)	-0.0003 (-0.09)	0.004 (1.26)	0.017*** (2.99)
<i>Div_{rp_{s,1991}}</i>	2E-05 (0.01)	-0.0001 (-0.03)	0.003 (0.84)	-0.001 (-0.45)	0.002 (0.48)	-0.0001 (-0.02)	0.004 (1.08)	-0.008 (-1.03)
<i>Dim_{m_{s,1991}}</i>	-0.001 (-1.25)	-1E-05 (-0.02)	0.001 (0.67)	-0.0004* (-1.39)	-0.002* (-1.36)	-0.002 (-0.64)	-0.004*** (-2.64)	-0.050*** (-4.84)
<i>Dim_{rp_{s,1991}}</i>	-0.001 (-0.83)	0.002** (1.74)	0.001 (0.58)	0.0004 (0.80)	-0.002* (-1.54)	0.004 (1.13)	-0.002 (-0.96)	-0.017** (-1.88)
<i>D_{m₁₉₉₁}</i>	-0.001*** (-3.62)	-0.002*** (-3.51)	-0.001*** (-3.92)	-0.001*** (-4.39)	-0.002*** (-4.45)	-0.001*** (-3.73)	-0.002*** (-3.75)	-0.002*** (-5.43)
<i>D_{rp₁₉₉₁}</i>	0.001*** (2.73)	0.001*** (2.87)	0.001*** (2.39)	0.0005*** (2.98)	0.001*** (3.75)	0.001*** (2.60)	0.001** (2.85)	0.002*** (3.68)
\bar{R}^2	0.5909	0.6604	0.6703	0.6857	0.7288	0.6061	0.6560	0.7687
<i>Akaike</i>	-7.1354	-6.8564	-7.1362	-7.9905	-7.1086	-6.8655	-6.8978	-5.9705
<i>F – stat</i>	22.14***	29.47***	30.76***	32.93***	40.34***	23.53***	28.91***	49.63***
<i>Observaciones</i>	162	162	162	162	162	162	162	162

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Al igual que en el conjunto de la manufactura, a nivel de subsectores manufactureros, Tabla 8.9, también se observa un aumento en la capacidad explicativa del modelo empírico final. La mejoría repercute en todos ellos, con una incidencia que varía entre los 8 y 10 puntos extras. Vehículos de Motor y Química son los sectores que mejor son explicados por el modelo empírico, con unas bondades de ajuste de casi el 73% y el 77%, respectivamente.

Efectos supramunicipales

Los resultados supramunicipales son prácticamente idénticos a los obtenidos en el conjunto de la manufactura, es decir, sólo se encuentra evidencia empírica favorable a la presencia de *economías de urbanización* asociada a la *densidad de empleo total supramunicipal*. Además, para el caso exclusivo de Vehículos de Motor y de Textil, la *dimensión empresarial* es significativa. En el primer caso, su signo es evidencia empírica a favor de la existencia de un *efecto positivo de la competencia empresarial* en este ámbito espacial. Por el contrario, en el sector del Textil se obtiene un efecto positivo y significativo indicando que una elevada competencia local en un sector no hace crecer el empleo con más intensidad, sino todo lo contrario.

Resto de efectos

A nivel de subsectores, la inclusión de las variables supramunicipales provoca prácticamente las mismas alteraciones en el resto de variables explicativas que las que se producen en el conjunto de la manufactura.

Sólo hay dos cambios importantes en este nivel de desagregación sectorial. En primer lugar, se generalizan los efectos positivos asociados a la *inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo* y al *tiempo de acceso a la vía preferente más próxima*. En el modelo empírico ampliado se reafirma, por tanto, la existencia de *economías de localización* que emergen de los subcentros y de *ventajas de localización* por motivos de demanda y/o de oferta en las proximidades a los accesos a estas infraestructuras. En segundo lugar, la incorporación de las variables supramunicipales ha implicado la pérdida de significatividad en los coeficientes estimados de la *diversidad productiva municipal*. Sólo en Vehículos de Motor se mantiene como significativo.

c) Resultados: Elasticidades

Puesto que las unidades de medida de las variables explicativas difieren en su escala, la detección de cuáles de estas economías y deseconomías de aglomeración son más importantes requiere del cálculo de sus elasticidades.

El cómputo de las elasticidades se realiza sobre las medias muestrales de cada variable, excepto para la variable dependiente que, al tratarse de la variación de la concentración municipal del empleo con respecto a su presencia total en la región de un año a otro, presenta una media igual a cero. En este caso se utiliza la media del peso relativo municipal del año final considerado (el 2003 en estas estimaciones a largo plazo).

En la Tabla 8.10 se muestran los principales resultados⁹⁸, en los que se indica qué elasticidades se corresponden con un nivel mínimo de significatividad estadística.

Para el caso del conjunto de la industria, en general son las *economías y deseconomías de aglomeración asociadas a la densidad total de empleos* las que ejercen un mayor efecto sobre el cambio en la estructura espacial del empleo municipal. En este sentido, las *economías de urbanización del ámbito supramunicipal*, cuyo valor es de 0.58, no llegan a compensar los efectos negativos de la *congestión municipal*, siendo su valor de -0.86. A nivel de subsectores, en general, este esquema es muy similar. La excepción se encuentra en Vehículos de Motor, con elasticidades para esta variable de 1.51 y -1.22 en el ámbito municipal y supramunicipal, respectivamente.

El siguiente efecto en importancia lo producen las *economías de diversidad productiva municipal*, cuyos valores significativos son de 0.17, para el caso de la manufactura en su conjunto, y de 1.21, en el caso de Vehículos de Motor.

⁹⁸ Las elasticidades asociadas a la distancia al CBD y la inversa de la distancia al subcentro especializado más próximo no se calculan por ser dos variables difícilmente influenciadas desde el ámbito político municipal: el alcalde de un municipio no puede cambiar su localización respecto al CBD y/o el subcentro especializado más próximo.

Con una menor incidencia, la *dimensión media de la empresa a escala municipal* presenta efectos negativos y significativos con valores de -0.11 y de -0.77 en el caso, nuevamente, de la manufactura y del subsector de Vehículos de Motor.

Tabla 8.10 Efectos municipales y de resto de potencial de área: Elasticidades de largo plazo
Manufactura y subsectores – 12 Km.

	<i>Manufactura</i>	<i>02 Alimentación</i>	<i>03 Textil</i>	<i>04 Madera</i>	<i>05 Papel</i>
<i>Spe</i> $_m_{s,1991}$	-0.0170	0.0002	0.0232	-0.1487*	-0.0137
<i>Spe</i> $_rp_{s,1991}$	0.0074	-0.0275	0.0040	0.0167	0.0035
<i>Div</i> $_m_{s,1991}$	0.1725*	-0.2804	0.3629	0.1771	0.1985
<i>Div</i> $_rp_{s,1991}$	0.0538	0.0022	-0.0138	0.4499	-0.1622
<i>Dim</i> $_m_{s,1991}$	-0.1141*	-0.1120	-0.0011	0.0759	-0.0536
<i>Dim</i> $_rp_{s,1991}$	0.0573	-0.1839	0.4277*	0.1794	0.0712
<i>D</i> $_m_{1991}$	-0.8650*	-0.6351*	-0.8757*	-0.7776*	-0.5307*
<i>D</i> $_rp_{1991}$	0.5848*	0.4698*	0.6373*	0.4606*	0.3371*
	<i>06 Química</i>	<i>07 Metalurgia</i>	<i>08 Maquinaria</i>	<i>09 Vehículos Motor</i>	
<i>Spe</i> $_m_{s,1991}$	0.0456	0.1292	0.1714	0.1741*	
<i>Spe</i> $_rp_{s,1991}$	0.0452	0.0456	0.2015	0.2386	
<i>Div</i> $_m_{s,1991}$	0.0007	-0.0186	0.2902	1.2105*	
<i>Div</i> $_rp_{s,1991}$	0.2518	-0.0089	0.5937	-1.0731	
<i>Dim</i> $_m_{s,1991}$	-0.1626	-0.1992	-0.3838	-0.7749*	
<i>Dim</i> $_rp_{s,1991}$	-0.2931	0.5104	-0.2097	-0.9423*	
<i>D</i> $_m_{1991}$	-0.8805*	-0.7488*	-0.8370*	-1.2253*	
<i>D</i> $_rp_{1991}$	0.6864*	0.5097*	0.5966*	1.5149*	

* Variable significativa como mínimo al 10%.

Para finalizar, sólo queda señalar que el sector en el que los efectos de las economías y diseconomías de aglomeración de ámbito local (municipal y supramunicipal) son más importantes es el de Vehículos de Motor.

8.3.3 Efectos a corto plazo

Partiendo del trabajo de Combes (2000), la obtención de los efectos a corto plazo se ha realizado estimando conjuntamente la variación anual de la concentración municipal del empleo con respecto a las variables explicativas en sus valores del año inicial.

Al igual que en el caso anterior, el primer paso previo al comentario de los resultados es la elección entre las diferentes especificaciones. Éstas se diferencian, en primer lugar, según el tipo de relación que se establece entre los municipios de cada ámbito y si el municipio de referencia es considerado, y, en segundo lugar, según el tamaño del ámbito supramunicipal considerado. Nuevamente, en ambos casos la selección se realiza utilizando los valores del *criterio de información de Akaike*, atendiendo al signo y a la significatividad del parámetro estimado y, por último, a los posibles problemas de multicolinealidad entre variables explicativas.

De esta manera, coincidiendo con el largo plazo, la especificación del conjunto de la manufactura y de cada uno de los subsectores que minimiza el criterio de Akaike es aquella en la que las variables supramunicipales son del tipo *resto de potencial de área*, Tablas 8.11 y 8.12, es decir, aquellas que, en su construcción, no consideran al municipio de referencia y donde las relaciones que se establecen con éste están condicionadas por la separación física entre ellos. Respecto al tamaño del ámbito supramunicipal en el caso de la manufactura, el valor del estadístico de Akaike se minimiza cuando las variables supramunicipales son calculadas con un radio de 12 kilómetros.

a) Resultados: Efectos

a.1) Manufactura

Un análisis comparativo de los resultados de corto plazo, Tabla 8.11, con respecto los obtenidos en el largo plazo, Tabla 8.8, muestra que, en el caso que nos ocupa, la estimación del modelo empírico ampliado no implica una mejora sustancial en cuanto, por lo menos, a su capacidad explicativa. En este sentido, son tan pequeñas las mejoras que la *bondad de ajuste*

obtenida en el total del empleo manufacturero escasamente supera el 13% de capacidad explicativa.

Tabla 8.11 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales y de resto de potencial de área a corto plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.001*** (5.75)	0.0003*** (3.32)	-0.0001 (-0.52)	-0.001*** (-4.22)
d_{CBD}	-1E-05*** (-5.86)	-4E-06*** (-2.93)	1E-05*** (2.65)	1E-05*** (4.56)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.001*** (3.81)	0.001*** (4.22)	0.0008*** (4.46)	0.001*** (3.83)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05*** (-5.93)	-1E-05*** (-5.66)	-1E-05*** (-5.60)	-1E-05*** (-4.99)
$Spe - m_{s,t-1}$	-1E-05** (-1.82)	-1E-05** (-1.73)	-1E-05* (-1.57)	-1E-05* (-1.31)
$Spe - rp_{s,t-1}$	2E-06 (0.42)	1E-05 (0.94)	2E-05*** (1.98)	2E-05** (1.71)
$Div - m_{s,t-1}$	0.0003*** (3.72)	0.0003*** (3.09)	0.0001 (0.88)	0.0001 (1.00)
$Div - rp_{s,t-1}$	-0.0001* (-1.32)	-0.0001* (-1.49)	-0.0001 (-1.05)	0.0004*** (3.70)
$Dim - m_{s,t-1}$	-0.0001*** (-2.73)	-0.0001*** (-2.99)	-0.0001*** (-3.06)	-0.0001*** (-3.05)
$Dim - rp_{s,t-1}$	-2E-06 (-0.10)	3E-05* (1.42)	0.0001** (1.93)	0.0001** (1.95)
$D - m_{t-1}$	-0.0002*** (-7.34)	-0.0001*** (-7.53)	-0.0001*** (-7.57)	-0.0001*** (-7.60)
$D - rp_{t-1}$	0.0001*** (5.77)	0.0001*** (6.53)	0.0001*** (6.54)	0.0001*** (6.60)
\bar{R}^2	0.1295	0.1322	0.1364	0.1357
<i>Akaike</i>	-9.4943	-9.4974	-9.5022	-9.5015
<i>F - stat</i>	211.39***	216.37***	224.25***	223.02***
<i>Observaciones</i>	15552	15552	15552	15552

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Efectos supramunicipales

Donde sí hay mayores coincidencias entre las dos perspectivas temporales es en los resultados en términos de economías de aglomeración. Por ejemplo, la *densidad total de empleos*

nuevamente es la variable más exitosa en cuanto a su significatividad, aunque menor con respecto al largo plazo.

A pesar de esto, no obstante, también se detectan diferencias. Así, por ejemplo, no se encuentran efectos significativos asociados a la *diversidad productiva supramunicipal*, y, por lo tanto, en el corto plazo no existe evidencia empírica favorable a la existencia de economías o deseconomías de aglomeración de este tipo. Por el contrario, la obtención de un signo positivo y significativo en la variable de *especialización productiva* señala la presencia de *economías de especialización a corto plazo*.

Por último, la obtención de un coeficiente estimado positivo y significativo en la *dimensión empresarial supramunicipal* indica la existencia de beneficios procedentes de una estructura de mercado en este ámbito que está *basada en la gran empresa*.

Resto de efectos

Respecto al resto de variables, la incorporación del ámbito supramunicipal provoca alteraciones similares a las que acaecían en el largo plazo como, por ejemplo, la *distancia a Barcelona*, que pasa a presentar un signo positivo y significativo y, por lo tanto, a indicar la existencia de posibles problemas de *congestión* en el CBD.

A pesar de esto, en el corto plazo existe un resultado que es diferente con respecto al largo plazo: la variable de *diversidad productiva municipal* deja de ser significativa y, por lo tanto, no existe evidencia empírica favorable a la existencia de *economías de diversidad productiva municipal*.

a.2) Subsectores de manufactura

Al igual que en el caso del total de la industria, la incorporación de las variables supramunicipales sólo provoca pequeños incrementos en la bondad de ajuste del modelo. En este caso, las mejoras difícilmente alcanzan los 4 puntos porcentuales, situándose la máxima capacidad explicativa en el 20% de Vehículos de Motor.

Efectos supramunicipales

Tabla 8.12 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales y de resto de potencial de área a corto plazo – Subsectores de manufactura – 12 Km.

	02	03	04	05	06	07	08	09
	<i>Alimentación</i>	<i>Textil</i>	<i>Madera</i>	<i>Papel</i>	<i>Química</i>	<i>Metalurgia</i>	<i>Maquinaria</i>	<i>Vehículos</i>
<i>Constante</i>	0.0003 (0.65)	-0.0001 (-0.31)	-0.0001 (-0.37)	-0.0001 (-0.30)	-3E-05 (-0.10)	-0.0002 (-0.70)	-0.0003 (-0.75)	-0.0001 (-0.21)
d_{CBD}	3E-06 (0.43)	4E-06 (1.08)	4E-07 (0.06)	3E-06 (1.08)	1E-05 (1.20)	1E-05 (1.02)	1E-05* (1.54)	1E-05 (1.17)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.001* (1.54)	0.001** (1.93)	0.001*** (3.23)	0.001*** (2.47)	0.001*** (2.58)	0.0004 (0.79)	0.0003 (0.60)	0.002*** (2.55)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05** (-1.89)	-5E-06* (-1.52)	-3E-06 (-0.58)	-4E-06*** (-1.97)	-1E-05*** (-2.83)	-5E-06* (-1.35)	-1E-05*** (-2.35)	-1E-05** (-1.70)
$Spe - m_{s,t-1}$	2E-06 (0.25)	2E-05** (1.79)	1E-06 (0.06)	-1E-05 (-0.55)	-3E-05 (-1.18)	-2E-05 (-0.78)	-4E-05 (-1.11)	0.0001 (1.01)
$Spe - rp_{s,t-1}$	-1E-06 (-0.10)	-3E-06 (-0.17)	1E-05 (0.31)	-4E-06 (-0.14)	3E-05 (0.73)	0.0001*** (2.05)	0.0001 (1.17)	0.0001 (0.40)
$Div - m_{s,t-1}$	-0.0002* (-1.55)	0.0003* (1.61)	0.0003 (1.09)	0.0002 (1.25)	-0.0002 (-1.00)	-0.0002 (-0.76)	0.0003 (1.22)	0.001** (1.72)
$Div - rp_{s,t-1}$	-0.0002 (-0.81)	-0.0002 (-0.99)	0.0001 (0.29)	-0.0001 (-0.94)	0.0001 (0.53)	-0.0001 (-0.40)	0.0001 (0.49)	-0.001 (-1.05)
$Dim - m_{s,t-1}$	-0.0002** (-1.77)	-0.0001*** (-2.25)	-0.0002 (-1.26)	-4E-05** (-1.82)	-4E-05 (-0.75)	1E-06 (0.03)	-2E-05 (-0.55)	-0.001*** (-2.64)
$Dim - rp_{s,t-1}$	0.0001 (0.43)	0.0001 (0.96)	0.0001 (0.88)	0.0001** (1.83)	-0.0001** (-1.86)	0.0002 (1.20)	-4E-05 (-0.30)	2E-05 (0.07)
$D - m_{t-1}$	-0.0001*** (-2.28)	-0.0001*** (-2.71)	-0.0001*** (-3.93)	-0.0001*** (-4.33)	-0.0001*** (-2.96)	-0.0001*** (-2.88)	-0.0001*** (-3.06)	-0.0002*** (-2.51)
$D - rp_{t-1}$	0.0001*** (2.28)	0.0001*** (2.51)	0.0001*** (2.68)	5E-05*** (3.66)	0.0001*** (2.78)	0.0001*** (2.35)	0.0001*** (2.53)	0.0001*** (2.24)
\bar{R}^2	0.1051	0.1632	0.1440	0.2085	0.1838	0.1077	0.1098	0.2063
<i>Akaike</i>	-9.7398	-9.6685	-9.7170	-10.9223	-9.8242	-9.5983	-9.3734	-8.6370
<i>F - stat</i>	21.75***	35.46***	30.71***	47.52***	40.79***	22.33***	22.79***	46.90***
<i>Observaciones</i>	1944	1944	1944	1944	1944	1944	1944	1944

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

En general, el comportamiento de estas variables supramunicipales en el corto plazo es similar a la que presentan en el largo plazo. No obstante, a este nivel subsectorial se detecta alguna diferencia. Por ejemplo, la variable de *especialización productiva supramunicipal* presenta un signo positivo y significativo en el subsector de la Metalurgia que, al igual que en el conjunto de la manufactura, señala la presencia de *economías de especialización en el corto plazo*.

Resto de efectos

A grandes rasgos, la inclusión de las variables supramunicipales en el corto plazo tiene los mismos efectos que los producidos en el largo plazo.

b) Resultados: Elasticidades

Tabla 8.13 Efectos municipales y de resto de potencial de área: Elasticidades de corto plazo
Manufactura y subsectores – 12 Km.

	Manufactura	02 Alimentación	03 Textil	04 Madera	05 Papel
<i>Spe</i> $_m_{s,t-1}$	-0.0023	0.0009	0.0074	0.0004	-0.0013
<i>Spe</i> $_rp_{s,t-1}$	0.0035*	-0.0004	-0.0009*	0.0017	-0.0007
<i>Div</i> $_m_{s,t-1}$	0.0051	-0.0176	0.0245	0.0233	0.0120
<i>Div</i> $_rp_{s,t-1}$	-0.0120	-0.0273	-0.0304	0.0085	-0.0177
<i>Dim</i> $_m_{s,t-1}$	-0.0083*	-0.0177*	-0.0174*	-0.0283	-0.0065*
<i>Dim</i> $_rp_{s,t-1}$	0.0105*	0.0102	0.0137	0.0211	0.0131*
<i>D</i> $_m_{t-1}$	-0.0746*	-0.0563*	-0.0782*	-0.0691*	-0.0483*
<i>D</i> $_rp_{t-1}$	0.0550*	0.0473*	0.0619*	0.0419*	0.0357*
	06 Química	07 Metalurgia	08 Maquinaria	09 Vehículos Motor	
<i>Spe</i> $_m_{s,t-1}$	-0.0058	-0.0053	-0.0085	0.0099	
<i>Spe</i> $_rp_{s,t-1}$	0.0057	0.0213*	0.0154	0.0068	
<i>Div</i> $_m_{s,t-1}$	-0.0144	-0.0134	0.0257	0.0451*	
<i>Div</i> $_rp_{s,t-1}$	0.0131	-0.0121	0.0194	-0.0635	
<i>Dim</i> $_m_{s,t-1}$	-0.0044	0.0002	-0.0024	-0.0502*	
<i>Dim</i> $_rp_{s,t-1}$	-0.0216*	0.0293	-0.0061	0.0022	
<i>D</i> $_m_{t-1}$	-0.0765*	-0.0626*	-0.0722*	-0.1165*	
<i>D</i> $_rp_{t-1}$	0.0626*	0.0476*	0.0502*	0.0963*	

* Variable significativa como mínimo al 10%.

En cuanto a la importancia de estas economías y diseconomías de aglomeración, la Tabla 8.13 muestra los resultados del cálculo de sus elasticidades para el caso de las

estimaciones del corto plazo. Con valores muy inferiores a los obtenidos en el largo plazo, en general se mantiene la importancia relativa de las *economías de aglomeración asociadas a la densidad total de empleos municipal*, que ejercen un mayor efecto sobre el cambio en la estructura espacial del empleo municipal, y de las *economías de urbanización del ámbito supramunicipal*, que compensan la tendencia de las anteriores a la dispersión territorial.

Por último, respecto al resto de economías y deseconomías de aglomeración, éstas presentan valores similares. No obstante, son especialmente elevados en el caso del subsector de Vehículos de Motor.

8.4 CONCLUSIONES

El análisis econométrico de los cambios en el empleo municipal inducidos por las condiciones de aglomeración en el momento inicial –efectos a largo plazo– permite sostener que el impacto de las economías de urbanización y de localización que emergen del CBD y subcentros especializados respectivamente decrece con la distancia. Por otro lado, el crecimiento del empleo es menor en las áreas menos accesibles a las principales vías de transporte. Es decir, se detectan ventajas de localización vinculadas a un rápido acceso al empleo total de la región (economías de red) o bien a la demanda.

Pasando a examinar el efecto de las condiciones de aglomeración que se dan en el ámbito municipal, se detecta el impacto de las externalidades dinámicas de tipo *Jacobs* vinculadas a una estructura económica municipal diversificada y competitiva. Por el contrario, no se detecta efecto alguno de las externalidades dinámicas de tipo *MAR* o *Porter*.

Por último, considerando las condiciones de aglomeración vigentes en el ámbito supramunicipal de 12 Km de radio, es posible observar como una elevada densidad municipal de empleo sigue ejerciendo un impacto negativo sobre el crecimiento del empleo municipal. Sin embargo, una vez controlado dicho efecto, se detecta una influencia positiva de la densidad de empleo supramunicipal. El empleo crece menos en los municipios congestionados, pero más en los municipios cercanos a estos municipios congestionados. Parece como si las empresas quisieran beneficiarse de las economías de aglomeración que se

dan en los ámbitos densos sin incurrir a la vez en los costes de congestión que supone una elevada densidad.

En el corto plazo parte de estas economías de aglomeración vuelven a ser protagonistas, aunque con una importancia relativa menor. En este caso, la congestión y la escasez de competencia empresarial en el ámbito municipal favorece la dispersión del empleo industrial, mientras que la proximidad a los subcentros y a la infraestructura viaria, así como la presencia de otros empleos bajo escasa competencia empresarial en el ámbito supramunicipal actúan como fuerzas centrípetas que incentivan la concentración del empleo.

El análisis de estos resultados, aunque coincidan en las dos perspectivas temporales consideradas, no está exento de dificultad. En primer lugar, porque en la introducción de esta tesis doctoral ya se puso de relieve que todavía no hay en la actualidad un consenso sobre cuál es la estructura espacial más eficiente. En segundo lugar, porque la coincidencia entre sectores no es total, de manera que una actuación sobre el empleo industrial en general puede que no tenga efectos o, en el peor de los casos, que ocasione efectos no deseados sobre algunos subsectores. Por último, tal y como se comentó en la introducción de este trabajo, el modelo empírico utilizado es parcial ya que, como mínimo, debería incluir la dinámica de la población y su nivel de concentración espacial. Un modelo empírico mayor debería permitirnos obtener resultados más fidedignos.

Por último, la infraestructura de transporte que comunica los diferentes municipios de la región, se convierte en una posible herramienta para dirigir el proceso de descentralización del empleo industrial hacia una estructura espacial más policéntrica que dispersa. En este sentido, los accesos a estas vías preferentes, y la accesibilidad que se deriva de ellos, son los elementos que, según su cantidad y su distribución en la red, permiten potenciar uno u otro modelo de forma urbana.

CONCLUSIONES

La investigación realizada en esta tesis doctoral se ha centrado en el estudio de los determinantes que, en términos de *economías de aglomeración intrametropolitanas*, inciden sobre la *estructura espacial del empleo industrial* de la Región Metropolitana de Barcelona. Para llevar a cabo este análisis, previamente se ha caracterizado su estructura espacial y se ha examinado su evolución más reciente. El *vínculo formal* entre ambos conceptos se ha desarrollado en ocho capítulos, en los que se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los desarrollos iniciales sobre estructura espacial están basados en el denominado Modelo Monocéntrico, donde existe una gran concentración de agentes económicos en el centro urbano. Puesto que el coste del transporte es creciente con la distancia, la densidad se reduce en la misma medida. La mayoría de trabajos se centran en la distribución espacial de la población, relegando la concentración del empleo a un CBD que no presenta área ni dinámica propia y cuya localización se escoge a priori.
- En los pocos trabajos que abordaron la distribución espacial del empleo durante la década de los setenta, el Monocentrismo se reduce a un simple ejercicio de paralelismo con el caso residencial. Como resultado, el protagonismo de esta estructura espacial, tanto en términos de rentas del suelo como de densidad de empleo, se concentra en los costes de transporte y, bajo el supuesto de existencia de un puerto de exportación en el CBD, en la distancia al centro de la ciudad. Ninguna otra fuente de economías de aglomeración aparece en estos modelos.
- La economía de aglomeración incluye un conjunto de factores muy heterogéneo. Desde un punto de vista teórico, esta complejidad se ha combatido agrupando los factores que comparten los mismos mecanismos de aglomeración (*sharing, matching, learning*). Desde la evidencia empírica, las economías de aglomeración se han estudiado atendiendo a sus diferentes ámbitos de acción: sectorial (localización-especialización, urbanización-diversidad), temporal (estáticas, dinámicas) y espacial (local, metropolitano). Otra clasificación se obtiene atendiendo simultáneamente al tipo de estructura de mercado y al ámbito sectorial, y considerando un contexto temporal de largo plazo (dinámico): dinámicas tipo MAR (especialización-falta de competencia), dinámicas tipo Jacobs (diversidad-elevada competencia) y dinámicas tipo Porter (especialización-elevada competencia).

- Cuando los desarrollos teóricos empiezan a tener en cuenta el rol de las economías de aglomeración en las decisiones de localización de las actividades no residenciales, la estructura espacial del empleo también pasa a ser determinada por ellas. Aparece el denominado Modelo Policéntrico en el que, además de la concentración de empleo en el CBD, existen otras concentraciones importantes, los subcentros, cuyo acceso también importa.
- Las externalidades de producción asociadas a las interacciones entre empresas y/o trabajadores, en el caso de la Nueva Economía Urbana, y los rendimientos crecientes asociados a la diferenciación de productos, en el caso de la Nueva Geografía Económica, han sido utilizados como fuerzas centrípetas que actúan en sentido contrario a la dispersión que promueve el abaratamiento de los costes de transporte, siendo, por lo tanto, las economías de aglomeración que determinan la aparición de uno u otro tipo de estructura espacial.
- La pérdida de sencillez y elegancia formal que presentan los estudios teóricos más recientes sobre estructura espacial se solventa con el desarrollo de un modelo teórico que, basándose en la densidad neta de empleos y su distribución espacial, examina el protagonismo de las economías de aglomeración en la estructura espacial del empleo. El modelo muestra como el valor de la densidad neta de empleo en una determinada localización depende, en primer lugar, de la magnitud y accesibilidad a las economías de aglomeración de ámbito metropolitano que se originan en las principales concentraciones de empleo de la ciudad, CBD y subcentros, o que provienen del empleo situado en el resto de la región. En segundo lugar, también depende de la magnitud de las economías de aglomeración de ámbito local que se originan internamente en cada una de estas unidades espaciales.
- La estructura espacial del empleo ha sido captada mediante la estimación de diferentes formas funcionales que relacionan la densidad de empleo en cada lugar de la ciudad con la distancia que les separa del CBD y/o de los subcentros. Las formas funcionales más utilizadas están basadas en la función exponencial negativa linealizada. Existen algunas funciones exclusivas del Policentrismo, la aditiva y la multiplicativa, que permiten utilizar un test estadístico con el que comparar ambas

estructuras espaciales. En los últimos años se han desarrollado otras formas funcionales más flexibles, como Locally weighted regression, que permiten captar gráficamente la existencia de máximos locales y, por tanto, la existencia de una estructura espacial policéntrica.

- Las metodologías para la identificación de subcentros de empleo se pueden catalogar en cinco categorías que requieren de diferentes niveles de conocimiento previo sobre el área objeto de estudio y, por tanto, implican diferentes grados de subjetividad. A pesar de esto, en los últimos años ha aumentado el número de trabajos que han utilizado las metodologías más objetivas. Cada una de estas categorías metodológicas son apropiadas para diferentes tipos de estudios. En concreto, la metodología de umbrales tipo Giuliano y Small (1991) es más adecuada cuando se pretende comparar el número de subcentros identificados en una misma ciudad en diferentes momentos del tiempo. Por el contrario, cuando el objetivo es la comparación entre áreas metropolitanas, funcionan mejor las metodologías más objetivas basadas en regresiones econométricas, como la de McDonald y Prather (1994).
- Entre 1991 y 2003, la base económica de la Región Metropolitana de Barcelona continúa sujeta a un proceso de terciarización que se inició en los años setenta. La estructura productiva de sus municipios se sitúa a medio camino entre la especialización y la diversificación, aunque con una tendencia clara hacia la diversificación. Se corrobora la existencia de una importante concentración del empleo industrial en pocos municipios y en poca superficie de suelo, aunque existe un proceso de redistribución territorial del empleo manufacturero que está provocando una reducción en sus niveles de concentración municipal y espacial. Todos estos procesos vienen acompañados, a su vez, por un aumento en la separación espacial del empleo industrial. En la RMB predominan las empresas medianas y pequeñas, aunque su tamaño ha crecido de manera continuada desde mitad de los años noventa.
- Apoyados en la flexibilidad que proporciona el método de estimación Locally weighted regression, se ha estimado la estructura espacial del empleo industrial para el conjunto de la RMB y para seis ejes de desarrollo metropolitano. Los resultados gráficos muestran en general la existencia de máximos locales más allá del CBD y, por

lo tanto, son evidencia empírica indirecta de la existencia de una estructura espacial del empleo industrial de tipo policéntrico. La evolución temporal de la estructura espacial muestra la existencia de un proceso de descentralización del empleo, caracterizado por la caída de la densidad central y el aumento de las densidades periféricas. En la mayoría de los casos, además, el crecimiento periférico de densidades se concentra también en los candidatos a subcentro.

- Tras la aplicación de una metodología específica, se identifican los subcentros especializados de empleo industrial de la RMB. Éstos muestran una tendencia clara a localizarse relativamente cerca del centro de la región, especialmente alrededor de las principales infraestructuras viarias, reduciéndose la distancia ponderada entre ellos, así como con respecto al CBD. Mediante técnicas econométricas se verifica la existencia de una estructura espacial de tipo policéntrico en todas las agregaciones sectoriales consideradas.
- El Policentrismo de la RMB se acentúa con el tiempo, tal y como refleja, en primer lugar, el aumento en el número de subcentros y su acumulación cada vez mayor del empleo de la región. En segundo lugar, aumenta también la influencia de los subcentros identificados sobre la distribución espacial del resto del empleo en el territorio metropolitano. En última instancia, detrás de esta dinámica se encuentra el proceso de descentralización del empleo industrial detectado en la Región Metropolitana de Barcelona.
- Los resultados de la estimación del modelo empírico que relaciona la estructura espacial con las economías de aglomeración intrametropolitana confirman que los cambios detectados en la estructura espacial vienen impulsados por los efectos de largo plazo asociados a la presencia de economías y deseconomías de aglomeración de ámbito metropolitano y local (municipal y supramunicipal): el *trade off* entre la congestión del ámbito municipal y las economías de urbanización de ámbito supramunicipal, cuyo radio de acción más significativo es de 12 kilómetros, están condicionando los cambios en la distribución espacial del empleo. Con una importancia menor, el acceso a las economías de localización procedentes del subcentro especializado más próximo y a las economías de diversidad productiva

municipal, que en algunos casos se corresponden con externalidades dinámicas tipo Jacobs, están también incidiendo sobre la reestructuración espacial del empleo.

- En el corto plazo, parte de estas economías de aglomeración vuelven a ser protagonistas. En este caso, las economías de localización procedentes del subcentro especializado más próximo, el acceso a la vía preferente más cercana, los beneficios procedentes de una estructura de mercado basada en la gran empresa en el ámbito supramunicipal, también de 12 kilómetros, y en la competencia en el ámbito municipal, y las economías de urbanización supramunicipales (12 Km.) propician la concentración municipal del empleo. La congestión del ámbito municipal favorece una distribución espacial del empleo más dispersa.
- La elevada capacidad explicativa que, en el largo plazo, presenta el modelo empírico propuesto, así como la baja bondad de ajuste del corto plazo, todavía son susceptibles de mejora si se incorpora a otros agentes que rivalizan con la actividad industrial por el uso del suelo. Concretamente, la inclusión de la dinámica de la población permitirá detectar la influencia que se ejercen mutuamente ambas actividades.

BIBLIOGRAFÍA

- ACS, Z.J., AUDRETSCH, D.B. y M.P. FELDMAN (1992) Real effects of academic research: Comment, *American Economic Review*, 82, pp. 363-367.
- ALMEIDA, P. y B. KOGUT (1999) Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks, *Management Science*, 45, pp. 905-917.
- ALÁEZ, R., LONGÁS, J.C. y M. ULLIBARRI (2001) La relación entre efectos externos y aglomeración: aproximación a su estudio a partir de la evidencia empírica disponible, *Revista de Estudios Regionales*, 61, pp. 151-167.
- ALONSO, W. (1960) A theory of the urban land market, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 6, pp. 149-158.
- ALONSO, W. (1964) *Location and land use. Toward a general theory of land rent*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- ANAS, A. ARNOTT, R. y K.A. SMALL (1998) Urban spatial structure, *Journal of Economic Literature*, 36, pp. 1426-1464.
- ANDERSON, J.E. (1982) Cubic spline urban density functions, *Journal of Urban Economics*, 12, pp. 155-167.
- ANDERSON, J.E. (1985) The changing structure of a city: Temporal changes in cubic spline urban density patterns, *Journal of Regional Science*, 25, pp. 413-425.
- 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.
- ARAUZO, J.M. (2002) *Els determinants de la localització industrial i residencial: una aplicació als municipis catalans*, Tesis Doctoral, Departament d'Economia, Universitat Rovira i Virgili.

- ARAUZO, J.M. (2005) Determinants of industrial location: An application for catalan municipalities, *Papers in Regional Science*, 84, pp. 105-119.
- ASENSIO, J. (2000) Cambios en la forma urbana y demanda de transporte, Tesis Doctoral, Departament d'Economia Aplicada, 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.
- BARBÉ, LL. (1993) Curs d'introducció a l'economia I, l'escola clàssica, Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona Publicacions.
- BATTEN, D. (1995) Network cities: Creative urban agglomerations for the 21th century, *Urban Studies*, 32, pp. 313-327.
- 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.
- BECATTINI, G. (1979) Dal settore industriale al distretto industriale. Alcune considerazioni sull'unità di indagine dell'economia industriale, *Revista di Economia e Politica Industriale*, 1, pp. 1-8.
- BECATTINI, G. (1990) The marshallian industrial district as a socio-economic notion, en F. PYKE, G. BECATTINI y W. SENGENBERGER (Eds.), *Industrial districts and local economic regeneration*, Geneva: International Institute for Labour Studies, pp. 37-51.
- BECATTINI, G. (2002a) Industrial sectors and industrial districts: Tools for industrial analysis, *European Planning Studies*, 10, pp. 483-493.

- BECATTINI, G. (2002b) Del distrito industrial marshalliano a la “teoría del distrito” contemporánea. Una breve reconstrucción crítica, *Investigaciones Regionales*, 1, pp. 9-32.
- BECATTINI, G., TRULLÉN, J. y M. T. COSTA (2002) *Desarrollo local: teorías y estrategias*, Madrid: Civitas Ediciones, S.L.
- BEESON, P. (1990) Sources of the decline in manufacturing in large metropolitan areas, *Journal of Urban Economics*, 28, pp. 71-86.
- BENDER, B. y H. HWANG (1985) Hedonic house price indices and secondary employment centers, *Journal of Urban Economics*, 17, pp. 90-107.
- BERLIANT, M., PENG, S-K y P. WANG (2002) Production externalities and urban configuration, *Journal of Economic Theory*, 104, pp. 275-303.
- 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.
- BERTAUD, A. y S. MALPEZZI (2003) The spatial distribution of population in 48 world cities: Implications for economies in transition, mimeo.
- BOARNET, M. (1994a) The monocentric model and employment location, *Journal of Urban Economics*, 36, pp. 79-97.
- BOARNET, M. (1994b) An empirical model of intrametropolitan population and employment growth, *Papers in Regional Science*, 73, pp. 135-152.
- 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.
- BOIX, R. (2004) *Redes de Ciudades y Externalidades*, *Investigaciones Regionales*, 4, pp. 5-28.

- BOURNE, L.S. (1989) Are new urban forms emerging? Empirical tests for Canadian urban areas, *Canadian Geographer*, 33, pp. 312-328.
- BRUECKNER, J.K. (1987) The structure of urban equilibria: A unified treatment of the Muth-Mills model, en E.S. MILLS (Ed.), *Handbook of regional and urban economics*, Volumen 2, Amsterdam: North Holland, pp. 821-845.
- BURNS, M.C., M. BOIX y J. ROCA (2001) Contrasting indications of polycentrism within Spain's metropolitan urban regions, Paper for the Eighth European Estate Society Conference, Alicante, June 26-29.
- CALLEJÓN, M. y M.T. COSTA (1995) Economías externas y localización de las actividades industriales, *Economía Industrial*, 305, pp. 75-87.
- CALLEJÓN, M. y M.T. COSTA (1996) Geografía de la producción. Incidencia de las externalidades en la localización de actividades en España, *Información Comercial Española*, 754, pp. 39-49.
- CAMAGNI, R. (1993) Le reti di città in Lombardia. Introduzione e sintesi della ricerca, en CAMAGNI, R. y G. DE BLASIO (Eds.), *Le reti de città: Teoria, politiche e analisi nell'area padana*. Milan, Franco Angeli.
- CAMAGNI, R. (1994) From city hierarchy to city network: Reflections about an emerging paradigm, en CUADRADO-ROURA, J.R., P. NIJKAMP y P. SALVA (Eds.), *Moving frontiers, economic restructuring, regional development and emerging networks*, Aldershot: Avebury, corp.
- 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.

- CENTRE DE POLÍTIQUES DE SÒL I VALORACIONS (2000) La Delimitació de l'Àrea Metropolitana de Barcelona 1996. Mimeo.
- CERVERO, R. (1989) America's suburban centers: The land use transportation link, Boston, MA: Unwin Hyman.
- 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.
- CERVERO, R. y K-L WU (1998) Sub-centring and commuting: Evidence from the San Francisco Bay area, 1980-90, *Urban Studies*, 35, pp. 1059-1076.
- CICCONI, A. y R.E. HALL (1996) Productivity and the density of economic activity, *The American Economic Review*, 86, pp. 54-70.
- CLARK, C. (1951) Urban population densities, *Journal of the Royal Statistical Society*, 114, pp. 490-496.
- 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 (1988) 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.
- CLUSA, J. y J. ROCA CLADERA (1997) El canvi d'escala de la ciutat metropolitana de Barcelona, *Revista Econòmica de Catalunya*, 33, pp. 44-53.

- COMBES, P-P. (2000) Economic structure and local growth : France, 1984-1993, *Journal of Urban Economics*, 47, pp. 329-355.
- COSTA, M.T. (1988) Descentramiento productivo y difusión territorial. El modelo de especialización flexible, *Papeles de Economía Española*, 35, pp. 251-276.
- COSTA, M.T. (1992) Cambios en la organización industrial: Cooperación local y competitividad internacional. Panorama general, *Economía Industrial*, 286, pp. 19-36.
- 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.
- DE LUCIO, J.J. (1997) Geografía económica y crecimiento: externalidades, localización y aglomeración, Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares.
- DE LUCIO, J.J. (2001) Un análisis global, territorial y sectorial de los efectos externos de conocimiento, *Revista de Estudios Regionales*, 59, pp. 15-46.
- DE LUCIO, J.J., HERCE, J.A. y A. GOICOLEA (1996) Externalities and industrial growth: Spain 1978-1992, Documento de Trabajo 96-14, FEDA.
- DE LUCIO, J.J., HERCE, J.A. y A. GOICOLEA (2002) The effects of externalities on productivity growth in Spanish industry, *Regional Science and Urban Economics*, 32, pp. 241-258.
- DEMATTEIS, G. (1990) Modelli urbani a rete. Considerazioni preliminari, en CURTI, F, y L. DIAPPI (Eds.), *Gerarchie e reti di città: Tendenze e politiche*. Milan: Franco Angeli, pp. 27-48.
- DEMATTEIS, G. (1991a) Sistemi locali nucleari e sistemi a rete. Un contributo geografico all'interpretazione delle dinamiche urbane, en BERTUGLIA, C.S. y A. LA BELLA (Eds.), *Sistemi urbani*, Milan: Franco Angeli.

- DEMATTEIS, G. (1991b) Il sistema urbano, en FUA, G. (Ed.), Orientamenti per la politica del territorio, Milan: Franco Angeli, pp. 483-513.
- DIXIT, A.K. y J.E. STIGLITZ (1977) Monopolistic competition and optimum product diversity, *American Economic Review*, 67, pp. 297-308.
- DOWALL, D.E. y A. TREFFEISEN (1991) Spatial transformation in cities of the developing world. Multinucleation and land-capital suburbanisation in Bogotá, 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.
- DURANTON, G. y H.G. OVERMANS (2002) Testing for localisation using micro-geographic data, London School of Economics Working Papers.
- DURANTON, G. y D. PUGA (2004) Micro-foundations of urban agglomeration economies, en J.V. HENDERSON y J.-F. THISSE (Eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, Volumen 4, Amsterdam: North Holland, pp. 2063-2117.
- ELLISON, G. y E.L. GLAESER (1997) Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: A dartboard approach, *Journal of Political Economy*, 105, pp. 889-927.
- EMMANUEL, C. y G. DEMATTEIS (1990) Reti urbane minori e desconcentrazione metropolitane nella Padania centro-occidentale, en MARTELLATO, D. y F. SFORZI (Eds.), *Studi sui sistema urbani*, Milan: Franco Angeli, pp. 233-261.
- 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.
- FOGARTY, M. y G. GAROFALO (1978) Urban spatial structure and productivity growth in the manufacturing sector of cities, *Journal of Urban Economics*, 23, pp. 60-70.
- FONT, A., C. LLOP y J.M. VILANOVA (1999) La construcció del territori metropolità. Morfogènesi de la regió urbana de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona, Mancomunitat de municipis.
- FRANKENA, M.W. (1978) A bias in estimating urban population density functions, *Journal of Urban Economics*, 5, pp. 35-45.
- FRANKENA, M.W. (1981) Intrametropolitan location of employment, *Journal of Urban Economics*, 10, pp. 256-269.
- FUJITA, M. (1988) A Monopolistic competition model of spatial agglomeration: Differentiated products approach, *Regional Science and Urban Economics*, 18, pp. 87-124.
- FUJITA, M. (1989) *Urban economic theory. Land use and city size*, Cambridge: Cambridge University Press.
- FUJITA, M. y P. KRUGMAN (1995) When is the economy monocentric? Von Thünen and Chamberlin unified, *Regional Science and Urban Economics*, 25, pp. 505-528.
- FUJITA, M., KRUGMAN, P. y T. MORI (1999) On the evolution of hierarchical urban systems, *European Economic Review*, 43, pp. 209-251.
- FUJITA, M. y T. MORI (1997) Structural stability and evolution of urban systems, *Regionals Science and Urban Economics*, 27, pp. 399-442.

- 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. y J.-F. THISSE (2002) *Economics of agglomeration. Cities, industrial location and regional growth*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 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, M.A. (2001a) *Distribución espacial de la actividad económica y estructura urbana: El caso de la Región Metropolitana de Barcelona*, Tesina de Investigación, Departament d'Economia Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona.
- GARCÍA, M.A. (2001b) *Distribución espacial de la actividad económica y estructura urbana: El caso de la Región Metropolitana de Barcelona*, Document de Treball 01.19, Departament d'Economia Aplicada, UAB.
- GARCÍA, M.A. y I. MUÑIZ (2005a) *El impacto espacial de las economías de aglomeración y su efecto sobre la estructura urbana. El caso de la industria en Barcelona, 1986-1996*, Document de Treball 05.0, Departament d'Economia Aplicada, UAB.
- GARCÍA, M.A. y I. MUÑIZ (2005b) *Descentralización del empleo: ¿Compactación policéntrica o dispersión? El caso de la Región Metropolitana de Barcelona 1986-1996*, Document de Treball 05.06, Departament d'Economia Aplicada, UAB.
- GIULIANO, G. y K.A. SMALL (1991) Subcenters in the Los Angeles region, *Regional Science and Urban Economics* 21, 163-182.
- GLAESER, E.L. y M.E. KAHN (2001) *Decentralized employment and the transformation of the American city*, Working Paper 8117, NBER Working Paper Series.

- GLAESER, E.L., KALLAL, H.D., SCHEINKMAN, J.A. y A. SHLEIFER (1992) Growth in cities, *Journal of Political Economy*, 100, pp. 1126-1152.
- GOLDSTEIN, G.S. y L.N. MOSES (1975) Interdependence and the location of economic activity, *Journal of Urban Economics*, 2, pp. 63-84.
- 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., H.W. RICHARDSON 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.
- HALL, P., T. REY, H. GRACEY y R. DREWETT. (1973) The containment of urban England. London: Allen & Unwin.
- 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.
- HENDERSON, J.V. (1977) *Economic theory and the cities*, New York: Academic Press.

- HENDERSON, J.V. (1986) Efficiency of resource usage and city size, *Journal of Urban Economics*, 19, pp. 47-70.
- HENDERSON, J.V. (1997) Externalities and industrial development, *Journal of Urban Economics*, 42, pp. 449-470.
- HENDERSON, J.V. (2003) Marshall's scale economies, *Journal of Urban Economics*, 53, pp. 1-28.
- HENDERSON, J.V., KUNCORO, A. y M. TURNER (1995) Industrial development in cities, *Journal of Political Economy*, 103, pp. 1067-1090.
- HERNÁNDEZ, F. y V. SOLER (2003) Cuantificación del "efecto distrito" a través de medidas no radiales de eficiencia técnica, *Investigaciones Regionales*, 3, pp. 25-39.
- HOOVER, E.M. (1937) *Location theory and the shoe and leather industries*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- IMAI, H. (1982) CBD hypothesis and economies of agglomeration, *Journal of Economic Theory*, 28, pp. 275-299.
- JACOBS, J. (1969) *The economy of cities*, New York: Vintage Books.
- JAFFE, A.B., TRAJTENGERG, M. y R. HENDERSON (1993) Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations, *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 577-598.
- KHAN, M.E. (2000) The environmental impact of suburbanization, *Journal of Policy Analysis and Management*, 19, pp. 569-586.
- KOIDE, H. (1990) General equilibrium analysis of urban spatial structure: the port-city model reconsidered, *Journal of Regional Science*, 30, pp. 325-347.

- KRUGMAN, P. (1991) Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy*, 99, pp. 483-499.
- KRUGMAN, P. (1993) First nature, second nature and metropolitan location, *Journal of Regional Science*, 33, pp. 129-144.
- LATHAM, R. y M. YEATES (1970) Population density in metropolitan Toronto, *Geographical Analysis*, 2, pp. 177-185.
- LIU, H.-L. y M. FUJITA (1991) A monopolistic competition model of spatial agglomeration with variable density, *Annals of Regional Science*, 25, pp. 81-99.
- LLOP, C. (1995) Espais projectuals d'una metròpoli. Canvis en l'estructura espacial de l'àrea central metropolitana de Barcelona 1976-1991, Tesis Doctoral, Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori, Universitat Politècnica de Catalunya.
- LUCAS, R.E. Jr. (1988) On the mechanics of economic development, *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42.
- LUCAS, R.E. Jr. (2001) Externalities and cities, *Review of Economic Dynamics*, 4, pp. 245-274.
- LUCAS, R.E. Jr. y E. ROSSI-HANSBERG (2002) On the internal structure of cities, *Econometrica*, 70, pp. 1445-1476.
- MACAULEY, M.K. (1985) Estimation and recent behavior of urban population and employment density gradients, *Journal of Urban Economics*, 18, pp. 251-260.
- MARSHALL, A. (1890) *Principles of economics*. Reimpresión 1972, London: MacMillan.
- MARTORI, J.C. y J. SURINACH (2002) Urban population density functions: The Case of the Barcelona region, *Documents de Recerca, Universitat de Vic*, 6, pp. 1-18.

- MATAS, A. y J.L. ROIG (2004) Una aproximación sectorial a la localización industrial en Cataluña, Document de Treball 04.06, Departament d'Economia Aplicada, UAB.
- McDONALD, J.F. (1985) The intensity of land use in urban employment sectors: Chicago 1956-1970, *Journal of Urban Economics*, 18, pp. 261-277.
- 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. (1997) *Fundamentals of urban economics*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- McDONALD, J.F. y D.P. McMILLEN (1990) Employment subcenters and land values in a polycentric urban areas: the case of Chicago, *Environment and Planning A*, 22, pp. 1561-1574.
- McDONALD, J.F. y D.P. McMILLEN (2000) Employment subcenters and subsequent real estate development in suburban Chicago, *Journal of Urban Economics*, 48, pp. 135-147.
- McDONALD, J.F. y P.J. PRATHER (1994) Suburban employment centres: The case of Chicago, *Urban Studies*, 31, pp. 201-218.
- 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. (2001) Non-parametric employment subcenter identification, *Journal of Urban Economics*, 50, pp. 448-473.

- McMILLEN, D.P. (2003) The return of centralization to Chicago: Using repeat sales to identify changes in house price distance gradients, *Regional Science and Urban Economics*, 33, 287-304.
- McMILLEN, D.P. (2004) Employment densities, spatial autocorrelation, and subcenters in large metropolitan areas, *Journal of Regional Science*, 44, pp. 225-243.
- McMILLEN, D.P. y T.W. LESTER (2003) Evolving subcenters: Employment and population densities in Chicago, 1970-2020, *Journal of Housing Economics*, 12, pp. 60-81.
- 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.
- MIDELFART-KNARVIK, K.H., OVERMAN, H.G., REDDING, S.J. y A.J. VENABLES (2000) The location of european industry, *Economic Papers* 142, European Commission, D.G. for Economic and Financial Affairs, Brussels.
- MILLS, E.S. (1967) An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area, *American Economic Review*, 57, pp. 197-210.
- MILLS, E.S. (1972a) *Urban economics*, Glenview: Scott, Foresman and Company.
- MILLS, E.S. (1972b) *Studies in the structure of the urban economy*, Baltimore: The Johns Hopkins Press.
- MILLS, E.S. y K. OHTA (1976) Urbanization and urban problems, en PATRICK y ROSOVSKY (Eds.), *Asia's New Giant*, Washington D.C.: The Brookings Institution.

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. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra: Servei de Publicacions.

MMAMB (1995) Dinàmiques metropolitanes a l'àrea i la regió de Barcelona, Serveis d'estudis territorials de la MMAMB.

MMAMB (2003) El territori metropolità de Barcelona. Dades bàsiques, evolució recent i perspectives, Serveis d'estudis territorials de la MMAMB.

MOOMAW, R.L. (1983) Is population scale a worthless surrogate for business agglomeration economies?, *Regional Science and Urban Economics*, 13, pp. 525-545.

MULLEN, J. y M. WILLIAMS (1987) Technical progress in urban manufacturing: North-South comparisons, *Journal of Urban Economics*, 21, pp. 194-208.

MULLEN, J. y M. WILLIAMS (1990) Explaining total factor productivity differentials in urban manufacturing, *Journal of Urban Economics*, 28, pp. 103-123.

MUÑIZ, I. y A. GALINDO (2001) Ecological sustainability and urban form, Document de Treball, 01.20, Departament d'Economia Aplicada.

MUÑIZ, I. y A. GALINDO (2002) Estructura metropolitana y funciones de densidad residencial: El caso de la Región Metropolitana de Barcelona, Document de Treball, 02.03, Departament d'Economia Aplicada.

MUÑIZ, I. y A. GALINDO (2005) Urban form and the ecological footprint of commuting. The case of Barcelona, *Ecological Economics*, 55, pp. 499-514.

- MUÑIZ, I., GALINDO, A. y M.A. GARCIA (2003a) Cubic spline population density functions and satellite city delimitation: The case of Barcelona, *Urban Studies*, 40, pp. 1303-1321.
- MUÑIZ, I., GALINDO, A. y M.A. GARCIA (2003b) ¿Es Barcelona una ciudad policéntrica?, Document de Treball, 03.09, Departament d'Economia Aplicada.
- MUTH, R.F. (1961) The spatial structure of the housing market, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 7, pp. 207-220.
- MUTH, R.F. (1969) *Cities and housing. The spatial pattern of urban residential land use*, Chicago: The University of Chicago Press.
- NAKAMURA, R. (1985) Agglomeration economies in urban manufacturing industries: A case of Japanese cities, *Journal of Urban Economics*, 17, pp. 108-124.
- NEWLING, B.E. (1969) The spatial variation of urban population density, *Geographical Review*, 59, pp. 242-252.
- 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.
- OGAWA, H. y M. FUJITA (1989) Nonmonocentric urban configurations in a two-dimensional space, *Environment and Planning A*, 21, pp. 363-374.
- OHLIN, B.G. (1933) *Interregional and international trade*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

- O'HUALLACHAIN, B. y M. SATTERTHWAITTE (1992) Sectoral growth patterns at the metropolitan level: an evaluation of economic development incentives, *Journal of Urban Economics*, 31, pp. 25-58.
- PAPAGEORGIU, Y.Y. y D. PINES (1999) *An essay on urban economic theory*, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- PIM (2001) *Indicadors econòmics i territorials de la Regió Metropolitana de Barcelona*, Pacte Industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona, Departament d'Economia Aplicada, UAB.
- PLA TERRITORIAL METROPOLITÀ DE BARCELONA (1998) *Informació de base. Versió 2.0*, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya.
- PORTER, M.E. (1990) *The competitive advantage of nations*, London: Macmillan.
- RICARDO, D. (1817) *The principles of political economy and taxation*, Reimpresión 1963, Homewood: Richard D. Irwin.
- RICHARDSON, H.W. (1977) *The new urban economics and alternatives*, London: Pion Limited.
- RICHARDSON, H.W. (1986) *Economía regional y urbana*, Madrid: Alianza.
- RICHARDSON, H.W. (1995) *Economies and diseconomies of agglomeration*, en H. GIERSCH (Ed.), *Urban agglomeration and economic growth*, Berlin: Springer.
- ROGERS, R. (2000) *Ciudades para un pequeño planeta*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- ROMER, P.M. (1986) Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.

- ROSENTHAL, S.S. y W.C. STRANGE (2001) The determinants of agglomeration, *Journal of Urban Economics*, 50, pp. 191-229.
- ROSENTHAL, S.S. y W.C. STRANGE (2003) Geography, industrial organization, and agglomeration, *Review of Economics and Statistics*, 85, pp. 377-393.
- ROSENTHAL, S.S. y W.C. STRANGE (2004) Evidence on the nature and sources of agglomeration economies, en J.V. HENDERSON y J.-F. THISSE (Eds.), *Handbook of regional and urban economics*, Volumen 4, Amsterdam: North Holland, pp. 2119-2171.
- SASAKI, K. (1990) The establishment of a subcenter and urban spatial structure, *Environment and Planning A*, 22, pp. 369-383.
- 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.
- SCHWEIZER, U. y P. VARAIYA (1976) The spatial structure of production with a Leontieff technology, *Regional Science and Urban Economics*, 6, pp. 231-251.
- SCITOVSKY, T. (1954) Two concepts of external economies, *Journal of Political Economy*, 62, pp. 143-151.
- SFORZI, F. (1989) The geography of industrial districts in Italy, en E. GOODMAN, J. BAMFORD y P. SAYNOR (Eds.), *Small Firms and Industrial Districts in Italy*, London: Routledge, pp. 153-173.
- SFORZI, F. (1994) The tuscan model: an interpretation in light of recent trends, en R. LEONARDI y R. Y. NANETTI (Eds.), *Regional Development in a Modern European Economy: The Case of Tuscany*, Londo: Pinter.

- SFORZI, F. (2000) Local development in the experience of italian industrial districts, en B. CORI et al. (Eds.), *Geographies of Diversity. Italian Perspectives*, Roma: CNR, pp. 133-156.
- 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.
- SMITH, A. (1776) *The wealth of nations*. Reimpresión 1976, Chicago: University of Chicago Press.
- SOLER, V. (2000) Verificación de las hipótesis del distrito industrial: Una aplicación al caso valenciano, *Economía Industrial*, 334, pp. 13-23.
- SONG, S. (1994) Modelling Worker residence distribution in Los Angeles region, *Urban Studies*, 31, pp. 1533-1544.
- STEEN, R.C. (1986) Nonubiquitous transportation and urban population density gradients, *Journal of Urban Economics*, 20, pp. 97-106.
- STRASZHEIM, M. (1984) Urban agglomeration effects and employment and wage gradients, *Journal of Urban Economics*, 16, pp. 187-207.
- SULLIVAN, A.M. (1986) A general equilibrium model with agglomerative economies and decentralized employment, *Journal of Urban Economics*, 20, pp. 55-75.
- SVEIKAUSKAS, L. (1975) The productivity of cities, *Quarterly Journal of Economics*, 89, pp. 393-413.

- TRULLÉN, J. (1990) Caracterización de los distritos industriales. El distrito industrial marshalliano en el debate actual sobre desarrollo regional y localización industrial, *Economía Industrial*, 273, pp. 151-161.
- TRULLÉN, J. (1991) El planejament territorial de la Regió I des d'una perspectiva econòmica: cap a un nou model de desenvolupament econòmic i social de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, *Papers*, 3, pp. 33-44.
- TRULLÉN, J. (1992) Eficacia productiva y cooperación entre empresas locales: la aproximación desde la teoría marshalliana del distrito industrial, *Economía Industrial*, 286, pp. 37-41.
- TRULLÉN, J. (1998) Factors territorials de competitivitat de la Regió Metropolitana de Barcelona, *Revista Econòmica de Catalunya*, 34, pp. 34-56.
- TRULLÉN, J. (2003) *Economía de l'arc tecnològic de la Regió Metropolitana de Barcelona*, mimeo.
- TRULLÉN, J., LLADÓS, J. Y R. BOIX (2002) Economía del conocimiento, ciudad y competitividad, *Investigaciones Regionales*, 1, pp. 139-164.
- VILADECANS, E. (1999) El papel de las economías de aglomeración en la localización de las actividades industriales: un análisis del caso español, Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona.
- VILADECANS, E. (2003) Economías externas y localización del empleo industrial, *Revista de Economía Aplicada*, 31, pp. 5-32.
- VILADECANS, E. (2004) Agglomeration economies and industrial location: city-level evidence, *Journal of Economic Geography*, 4, pp. 565-582.

- VILANOVA, J.M. (1995) Espacio residencia y metrópoli. Las tramas residenciales en la formación de la Barcelona metropolitana 1856-1953, Tesis Doctoral, Departament d'Urbanismes i Ordenació del Territori, Universitat Politècnica de Barcelona.
- VON THÜNEN, J.H. (1826) Der isolierte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationaleconomie, Hamburgo.
- WEBER, A. (1909) Über den standort der industrien. Traducido al inglés como Alfred Weber's theory of location of industries por C.J. Friedrich 1929, Chicago: University of Chicago Press.
- WHEATON, W.C. (1974) A comparative static analysis of urban spatial structure, *Journal of Economic Theory*, 9, pp. 223-237.
- WHITE, H. (1980) A heteroskedasticity consistent covariance matrix estimator and a direct test of heteroskedasticity, *Econometrica*, 48, pp. 817-838.
- WHITE, M.J. (1976) Firm suburbanization and urban subcenters, *Journal of Urban Economics*, 3, pp. 323-343.
- 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*, Volumen 3, Amsterdam: North Holland, 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.
- ZHENG, X.P. (1991) Metropolitan spatial structure and its determinants: A case study of Tokyo, *Urban Studies*, 28, pp. 87-104.

ANEXOS

ANEXO CAPÍTULO 5

Locally weighted regression permite especificar cualquier relación entre variable dependiente y variables independientes. Para cada i LWR calcula las estimaciones de los parámetros en una regresión polinómica de grado λ de x_i . Entonces, el argumento minimizador anterior puede ser reformulado como

$$\hat{\beta}_j(x_i) = \arg \min \left[\sum_{k=1}^n w_{ik} \left(y_k - \beta_{j=0} x_k^{j=0} - \beta_{j=1} x_k^{j=1} - \dots - \beta_{j=\lambda} x_k^{j=\lambda} \right)^2 \right]$$

$$\hat{\beta}_j(x_i) = \arg \min \left[\sum_{k=1}^n w_{ik} \left(y_k - \beta_0 - \beta_1 x_k - \dots - \beta_\lambda x_k^\lambda \right)^2 \right]^1$$

Por otra parte, los coeficientes estimados pueden ser expresados como

$$\hat{\beta}_j(x_i) = \left(\sum_k w_{ik} x_k x_k' \right)^{-1} \sum_k w_{ik} x_k y_k$$

Entonces, sustituyendo esta expresión en la ecuación de la regresión estimada, el valor estimado es calculado como

$$\hat{y}_i = \hat{g}(x_i) = x_i' \hat{\beta}_j(x_i) = x_i' \left(\sum_k w_{ik} x_k x_k' \right)^{-1} \sum_k w_{ik} x_k y_k$$

Si sólo consideramos una variable explicativa, es decir, $p = 1$, la regresión en cada punto es calculada como

¹ Si $\lambda = 0$, $\hat{\beta}_j(x_i) = \arg \min \left[\sum_{k=1}^n w_{ik} (y_k - \beta_0)^2 \right]$ y asume una constancia local entre variables independientes y variable dependiente, entonces no hay relación entre ellas.

Si $\lambda = 1$, $\hat{\beta}_j(x_i) = \arg \min \left[\sum_{k=1}^n w_{ik} (y_k - \beta_0 - \beta_1 x_k)^2 \right]$ y establece una relación local lineal.

Si $\lambda = 2$, $\hat{\beta}_j(x_i) = \arg \min \left[\sum_{k=1}^n w_{ik} (y_k - \beta_0 - \beta_1 x_k - \beta_2 x_k^2)^2 \right]$ y asume una relación local cuadrática.

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= (1 \quad x_1 \quad \cdots \quad x_1^\lambda) \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0(x_1) \\ \vdots \\ \hat{\beta}_\lambda(x_1) \end{pmatrix} \\ &\vdots \\ \hat{y}_n &= (1 \quad x_n \quad \cdots \quad x_n^\lambda) \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0(x_n) \\ \vdots \\ \hat{\beta}_\lambda(x_n) \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Además, el valor ajustado \hat{y}_i es una ponderación media de todas las y_i (McMillen, 1996), donde $l_k(x_i)$ no depende de y_k , pero son sus coeficientes los que surgen de la regresión (Cleveland, 1979).

$$\hat{y}_i = \hat{g}(x_i) = \sum_{j=1}^{\lambda} \hat{\beta}_j(x_i) x_i^j = \sum_{k=1}^n l_k(x_i) y_k$$

Los residuos LWR son la diferencia entre los valores observados y los estimados para cada observación x_i .

$$\hat{\varepsilon}_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - \hat{g}(x_i)$$

En notación matricial,

$$\hat{\varepsilon} = Y - \hat{Y} = Y - \hat{g}(x) = Y - LY = (I - L)Y$$

donde L es la matriz $n \times n$ con (i, k) elementos $(l_k(x_i))$ e I es la matriz identidad $n \times n$.

Siguiendo a Cleveland et al. (1988), puesto que y_i está normalmente distribuida con varianza σ^2 , \hat{y}_i tiene una distribución normal con varianza

$$\sigma^2(x) = \sigma^2 \sum_{i=1}^n l_i^2(x)$$

Entonces, \hat{Y} y $\hat{\varepsilon}$ son normales multivariantes con matrices de covarianza

$$\sigma^2 LL'$$

$$\sigma^2 (I-L)(I-L)'$$

respectivamente.

Puesto que asumimos una perturbación independiente e idénticamente distribuida con varianza σ^2 , es decir $E\varepsilon\varepsilon' = \sigma^2 I$, y teniendo en cuenta la matriz de covarianzas de $\hat{\varepsilon}$, entonces

$$E\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon} = \sigma^2 \text{tr} \left[(I-L)(I-L)' \right]$$

Ahora podemos estimar σ^2 por

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}}{\text{tr} \left[(I-L)(I-L)' \right]}$$

Cuando se cumplen los supuestos sobre independencia y normalidad, generalizaciones de los métodos tradicionales de mínimos cuadrados pueden ser empleados para llevar a cabo test estadísticos (Cleveland et al., 1988).

08001 Abrera	08086 Franqueses del Vallès (Les)	08164 Pla del Penedès (El)	08239 St. Quirze Safaja
08003 Alella	08087 Gallifà	08167 Polinyà	08240 St. Sadurní d'Anoia
08005 Ametlla del Vallès (L')	08088 Garriga (La)	08168 Pontons	08244 Sta. Coloma de Cervelló
08006 Arenys de Mar	08089 Gavà	08169 Prat de Llobregat (El)	08245 Sta. Coloma de Gramenet
08007 Arenys de Munt	08091 Gelida	08172 Premià de Mar	08248 Sta. Eulàlia de Ronçana
08009 Argentona	08094 Granada (La)	08174 Puigdalber	08249 Sta. Fe del Penedès
08013 Avinyonet del Penedès	08095 Granera	08179 Rellinars	08251 Sta. Margarida i els Monjos
08014 Aiguafreda	08096 Granollers	08180 Ripollet	08252 Barberà del Vallès
08015 Badalona	08097 Gualba	08181 Roca del Vallès (La)	08256 Sta. Maria de Martorelles
08019 Barcelona	08101 Hospitalet de Llobregat (L')	08184 Rubí	08259 Sta. Maria de Palutordera
08020 Begues	08105 Llagosta (La)	08187 Sabadell	08260 Sta. Perpètua de Mogoda
08023 Bigues i Riells	08106 Llinars del Vallès	08193 St. Iscle de Vallalta	08261 Sta. Susanna
08027 Cabanyes (Les)	08107 Llicà d'Amunt	08194 St. Adrià del Besòs	08263 St. Vicenç dels Horts
08029 Cabrera de Mar	08108 Lliçà de Vall	08196 St. Andreu de la Barca	08264 St. Vicenç de Montalt
08030 Cabrials	08110 Malgrat de Mar	08197 St. Andreu de Llavaneres	08266 Cerdanyola del Vallès
08032 Caldes d'Estrac	08114 Martorell	08198 St. Antoni de Vilamajor	08267 Sentmenat
08033 Caldes de Montbui	08115 Martorelles	08200 St. Boi de Llobregat	08270 Sitges
08035 Calella	08118 Masnou (El)	08202 St. Celoni	08273 Subirats
08039 Campins	08120 Matadepera	08203 St. Cebrià de Vallalta	08276 Tagament
08040 Canet de Mar	08121 Mataró	08204 St. Climent de Llobregat	08279 Terrassa
08041 Canovelles	08122 Mediona	08205 St. Cugat del Vallès	08281 Teia
08042 Cànoves i Samalús	08123 Molins de Reis	08206 St. Cugat Sesgarrigues	08282 Tiana
08043 Canyelles	08124 Mollet del Vallès	08207 St. Esteve de Palautordera	08284 Tordera
08046 Cardedeu	08125 Montcada i Reixac	08208 St. Esteve Sesrovires	08287 Torrelavit
08051 Castellar del Vallès	08126 Montgat	08209 St. Fost de Campsentelles	08288 Torrelles de Foix
08054 Castellbisbal	08134 Figaró-Montmany	08210 St. Feliu de Codines	08289 Torrelles de Llobregat
08055 Castellcir	08135 Montmeló	08211 St. Feliu de Llobregat	08290 Ullastrell
08056 Castelldefels	08136 Montornès del Vallès	08214 Vilassar de Dalt	08291 Vacarisses
08058 Castellet i la Gornal	08137 Montseny	08217 St. Joan Despí	08294 Vallgorguina
08064 Castellarçol	08145 Olèrdola	08219 Vilassar de Mar	08295 Vallirana
08065 Castellví de la Marca	08146 Olesa de Bonesvalls	08221 St. Just Desvern	08296 Vallromanes
08066 Castellví de Rosanes	08147 Olesa de Montserrat	08222 St. Llorenç d'Hortons	08300 Viladecavalls
08068 Cervelló	08148 Olivella	08223 St. Llorenç Savall	08301 Viladecans
08069 Collbató	08153 Orrius	08227 St. Martí Sarroca	08304 Vilobí del Penedès
08072 Corberà de Llobregat	08154 Pacs del Penedès	08230 Premià de Dalt	08305 Vilafranca del Penedès
08073 Cornellà de Llobregat	08155 Palafolls	08231 St. Pere de Ribes	08306 Vilalba Sasserra
08074 Cubelles	08156 Palau de Plegamans	08232 St. Pere de Riudebitlles	08307 Vilanova i la Geltrú
08075 Dosrius	08157 Pallejà	08234 St. Pere de Vilamajor	08902 Vilanova del Vallès
08076 Esparraguera	08158 Papiol (El)	08235 St. Pol de Mar	08904 Badia del Vallès
08077 Esplugues de Llobregat	08159 Parets del Vallès	08236 St. Quintí de Mediona	
08081 Fogars de Montclús	08163 Pineda de Mar	08238 St. Quirze del Vallès	
08085 Font-Rubí			

Tabla A6.1 Correspondencia CNAE 74 64 sectores – CNAE 93 60 sectores

<i>CNAE 74</i>	<i>CNAE 93</i>	<i>Nº</i>	<i>Descripción</i>
01, 02, 03, 04, 05, 06, 11, 12, 14, 23, 21	01, 02, 05, 10, 11, 12, 13, 14	01	Agricultura, pesca y extracción
41, 42	15, 16	02	Alimentación, bebidas y tabaco
43, 44, 45	17, 18, 19	03	Textil, confección y cuero
46, 49	20, 36	04	Madera, corcho y muebles
47	21, 22	05	Papel, edición y artes gráficas
13, 25, 48, 24	23, 24, 25, 37, 26	06	Química, caucho, plástico y otros
22, 31	27, 28	07	Metalurgia y productos metálicos
32, 33, 35, 39, 34	29, 30, 32, 33, 31	08	Maquinaria, material eléctrico y otros
36, 37, 38	34, 35	09	Vehículos de motor y material de transportes
15, 16	40, 41	10	Energía y agua
50	45	11	Construcción
67	50	12	Venta vehículos de motor
61, 62, 63	51	13	Comercio al por mayor
64	52	14	Comercio al por menor
65, 66	55	15	Hostelería
71, 72, 73, 74, 75	60, 61, 62, 63	16	Transporte y actividades anexas
76	64	17	Correos y telecomunicaciones
81, 82	65, 66, 67	18	Intermediación financiera y otros
83, 86	70	19	Actividades inmobiliarias
85, 84	71, 72, 74	20	Alquiler maquinaria, actividades informáticas
93	73,80	21	I+D y educación
91	75	22	Administración pública
94, 95	85	23	Actividades sanitarias y veterinarias
92, 96, 97, 98, 99	90, 91, 92, 93, 95, 99	24	Otros servicios

Tabla A6.2 Los 10 municipios más especializados de la RMB según el Índice de Krugman

<i>KR(t)</i>							
<i>Municipio</i>	<i>1991</i>	<i>Municipio</i>	<i>1994</i>	<i>Municipio</i>	<i>1998</i>	<i>Municipio</i>	<i>2003</i>
08081	1.8805	08179	1.7943	08039	1.6905	08276	1.7961
08039	1.8661	08095	1.7528	08276	1.6816	08095	1.7534
08276	1.7768	08276	1.7125	08087	1.6681	08087	1.6430
08087	1.7545	08137	1.6933	08081	1.6314	08137	1.5948
08287	1.7036	08290	1.6925	08058	1.6031	08294	1.5908
08137	1.6650	08081	1.6908	08249	1.5706	08058	1.5749
08168	1.6434	08249	1.6451	08206	1.5669	08081	1.5422
08249	1.6395	08087	1.6305	08287	1.5650	08039	1.5189
08027	1.6329	08287	1.6160	08137	1.5515	08261	1.5123
08146	1.5949	08154	1.5532	08168	1.5299	08148	1.4945

Tabla A6.3 Los 10 municipios más diversificados de la RMB según el Índice de Krugman

<i>KR(t)</i>							
<i>Municipio</i>	<i>1991</i>	<i>Municipio</i>	<i>1994</i>	<i>Municipio</i>	<i>1998</i>	<i>Municipio</i>	<i>2003</i>
08096	0.3554	08096	0.3436	08124	0.3287	08096	0.3625
08279	0.4014	08200	0.3648	08096	0.3533	08124	0.3635
08015	0.4097	08279	0.3733	08200	0.3749	08187	0.3910
08200	0.4127	08015	0.3839	08187	0.3874	08279	0.3977
08101	0.4166	08124	0.4138	08279	0.4270	08200	0.4166
08123	0.4340	08123	0.4183	08073	0.4593	08301	0.4237
08187	0.4418	08187	0.4364	08114	0.4770	08101	0.4602
08124	0.4499	08101	0.4671	08101	0.4822	08015	0.4610
08114	0.4592	08073	0.4799	08015	0.4944	08073	0.4781
08305	0.5035	08305	0.4937	08121	0.5070	08211	0.4827

Tabla A6.4 Concentración municipal del empleo en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores – sin la Aglomeración Central

	$GM^k(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	0.7265	0.7158	0.7029	0.6910
<i>02 Alimentación</i>	0.7779	0.7729	0.7690	0.7596
<i>03 Textil</i>	0.8196	0.8253	0.8057	0.8082
<i>04 Madera</i>	0.7263	0.7306	0.7151	0.7198
<i>05 Papel</i>	0.7984	0.8017	0.7970	0.7847
<i>06 Química</i>	0.7567	0.7550	0.7522	0.7551
<i>07 Metalurgia</i>	0.7946	0.7686	0.7626	0.7403
<i>08 Maquinaria</i>	0.7985	0.7933	0.7761	0.7657
<i>09 Vehículos de Motor</i>	0.9241	0.9017	0.8731	0.8738

Tabla A6.5 Dispersión espacial del empleo en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores – sin la Aglomeración Central

	$GE^k(t)$			
	1991	1994	1998	2003
<i>Manufactura</i>	0.808	0.803	0.795	0.783
<i>02 Alimentación</i>	0.820	0.821	0.815	0.807
<i>03 Textil</i>	0.883	0.890	0.874	0.875
<i>04 Madera</i>	0.793	0.795	0.794	0.789
<i>05 Papel</i>	0.855	0.858	0.857	0.847
<i>06 Química</i>	0.828	0.829	0.831	0.833
<i>07 Metalurgia</i>	0.855	0.834	0.836	0.815
<i>08 Maquinaria</i>	0.853	0.855	0.843	0.837
<i>09 Vehículos de Motor</i>	0.942	0.939	0.910	0.905

ANEXO CAPÍTULO 7

Tabla A7.1 Subcentros de empleo en la RMB, 1991-2003:

Códigos – Manufactura y subsectores

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
<i>Manufactura</i>									08054	08054	08054	08054	08054	
	08089	08089	08096	08096	08054	08054	08054	08054	08089	08089	08089	08089	08054	
	08096	08096	08121	08121	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	
	08121	08121	08184	08125	08121	08121	08121	08121	08125	08125	08125	08125	08125	
	08125	08125	08184	08184	08125	08125	08125	08167	08125	08156	08167	08167	08167	
	08184	08184	08187	08187	08184	08184	08184	08184	08167	08167	08184	08184	08184	
	08187	08187	08252	08252	08187	08187	08187	08187	08184	08184	08184	08184	08184	
	08252	08252	08260	08260	08252	08252	08252	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187
	08279	08279	08279	08260	08260	08260	08260	08252	08196	08196	08196	08196	08196	08196
				08279	08279	08279	08279	08279	08260	08252	08238	08238	08238	08252
									08279	08260	08260	08260	08260	08260
										08279	08279	08279	08279	08279
										08279	08279	08279	08279	08279
	<i>02 Alimentación</i>	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08096	08114	08096	08096
08124		08124	08124	08124	08124	08124	08114	08114	08114	08114	08124	08114	08114	
08125		08125	08125	08125	08125	08125	08124	08124	08124	08124	08125	08125	08125	
08135		08135	08135	08135	08135	08135	08125	08125	08124	08125	08136	08136	08136	
08187		08187	08187	08184	08184	08184	08135	08184	08187	08187	08184	08187	08187	
08238		08238	08238	08187	08187	08187	08184	08187	08240	08238	08187	08238	08205	
08240		08240	08240	08238	08240	08240	08187	08240	08252	08240	08238	08240	08240	
08279		08279	08279	08240	08252	08252	08240	08252	08279	08252	08240	08252	08252	
08301		08301	08301	08279	08279	08279	08252	08279	08279	08279	08252	08279	08279	
08305		08305	08305	08301	08301	08301	08279	08301	08301	08301	08279	08301	08301	
				08305	08305	08305	08305	08305	08305	08305	08301	08301	08301	08301
											08305	08305	08305	08305
											08305	08305	08305	08305
											08305	08305	08305	08305
<i>03 Textil</i>	08029													
	08121			08121					08096	08096	08096	08096	08096	
	08147	08121	08121	08121	08121	08121	08121	08121	08121	08121	08121	08121	08121	
	08163	08147	08147	08147	08163	08163	08163	08163	08163	08163	08163	08163	08163	
	08184	08163	08163	08163	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	
	08187	08187	08187	08187	08252	08252	08252	08252	08252	08252	08252	08252	08252	
	08252	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	
	08279													
<i>04 Madera, Corcho y Muebles</i>										08001	08051	08051	08051	
									08001	08051	08051	08051	08051	
									08041	08054	08054	08054	08054	
									08086	08054	08076	08076	08076	
						08054	08054	08054	08086	08086	08086	08086	08086	
						08088	08088	08088	08086	08086	08086	08086	08086	
	08088	08088	08088	08076	08088	08096	08096	08096	08088	08088	08088	08088	08088	
	08096	08096	08096	08088	08096	08108	08108	08108	08096	08096	08096	08096	08096	
	08107	08107	08096	08096	08096	08121	08123	08125	08108	08108	08108	08108	08108	
	08108	08108	08108	08108	08108	08123	08125	08156	08121	08121	08121	08121	08121	
	08121	08121	08121	08121	08121	08125	08156	08180	08125	08123	08123	08123	08123	
	08125	08125	08125	08125	08125	08156	08180	08184	08125	08123	08125	08125	08125	
	08184	08156	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08156	08156	08156	08156	08156	
	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08187	08180	08180	08180	08180	08180	
	08187	08184	08187	08187	08187	08187	08187	08196	08184	08180	08180	08180	08180	
	08252	08187	08252	08187	08252	08196	08196	08209	08187	08184	08184	08184	08184	
	08279	08252	08279	08252	08279	08252	08252	08238	08196	08187	08187	08187	08187	
		08279		08279		08252	08252	08238	08196	08187	08187	08187	08187	
						08260	08260	08252	08238	08196	08196	08196	08196	
						08279	08266	08260	08252	08238	08238	08238	08238	
								08279	08279	08260	08252	08252	08252	
									08260	08260	08260	08260		
									08279	08279	08279	08279		
									08279	08279	08279	08279		
									08279	08279	08279	08279		

<i>05 Papel y Artes Gráficas</i>									08054	08054	08054	08054	08054	08054	
	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	08054	
	08121	08121	08121	08121	08121	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	
	08125	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	
	08184	08184	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	
	08187	08187	08252	08252	08187	08252	08252	08238	08196	08187	08187	08187	08187	08196	
	08260	08260	08260	08260	08260	08260	08260	08252	08238	08196	08196	08196	08196	08205	
	08263	08263	08263	08263	08263	08263	08263	08260	08252	08238	08238	08238	08238	08238	
	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08279	08263	08260	08252	08252	08252	08252	08252	
								08279	08263	08260	08260	08260	08260	08260	
									08279	08263	08260	08260	08260	08260	
									08279	08263	08260	08260	08260	08260	
									08279	08263	08260	08260	08260	08260	
									08279	08263	08260	08260	08260	08260	
									08279	08263	08260	08260	08260	08260	
	<i>06 Química</i>	08054			08054					08054	08054	08054	08054	08054	08054
		08096	08096	08054	08086	08054	08054		08054	08086	08086	08086	08089	08089	08086
08108		08108	08096	08096	08086	08086	08054	08086	08096	08089	08096	08096	08096	08089	
08114		08114	08108	08108	08096	08096	08086	08096	08108	08096	08108	08108	08108	08096	
08124		08121	08108	08108	08096	08096	08096	08096	08108	08108	08108	08108	08121	08108	
08124		08124	08124	08124	08108	08108	08108	08108	08121	08121	08121	08121	08124	08124	
08125		08125	08125	08124	08121	08121	08121	08121	08125	08124	08124	08124	08125	08125	
08159		08159	08167	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08156	
08167		08167	08184	08167	08167	08159	08125	08167	08156	08156	08156	08156	08156	08159	
08184		08184	08196	08184	08184	08167	08167	08184	08159	08159	08159	08159	08159	08167	
08196		08196	08252	08196	08196	08184	08184	08196	08167	08167	08167	08167	08167	08184	
08252		08252	08260	08252	08252	08196	08252	08252	08167	08184	08184	08184	08184	08196	
08260		08260	08307	08260	08260	08252	08260	08260	08196	08196	08196	08196	08196	08252	
08307		08307		08307				08307	08252	08252	08252	08252	08260	08260	
									08260	08260	08260	08260	08260	08263	
									08260	08260	08260	08260	08260	08263	
<i>07 Metalurgia</i>		08089								08054	08054	08054	08054	08054	08054
	08096	08089	08089	08054	08054	08054	08054	08054	08096	08096	08096	08096	08096	08096	
	08124	08096	08096	08089	08089	08089	08089	08089	08108	08108	08108	08125	08125	08125	
	08125	08125	08125	08096	08096	08096	08096	08096	08125	08125	08125	08156	08156	08156	
	08159	08167	08167	08125	08125	08125	08125	08125	08156	08156	08156	08159	08159	08156	
	08167	08180	08180	08167	08167	08125	08167	08167	08167	08167	08167	08167	08167	08159	
	08180	08184	08184	08180	08180	08167	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08180	
	08184	08184	08184	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08180	08184	
	08184	08187	08187	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08187	
	08187	08196	08196	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08196	
	08196	08252	08252	08252	08252	08187	08238	08238	08196	08196	08196	08196	08196	08196	
	08252	08260	08260	08260	08260	08252	08252	08252	08238	08238	08238	08196	08252	08252	
	08260	08279	08279	08279	08279	08260	08260	08260	08252	08252	08252	08260	08260	08260	
	08279								08260	08260	08260	08260	08263	08263	
									08260	08260	08260	08260	08263	08263	
									08260	08260	08260	08260	08263	08263	
	<i>08 Maquinaria</i>									08096	08096	08001	08001	08107	08107
									08096	08108	08108	08107	08107	08108	
08054		08054			08054			08107	08107	08108	08108	08108	08115	08115	
08121		08096			08125	08108	08108	08108	08108	08115	08115	08115	08121	08121	
08125		08125	08054	08125	08184	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	08125	
08136		08184	08125	08184	08187	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	08184	
08184		08187	08184	08187	08205	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	08187	
08187		08205	08187	08205	08238	08205	08205	08205	08205	08205	08205	08205	08205	08205	
08205		08252	08205	08205	08238	08238	08238	08238	08238	08238	08238	08238	08238	08238	
08252		08279	08252	08252	08252	08252	08252	08252	08252	08252	08238	08238	08252	08252	
08279		08300	08279	08279	08260	08260	08260	08260	08260	08260	08260	08260	08260	08260	
08307		08307			08279	08267	08279	08279	08279	08279	08266	08266	08266	08266	
									08300	08300	08266	08266	08266	08279	
									08300	08300	08266	08266	08266	08279	
									08307	08307	08279	08279	08279	08300	
									08307	08307	08279	08279	08279	08301	
									08307	08307	08279	08279	08279	08307	
<i>09 Vehículos de Motor</i>									08001	08001	08001	08001	08001	08001	
						08001	08001	08001	08001	08054	08054	08001	08001	08001	
						08115	08096	08115	08054	08096	08096	08096	08096	08096	
						08145	08115	08145	08096	08114	08114	08114	08114	08115	
						08156	08145	08156	08115	08115	08115	08115	08115	08145	
	08115	08159	08184	08205	08205	08159	08159	08159	08136	08136	08136	08136	08156	08156	
	08159	08205	08205	08205	08205	08184	08159	08159	08145	08145	08145	08145	08167	08167	
	08252	08252	08252	08252	08252	08184	08184	08184	08156	08156	08156	08156	08184	08184	
		08279	08260	08260	08260	08196	08184	08196	08156	08156	08156	08156	08184	08184	
		08307	08260	08260	08260	08260	08196	08251	08167	08167	08167	08167	08251	08251	
			08279	08279	08279	08260	08260	08260	08184	08184	08184	08184	08260	08260	
			08307	08307	08307	08267	08267	08267	08260	08260	08260	08260	08263	08263	
						08279	08279	08279	08267	08267	08267	08267	08267	08267	
						08307	08307	08307	08307	08307	08267	08267	08307	08307	
									08307	08307	08267	08267	08307	08307	
									08307	08307	08267	08267	08307	08307	

Tabla A7.2 Empleo intrametropolitano en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

	Barcelona + Conurbación		Nº	Subcentros de Empleo		Resto de la RMB		
	Empleo	% RMB		Empleo	% RMB	Empleo	% RMB	
<i>Manufactura</i>	1991	272,608	58.16	8	81,469	17.38	114,669	24.46
	1992	247,272	56.56	8	76,358	17.47	113,560	25.97
	1993	212,311	55.45	7	64,199	16.77	106,348	27.78
	1994	195,761	52.23	8	69,897	18.65	109,112	29.11
	1995	189,672	50.73	9	75,927	20.31	108,315	28.97
	1996	185,491	49.65	9	75,995	20.34	112,117	30.01
	1997	186,139	48.18	10	83,923	21.72	116,281	30.10
	1998	186,949	46.93	11	93,017	23.35	118,372	29.72
	1999	188,037	45.93	13	105,508	25.77	115,831	28.29
	2000	191,917	45.54	14	112,905	26.79	116,561	27.66
	2001	184,446	44.44	14	111,108	26.77	119,529	28.80
	2002	179,281	44.23	13	104,357	25.75	121,676	30.02
2003	176,989	44.13	12	98,766	24.63	125,320	31.25	
<i>02 Alimentación</i>	1991	20,295	55.96	10	9,114	25.13	6,857	18.91
	1992	19,641	54.77	10	9,157	25.54	7,061	19.69
	1993	18,361	53.69	10	8,786	25.69	7,050	20.62
	1994	17,504	52.48	11	9,308	27.91	6,539	19.61
	1995	16,834	50.88	11	9,527	28.79	6,726	20.33
	1996	16,080	50.54	11	8,652	27.19	7,087	22.27
	1997	15,380	48.49	11	9,035	28.48	7,304	23.03
	1998	15,384	48.54	11	9,249	29.18	7,060	22.28
	1999	16,642	50.34	10	8,546	25.85	7,873	23.81
	2000	15,770	48.98	11	8,755	27.19	7,674	23.83
	2001	15,161	48.15	13	9,094	28.88	7,235	22.98
	2002	15,349	48.23	12	8,973	28.19	7,504	23.58
2003	14,977	46.02	12	10,064	30.92	7,506	23.06	
<i>03 Textil</i>	1991	34,268	41.73	8	28,950	35.25	18,906	23.02
	1992	29,314	40.63	5	23,316	32.32	19,510	27.04
	1993	22,550	38.08	5	20,339	34.35	16,327	27.57
	1994	21,003	36.99	5	19,532	34.40	16,239	28.60
	1995	20,161	36.62	4	17,522	31.83	17,367	31.55
	1996	17,450	33.92	4	16,459	32.00	17,530	34.08
	1997	16,626	31.52	5	18,016	34.15	18,108	34.33
	1998	16,300	30.51	5	18,748	35.09	18,374	34.39
	1999	15,364	27.86	6	21,446	38.88	18,347	33.26
	2000	15,628	27.99	6	21,207	37.98	19,000	34.03
	2001	15,198	28.01	6	20,345	37.50	18,713	34.49
	2002	14,948	28.95	5	18,275	35.40	18,404	35.65
2003	14,287	29.13	6	17,871	36.43	16,891	34.44	
<i>04 Madera y Muebles</i>	1991	11,602	51.18	10	4,719	20.82	6,347	28.00
	1992	10,824	49.98	11	4,811	22.21	6,023	27.81
	1993	8,644	47.74	9	3,808	21.03	5,653	31.22
	1994	8,314	46.26	10	4,144	23.06	5,516	30.69
	1995	8,244	45.97	9	3,984	22.21	5,707	31.82
	1996	8,228	43.08	14	5,276	27.62	5,597	29.30
	1997	9,522	42.87	16	6,688	30.11	5,999	27.01
	1998	9,712	42.21	16	6,888	29.94	6,407	27.85
	1999	9,700	39.20	18	8,632	34.89	6,410	25.91
	2000	9,765	39.00	20	9,290	37.10	5,984	23.90
	2001	8,156	35.19	19	8,975	38.73	6,045	26.08
	2002	7,870	35.02	19	8,770	39.02	5,835	25.96
2003	7,601	34.47	19	8,633	39.15	5,816	26.38	
<i>05 Papel y Artes Gráficas</i>	1991	28,111	68.94	8	6,055	14.85	6,611	16.21
	1992	27,197	68.53	7	5,566	14.03	6,922	17.44
	1993	24,251	67.39	8	5,804	16.13	5,929	16.48
	1994	23,141	65.24	8	5,956	16.79	6,376	17.97
	1995	22,682	64.34	7	5,539	15.71	7,035	19.95
	1996	23,377	64.67	8	6,046	16.73	6,726	18.61
	1997	24,547	64.42	8	6,378	16.74	7,181	18.84
	1998	24,876	63.38	10	7,558	19.26	6,816	17.37
	1999	25,092	62.56	12	8,492	21.17	6,525	16.27
	2000	25,672	62.02	13	9,251	22.35	6,473	15.64
	2001	26,019	61.82	13	9,343	22.20	6,724	15.98
	2002	25,187	61.02	13	9,180	22.24	6,910	16.74
2003	24,419	59.51	14	9,867	24.05	6,746	16.44	

<i>06 Química</i>	1991	60,826	61.71	13	18,816	19.09	18,921	19.20
	1992	53,726	59.71	12	16,309	18.12	19,948	22.17
	1993	47,322	58.47	11	14,590	18.03	19,016	23.50
	1994	43,661	54.80	13	17,767	22.30	18,242	22.90
	1995	42,505	53.74	11	15,933	20.14	20,662	26.12
	1996	41,289	52.18	11	16,189	20.46	21,653	27.36
	1997	40,598	51.03	10	15,733	19.77	23,230	29.20
	1998	41,281	50.42	12	18,721	22.87	21,872	26.71
	1999	41,397	47.98	15	25,201	29.21	19,679	22.81
	2000	42,187	47.53	14	24,924	28.08	21,647	24.39
	2001	40,102	45.51	15	26,261	29.81	21,745	24.68
	2002	38,146	44.25	16	27,320	31.69	20,749	24.07
	2003	38,881	45.63	15	24,988	29.33	21,338	25.04
<i>07 Metalurgia</i>	1991	42,139	51.37	13	24,322	29.65	15,567	18.98
	1992	35,679	48.82	11	20,489	28.04	16,909	23.14
	1993	30,470	48.69	11	17,469	27.91	14,644	23.40
	1994	28,681	44.90	11	18,525	29.00	16,678	26.11
	1995	28,266	43.03	11	19,553	29.76	17,874	27.21
	1996	24,348	41.75	10	16,051	27.52	17,919	30.73
	1997	21,196	36.95	11	18,001	31.38	18,165	31.67
	1998	22,398	36.25	11	19,309	31.25	20,089	32.51
	1999	22,225	37.02	13	19,014	31.67	18,796	31.31
	2000	22,425	36.06	13	20,115	32.34	19,651	31.60
	2001	23,141	37.01	12	18,182	29.08	21,208	33.92
	2002	21,854	35.67	13	18,755	30.61	20,663	33.72
	2003	21,605	35.40	12	17,963	29.43	21,468	35.17
<i>08 Maquinaria</i>	1991	38,289	59.67	10	14,111	21.99	11,766	18.34
	1992	33,431	56.24	10	14,232	23.94	11,780	19.82
	1993	28,633	56.51	7	10,158	20.05	11,875	23.44
	1994	26,792	52.68	6	10,242	20.14	13,822	27.18
	1995	25,944	49.96	10	13,668	26.32	12,315	23.72
	1996	29,139	49.70	9	16,301	27.81	13,186	22.49
	1997	31,899	50.59	9	16,181	25.66	14,978	23.75
	1998	29,783	47.26	11	17,974	28.52	15,257	24.21
	1999	30,097	46.62	13	19,654	30.44	14,813	22.94
	2000	30,796	45.69	16	22,725	33.72	13,877	20.59
	2001	29,620	43.90	16	23,568	34.93	14,279	21.16
	2002	29,133	45.04	15	20,969	32.42	14,574	22.53
	2003	27,761	43.51	16	22,458	35.20	13,580	21.29
<i>09 Vehículos de Motor</i>	1991	37,078	87.96	3	2,748	6.52	2,328	5.52
	1992	37,460	82.61	6	5,426	11.97	2,459	5.42
	1993	32,080	77.90	7	6,017	14.61	3,082	7.48
	1994	26,665	72.48	8	6,837	18.58	3,286	8.93
	1995	25,036	69.80	8	7,119	19.85	3,711	10.35
	1996	25,580	65.56	11	9,486	24.31	3,954	10.13
	1997	26,371	63.43	12	10,944	26.32	4,263	10.25
	1998	27,215	61.46	13	12,588	28.43	4,479	10.11
	1999	27,520	60.58	12	12,354	27.19	5,557	12.23
	2000	29,674	61.10	14	13,929	28.68	4,964	10.22
	2001	27,049	58.84	14	14,177	30.84	4,743	10.32
	2002	26,794	58.32	12	13,605	29.61	5,547	12.07
	2003	27,458	59.23	13	13,945	30.08	4,952	10.68

Tabla A7.3 Separación espacial de los subcentros identificados, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

	$SE^k (t)$												
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<i>Manufactura</i>	16.94	16.58	14.28	13.66	13.97	13.73	13.46	15.23	15.57	15.27	15.24	15.40	13.97
<i>02 Alimentación</i>	23.22	23.17	22.79	22.44	22.21	21.83	20.82	21.62	21.11	20.99	21.28	21.74	21.51
<i>03 Textil</i>	19.59	19.42	19.38	19.44	18.75	18.83	18.52	18.52	18.93	19.11	19.17	17.08	19.16
<i>04 Madera</i>	14.29	14.09	14.56	15.66	14.45	15.10	13.68	13.57	15.69	16.13	15.47	15.48	15.73
<i>05 Papel</i>	14.79	14.59	14.26	13.96	14.41	10.96	10.77	11.38	13.50	14.04	13.94	13.91	13.57
<i>06 Química</i>	19.09	18.60	16.59	18.74	14.62	14.77	13.82	18.36	17.72	17.90	17.43	17.13	14.58
<i>07 Metalurgia</i>	14.97	15.00	15.16	14.90	14.71	14.62	14.13	14.20	10.08	10.14	10.66	11.14	11.27
<i>08 Maquinaria</i>	15.32	13.11	8.09	7.74	8.70	8.47	8.88	9.71	14.08	15.13	14.83	14.66	15.12
<i>09 Vehículos de Motor</i>	4.02	19.55	16.63	17.83	18.42	20.73	20.26	21.36	20.61	20.59	20.47	20.55	21.96

Tabla A7.4 Localización de los subcentros identificados, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

	$DCBD^k (t)$												
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<i>Manufactura</i>	20.74	20.62	21.00	20.32	19.98	19.85	19.75	19.53	19.53	19.30	19.24	19.35	19.46
<i>02 Alimentación</i>	24.14	24.25	24.04	23.52	23.16	23.01	23.40	23.30	23.62	23.19	22.72	22.99	22.53
<i>03 Textil</i>	25.12	25.54	25.51	25.47	25.29	25.36	24.81	24.80	25.21	25.33	25.34	24.01	25.44
<i>04 Madera</i>	22.25	22.24	22.14	22.26	21.79	20.11	19.06	19.70	20.59	20.64	20.40	20.50	20.44
<i>05 Papel</i>	18.38	18.63	17.99	18.48	18.45	16.85	16.81	17.06	17.63	17.86	17.80	17.91	17.31
<i>06 Química</i>	20.38	20.28	19.35	20.63	19.16	19.37	19.45	20.51	18.86	18.83	18.75	18.52	18.18
<i>07 Metalurgia</i>	17.84	17.48	17.41	17.45	17.49	16.62	16.63	16.69	17.02	16.98	17.12	16.66	16.55
<i>08 Maquinaria</i>	18.62	18.93	16.92	16.60	16.94	16.51	16.42	17.24	19.21	19.10	19.21	19.28	18.84
<i>09 Vehículos de Motor</i>	17.40	19.83	18.33	19.45	19.57	22.37	22.03	22.57	22.26	21.73	21.72	22.02	22.91

Tabla A7.5 Estructura espacial del empleo en la RMB, 1991-2003:

Manufactura y subsectores

<i>Manufactura</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	1.380*** (7.59)	1.363*** (7.71)	1.281*** (8.10)	1.292*** (8.23)	1.303*** (8.18)	1.325*** (8.36)	1.343*** (8.43)	1.358*** (8.23)	1.332*** (7.81)	1.352*** (7.85)	1.361*** (8.08)	1.352*** (8.24)	1.334*** (8.48)
γ	-0.031*** (-6.49)	-0.030*** (-6.59)	-0.029*** (-6.93)	-0.029*** (-6.95)	-0.029*** (-6.94)	-0.029*** (-7.12)	-0.030*** (-7.14)	-0.030*** (-6.98)	-0.029*** (-6.62)	-0.029*** (-6.62)	-0.030*** (-6.82)	-0.029*** (-7.00)	-0.029*** (-7.16)
δ	0.787*** (3.84)	0.743*** (3.73)	0.874*** (5.76)	0.809*** (5.24)	0.747*** (4.67)	0.753*** (4.70)	0.798*** (5.25)	0.749*** (4.53)	0.802*** (4.98)	0.799*** (5.09)	0.785*** (5.11)	0.801*** (4.94)	0.889*** (5.94)
\bar{R}^2	0.4385	0.4391	0.4594	0.4622	0.4565	0.4621	0.4766	0.4751	0.4862	0.4926	0.4978	0.4986	0.5070
<i>02 Alimentación</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.170*** (3.03)	0.174*** (3.13)	0.170*** (3.14)	0.174*** (3.20)	0.170*** (3.31)	0.177*** (3.42)	0.207*** (3.60)	0.199*** (3.32)	0.210*** (3.26)	0.203*** (3.19)	0.203*** (3.10)	0.191*** (2.99)	0.189*** (2.94)
γ	-0.006*** (-3.26)	-0.007*** (-3.32)	-0.006*** (-3.29)	-0.004*** (-3.28)	-0.004*** (-3.51)	-0.005*** (-3.56)	-0.005*** (-3.70)	-0.005*** (-3.37)	-0.005*** (-3.28)	-0.005*** (-3.19)	-0.005*** (-3.08)	-0.005*** (-3.02)	-0.005*** (-2.97)
δ	0.322*** (3.26)	0.316*** (3.28)	0.295*** (3.38)	0.266*** (3.20)	0.288*** (3.64)	0.260*** (3.44)	0.249*** (3.54)	0.215*** (2.97)	0.209*** (2.86)	0.205*** (3.04)	0.190*** (2.93)	0.219*** (3.40)	0.229*** (3.13)
\bar{R}^2	0.3573	0.3549	0.3461	0.3289	0.3812	0.3544	0.3342	0.3019	0.2807	0.2865	0.2846	0.3072	0.3059
<i>03 Textil, Confección y Cuero</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.252*** (3.71)	0.260*** (4.54)	0.230*** (4.90)	0.239*** (5.14)	0.234*** (5.17)	0.226*** (5.47)	0.198*** (4.74)	0.197*** (4.73)	0.180*** (4.08)	0.183*** (4.20)	0.178*** (4.02)	0.148*** (2.87)	0.162*** (3.79)
γ	-0.006*** (-3.49)	-0.007*** (-4.40)	-0.006*** (-4.89)	-0.006*** (-5.10)	-0.006*** (-5.08)	-0.006*** (-5.40)	-0.005*** (-4.60)	-0.005*** (-4.67)	-0.005*** (-4.13)	-0.005*** (-4.25)	-0.004*** (-4.00)	-0.003*** (2.37)	-0.004*** (-3.78)
δ	0.692*** (4.65)	0.818*** (5.40)	0.740*** (5.15)	0.730*** (5.69)	0.818*** (6.86)	0.794*** (7.52)	0.761*** (8.19)	0.777*** (7.82)	0.756*** (6.16)	0.772*** (6.63)	0.759*** (6.53)	0.735*** (5.39)	0.696*** (6.17)
\bar{R}^2	0.3788	0.4001	0.4167	0.4152	0.4263	0.4369	0.4580	0.4630	0.4524	0.4677	0.4460	0.3782	0.4301
<i>04 Madera, Corcho y Muebles</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.171*** (4.88)	0.165*** (4.95)	0.139*** (4.70)	0.141*** (4.87)	0.138*** (4.59)	0.148*** (4.52)	0.162*** (3.66)	0.170*** (3.87)	0.173*** (3.92)	0.176*** (3.98)	0.155*** (4.62)	0.148*** (4.65)	0.147*** (4.66)
γ	-0.004*** (-4.62)	-0.004*** (-4.64)	-0.003*** (-4.46)	-0.003*** (-4.61)	-0.003*** (-4.34)	-0.004*** (-4.32)	-0.004*** (-3.46)	-0.004*** (-3.66)	-0.004*** (-3.86)	-0.004*** (-3.88)	-0.004*** (-4.48)	-0.004*** (-4.50)	-0.004*** (-4.53)
δ	0.120*** (3.31)	0.109*** (3.33)	0.111*** (3.52)	0.105*** (3.79)	0.114*** (3.61)	0.105*** (3.69)	0.135*** (3.54)	0.131*** (3.35)	0.181*** (3.70)	0.155*** (3.25)	0.167*** (3.94)	0.164*** (4.18)	0.165*** (3.73)
\bar{R}^2	0.3417	0.3398	0.3376	0.3385	0.3270	0.3632	0.3525	0.3428	0.3708	0.3494	0.4172	0.4339	0.4105
<i>05 Papel, Edición y Artes Gráficas</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.292*** (3.90)	0.297*** (3.96)	0.261*** (3.65)	0.256*** (3.89)	0.262*** (4.10)	0.265*** (3.82)	0.280*** (3.93)	0.283*** (3.87)	0.286*** (3.99)	0.279*** (3.80)	0.285*** (3.87)	0.283*** (3.92)	0.290*** (3.95)
γ	-0.007*** (-3.81)	-0.007*** (-3.86)	-0.007*** (-3.63)	-0.006*** (-3.85)	-0.007*** (-4.05)	-0.007*** (-3.73)	-0.007*** (-3.82)	-0.007*** (-3.83)	-0.007*** (-4.01)	-0.007*** (-3.86)	-0.007*** (-3.92)	-0.007*** (-3.97)	-0.007*** (-3.98)
δ	0.096* (1.30)	0.103* (1.34)	0.141** (1.82)	0.140** (1.97)	0.131** (1.76)	0.137** (1.80)	0.139** (1.91)	0.155*** (2.24)	0.170*** (2.55)	0.200*** (2.90)	0.204*** (2.88)	0.197*** (2.92)	0.180*** (2.62)
\bar{R}^2	0.2785	0.2696	0.2751	0.2929	0.2916	0.3081	0.3160	0.3244	0.3443	0.3562	0.3592	0.3612	0.3525
<i>06 Química, Caucho, Plástico y Otros</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.539*** (4.85)	0.537*** (5.09)	0.499*** (5.02)	0.500*** (5.38)	0.499*** (5.27)	0.488*** (5.26)	0.514*** (5.95)	0.510*** (5.83)	0.485*** (5.04)	0.510*** (5.14)	0.509*** (5.43)	0.471*** (4.96)	0.462*** (4.80)
γ	-0.014*** (-4.77)	-0.014*** (-5.08)	-0.013*** (-4.94)	-0.013*** (-5.38)	-0.013*** (-5.18)	-0.012*** (-5.19)	-0.013*** (-5.76)	-0.013*** (-5.77)	-0.012*** (-5.03)	-0.013*** (-5.13)	-0.013*** (-5.48)	-0.012*** (-5.06)	-0.012*** (-4.81)
δ	0.418*** (4.26)	0.410*** (4.14)	0.389*** (3.77)	0.401*** (4.44)	0.411*** (3.90)	0.460*** (4.56)	0.409*** (4.27)	0.445*** (4.93)	0.479*** (4.94)	0.490*** (4.80)	0.486*** (5.28)	0.514*** (5.65)	0.518*** (5.22)
\bar{R}^2	0.4170	0.4116	0.4127	0.4395	0.4259	0.4483	0.4337	0.4530	0.4729	0.4698	0.5022	0.5088	0.4973

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

<i>07 Metalurgia y Productos Metálicos</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.533*** (4.95)	0.511*** (5.25)	0.457*** (5.04)	0.487*** (5.61)	0.501*** (5.61)	0.438*** (5.53)	0.414*** (5.69)	0.437*** (5.79)	0.426*** (5.67)	0.437*** (5.70)	0.450*** (5.66)	0.403*** (4.98)	0.400*** (4.97)
γ	-0.014*** (-4.95)	-0.013*** (-5.21)	-0.012*** (-5.03)	-0.012*** (-5.44)	-0.012*** (-5.42)	-0.011*** (-5.44)	-0.010*** (-5.68)	-0.011*** (-5.75)	-0.011*** (-5.60)	-0.011*** (-5.67)	-0.011*** (-5.59)	-0.010*** (-4.94)	-0.010*** (-4.93)
δ	0.434*** (4.01)	0.426*** (3.73)	0.382*** (3.52)	0.333*** (3.36)	0.353*** (3.51)	0.405*** (3.88)	0.449*** (4.35)	0.475*** (4.64)	0.475*** (5.36)	0.496*** (5.32)	0.480*** (4.99)	0.505*** (5.29)	0.511*** (5.03)
\bar{R}^2	0.4508	0.4478	0.4318	0.4254	0.4256	0.4548	0.4827	0.4926	0.5214	0.5108	0.4902	0.4978	0.4883
<i>08 Maquinaria, Material Eléctrico y Otros</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.443*** (4.82)	0.414*** (4.90)	0.375*** (4.56)	0.375*** (4.81)	0.374*** (4.95)	0.407*** (4.74)	0.455*** (5.05)	0.460*** (5.45)	0.455*** (5.40)	0.440*** (5.11)	0.434*** (4.99)	0.449*** (5.32)	0.397*** (4.54)
γ	-0.011*** (-4.77)	-0.010*** (-4.81)	-0.009*** (-4.37)	-0.009*** (-4.54)	-0.009*** (-4.67)	-0.010*** (-4.52)	-0.011*** (-4.75)	-0.011*** (-5.12)	-0.011*** (-5.17)	-0.011*** (-4.95)	-0.011*** (-4.85)	-0.011*** (-5.13)	-0.010*** (-4.48)
δ	0.178*** (2.26)	0.193*** (2.43)	0.159* (1.48)	0.200*** (2.19)	0.168*** (2.42)	0.270*** (3.18)	0.249*** (3.11)	0.231*** (3.08)	0.250*** (3.60)	0.278*** (3.51)	0.287*** (3.63)	0.235*** (3.20)	0.298*** (3.49)
\bar{R}^2	0.3513	0.3616	0.3375	0.3628	0.3792	0.3882	0.3822	0.3974	0.3894	0.4081	0.4076	0.3874	0.4054
<i>09 Vehículos de Motor y Material de Transporte</i>													
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
$\ln D_0$	0.044 (0.57)	0.112* (1.53)	0.081 (1.21)	0.085 (1.40)	0.084 (1.39)	0.128*** (2.18)	0.142*** (2.35)	0.139*** (2.39)	0.144*** (2.45)	0.118*** (1.83)	0.115** (1.88)	0.106** (1.74)	0.113** (1.87)
γ	-0.002 (-1.06)	-0.004*** (-2.01)	-0.003* (-1.63)	-0.003** (-1.88)	-0.003** (-1.92)	-0.004*** (-2.76)	-0.004*** (-2.96)	-0.005*** (-3.05)	-0.004*** (-3.00)	-0.004*** (-2.38)	-0.004*** (-2.47)	-0.004*** (-2.44)	-0.004*** (-2.57)
δ	0.722*** (2.59)	0.447*** (2.27)	0.439*** (-2.93)	0.415*** (2.90)	0.439*** (2.74)	0.390*** (2.88)	0.406*** (3.27)	0.436*** (3.56)	0.439*** (3.79)	0.443*** (3.81)	0.449*** (4.14)	0.516*** (4.55)	0.484*** (4.35)
\bar{R}^2	0.3505	0.2818	0.3285	0.3320	0.3358	0.3254	0.3499	0.3699	0.3870	0.3857	0.4168	0.4531	0.4281

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

ANEXO CAPÍTULO 8

Tabla A8.1 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

02 Alimentación

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.257	-0.273	1.000							
SE_s^{-1}	-0.961	-0.945	0.237	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.816	-0.854	0.390	0.803	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.233	-0.456	-0.378	1.000				
Spe_m_s	0.087	0.094	0.195	-0.108	-0.011	0.117	1.000			
Div_m_s	-0.258	-0.261	0.124	0.227	0.190	-0.310	-0.036	1.000		
Dim_m_s	-0.272	-0.277	0.423	0.275	0.313	-0.190	0.401	0.185	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.099	0.579	0.236	-0.226	-0.096	0.240	0.130	1.000

Tabla A8.2 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

03 Textil

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.087	-0.115	1.000							
SE_s^{-1}	-0.864	-0.898	0.219	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.552	-0.641	0.330	0.857	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.143	-0.393	-0.205	1.000				
Spe_m_s	0.253	0.231	0.249	-0.133	0.033	0.116	1.000			
Div_m_s	-0.454	-0.433	0.285	0.437	0.276	-0.373	0.011	1.000		
Dim_m_s	-0.055	-0.078	0.073	0.138	0.209	-0.062	0.528	0.144	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.098	0.461	0.183	-0.226	-0.103	0.473	0.023	1.000

Tabla A8.3 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

04 Madera

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.214	-0.266	1.000							
SE_s^{-1}	-0.944	-0.949	0.301	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.526	-0.614	0.567	0.667	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.092	-0.432	-0.153	1.000				
Spe_m_s	-0.008	-0.037	0.185	0.013	0.161	0.079	1.000			
Div_m_s	-0.512	-0.491	0.264	0.537	0.295	-0.411	0.030	1.000		
Dim_m_s	-0.290	-0.306	0.299	0.316	0.323	-0.196	0.566	0.285	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.126	0.551	0.164	-0.226	-0.103	0.496	0.095	1.000

Tabla A8.4 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

05 Papel

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.356	-0.379	1.000							
SE_s^{-1}	-0.924	-0.895	0.327	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.778	-0.826	0.557	0.723	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.198	-0.433	-0.332	1.000				
Spe_m_s	-0.014	-0.007	0.071	0.004	-0.019	-0.090	1.000			
Div_m_s	-0.500	-0.480	0.191	0.527	0.383	-0.408	-0.027	1.000		
Dim_m_s	-0.174	-0.179	0.303	0.148	0.154	-0.218	0.516	0.080	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.131	0.672	0.278	-0.226	-0.009	0.468	0.042	1.000

Tabla A8.5 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

06 Química

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.305	-0.335	1.000							
SE_s^{-1}	-0.946	-0.929	0.305	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.818	-0.864	0.568	0.809	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.179	-0.443	-0.360	1.000				
Spe_m_s	-0.134	-0.122	0.309	0.128	0.158	-0.241	1.000			
Div_m_s	-0.506	-0.487	0.289	0.539	0.410	-0.410	0.129	1.000		
Dim_m_s	-0.209	-0.193	0.319	0.214	0.195	-0.278	0.732	0.213	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.114	0.622	0.292	-0.226	0.029	0.467	0.138	1.000

Tabla A8.6 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

07 Metalurgia

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.403	-0.436	1.000							
SE_s^{-1}	-0.951	-0.944	0.454	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.798	-0.842	0.656	0.859	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.207	-0.442	-0.336	1.000				
Spe_m_s	-0.413	-0.413	0.446	0.439	0.437	-0.309	1.000			
Div_m_s	-0.526	-0.504	0.342	0.549	0.421	-0.408	0.344	1.000		
Dim_m_s	-0.360	-0.354	0.410	0.350	0.337	-0.308	0.832	0.302	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.184	0.561	0.301	-0.226	0.144	0.485	0.177	1.000

Tabla A8.7 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

08 Maquinaria

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.282	-0.304	1.000							
SE_s^{-1}	-0.944	-0.928	0.310	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.773	-0.818	0.529	0.801	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.163	-0.440	-0.333	1.000				
Spe_m_s	-0.205	-0.212	0.215	0.214	0.236	-0.258	1.000			
Div_m_s	-0.495	-0.477	0.201	0.522	0.381	-0.397	0.180	1.000		
Dim_m_s	-0.317	-0.321	0.454	0.337	0.343	-0.302	0.803	0.310	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.120	0.606	0.277	-0.226	0.044	0.473	0.151	1.000

Tabla A8.8 Correlaciones entre variables explicativas municipales de largo plazo:

09 Vehículos de Motor

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.992	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.317	-0.355	1.000							
SE_s^{-1}	-0.750	-0.707	0.163	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.442	-0.496	0.795	0.229	1.000					
t_{INFR}	0.501	0.479	-0.173	-0.337	-0.199	1.000				
Spe_m_s	-0.059	-0.052	0.437	0.069	0.282	-0.065	1.000			
Div_m_s	-0.514	-0.495	0.130	0.501	0.210	-0.403	-0.064	1.000		
Dim_m_s	-0.329	-0.310	0.604	0.552	0.377	-0.183	0.582	0.252	1.000	
D_m	-0.482	-0.440	0.148	0.868	0.156	-0.226	0.067	0.471	0.542	1.000

Tabla A8.9 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

02 Alimentación

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.275	-0.276	1.000							
SE_s^{-1}	-0.695	-0.691	0.053	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.783	-0.774	0.417	0.386	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.195	-0.249	-0.209	1.000				
Spe_m_s	0.126	0.117	0.122	-0.109	-0.047	0.128	1.000			
Div_m_s	-0.152	-0.159	0.084	0.143	0.071	-0.234	-0.083	1.000		
Dim_m_s	-0.297	-0.296	0.365	0.243	0.276	-0.128	0.330	0.114	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.131	0.871	0.239	-0.210	-0.114	0.179	0.203	1.000

Tabla A8.10 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

03 Textil

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.024	-0.016	1.000							
SE_s^{-1}	-0.747	-0.750	-0.024	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.531	-0.510	0.317	0.231	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.094	-0.289	-0.138	1.000				
Spe_m_s	0.244	0.244	0.202	-0.191	-0.014	0.065	1.000			
Div_m_s	-0.453	-0.458	0.281	0.441	0.295	-0.357	0.027	1.000		
Dim_m_s	-0.059	-0.058	0.044	0.032	0.095	-0.055	0.430	0.102	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.126	0.848	0.181	-0.210	-0.104	0.426	0.029	1.000

Tabla A8.11 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

04 Madera

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.284	-0.281	1.000							
SE_s^{-1}	-0.718	-0.718	0.081	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.519	-0.477	0.439	0.150	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.148	-0.267	-0.039	1.000				
Spe_m_s	0.015	0.016	0.126	-0.067	0.084	0.032	1.000			
Div_m_s	-0.493	-0.500	0.326	0.454	0.201	-0.379	-0.020	1.000		
Dim_m_s	-0.233	-0.234	0.327	0.123	0.214	-0.142	0.462	0.202	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.157	0.870	0.151	-0.210	-0.088	0.445	0.087	1.000

Tabla A8.12 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

05 Papel

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.370	-0.368	1.000							
SE_s^{-1}	-0.641	-0.635	0.120	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.712	-0.685	0.540	0.324	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.174	-0.226	-0.174	1.000				
Spe_m_s	-0.009	-0.012	0.064	-0.003	-0.010	-0.027	1.000			
Div_m_s	-0.475	-0.482	0.280	0.378	0.287	-0.372	-0.013	1.000		
Dim_m_s	-0.153	-0.153	0.265	0.065	0.143	-0.139	0.540	0.103	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.184	0.886	0.253	-0.210	-0.005	0.413	0.039	1.000

Tabla A8.13 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

06 Química

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.297	-0.293	1.000							
SE_s^{-1}	-0.724	-0.724	0.071	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.652	-0.619	0.447	0.290	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.169	-0.268	-0.167	1.000				
Spe_m_s	-0.104	-0.106	0.297	0.049	0.131	-0.203	1.000			
Div_m_s	-0.467	-0.474	0.285	0.420	0.260	-0.371	0.112	1.000		
Dim_m_s	-0.231	-0.230	0.206	0.204	0.150	-0.236	0.566	0.183	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.144	0.861	0.229	-0.210	0.013	0.414	0.169	1.000

Tabla A8.14 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

07 Metalurgia

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.390	-0.385	1.000							
SE_s^{-1}	-0.794	-0.798	0.179	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.762	-0.753	0.675	0.499	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.147	-0.306	-0.234	1.000				
Spe_m_s	-0.286	-0.291	0.333	0.167	0.314	-0.220	1.000			
Div_m_s	-0.497	-0.504	0.294	0.483	0.400	-0.371	0.191	1.000		
Dim_m_s	-0.082	-0.087	0.136	0.057	0.079	-0.146	0.695	0.069	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.185	0.802	0.320	-0.210	0.049	0.432	0.038	1.000

Tabla A8.15 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

08 Maquinaria

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.319	-0.317	1.000							
SE_s^{-1}	-0.743	-0.743	0.119	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.603	-0.576	0.532	0.288	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.159	-0.274	-0.127	1.000				
Spe_m_s	-0.101	-0.105	0.253	0.054	0.135	-0.200	1.000			
Div_m_s	-0.467	-0.474	0.253	0.431	0.238	-0.359	0.110	1.000		
Dim_m_s	-0.012	-0.019	0.156	0.023	0.037	-0.099	0.733	-0.002	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.139	0.850	0.199	-0.210	0.017	0.421	0.012	1.000

Tabla A8.16 Correlaciones entre variables explicativas municipales de corto plazo:

09 Vehículos de Motor

	d_{CBD}	SE_{total}	$d_{SUB_s}^{-1}$	SE_s^{-1}	$SE_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Div_m_s	Dim_m_s	D_m
d_{CBD}	1.000									
SE_{total}	0.997	1.000								
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.253	-0.260	1.000							
SE_s^{-1}	-0.505	-0.501	0.022	1.000						
$SE_{SUB_s}^{-1}$	-0.233	-0.203	0.110	0.026	1.000					
t_{INFR}	0.378	0.393	-0.159	-0.179	-0.023	1.000				
Spe_m_s	-0.073	-0.079	0.543	0.027	0.030	-0.129	1.000			
Div_m_s	-0.489	-0.495	0.204	0.326	0.047	-0.367	0.036	1.000		
Dim_m_s	-0.258	-0.261	0.494	0.435	0.023	-0.138	0.545	0.239	1.000	
D_m	-0.501	-0.494	0.087	0.862	0.066	-0.210	0.033	0.420	0.366	1.000

Tabla A8.17 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:
Efectos municipales y de área a largo plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.007*** (4.81)	0.006*** (3.75)	0.007*** (3.93)	0.004*** (1.97)
d_{CBD}	-0.0002*** (-5.43)	-0.0001*** (-5.21)	-0.0001*** (-3.13)	-0.0001*** (-2.52)
$d_{SUB_s,1991}^{-1}$	0.007*** (3.56)	0.008*** (3.93)	0.008*** (4.14)	0.006*** (3.48)
$t_{INFR_{1991}}$	-0.0001*** (-2.66)	-0.0001*** (-2.54)	-0.0001*** (-3.70)	-0.0001*** (-3.12)
$Spe - m_{s,1991}$	-0.0001* (-1.62)	-0.0001* (-1.39)	-0.0001 (-0.96)	-4E-05 (-0.83)
$Spe - a_{s,1991}$	0.0001 (1.12)	-1E-05 (-0.13)	0.0001* (1.38)	0.0003*** (2.11)
$Div - m_{s,1991}$	0.004*** (2.91)	0.006*** (3.61)	0.003*** (2.31)	0.004*** (2.95)
$Div - a_{s,1991}$	0.003*** (2.80)	0.001 (1.18)	-0.003*** (-2.33)	0.0005 (0.29)
$Dim - m_{s,1991}$	-0.001** (-1.67)	-0.001*** (-2.59)	-0.001*** (-2.57)	-0.001*** (-2.42)
$Dim - a_{s,1991}$	-0.001*** (-2.36)	-0.001** (-1.75)	-0.001** (-1.84)	-0.002*** (-2.35)
$D - m_{1991}$	-0.002*** (-4.97)	-0.002*** (-5.46)	-0.002*** (-5.61)	-0.001*** (-5.48)
$D - a_{1991}$	0.001*** (2.57)	0.0004*** (4.16)	0.001*** (4.45)	0.0005*** (4.14)
\bar{R}^2	0.5122	0.5159	0.5294	0.5116
<i>Akaike</i>	-6.4341	-6.4416	-6.4699	-6.4328
<i>F - stat</i>	124.63***	126.45***	133.42***	124.32***
<i>Observaciones</i>	1296	1296	1296	1296

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Tabla A8.18 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:
Efectos municipales y de resto de área a largo plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.005*** (4.51)	0.003*** (2.00)	0.004*** (2.55)	-0.005*** (-2.63)
d_{CBD}	-0.0001*** (-5.27)	-0.0001*** (-3.20)	3E-06 (0.11)	0.0001** (1.96)
$d_{SUB_s,1991}^{-1}$	0.008*** (4.17)	0.009*** (4.56)	0.010*** (4.45)	0.006*** (3.47)
$t_{INFR_{1991}}$	-0.0001*** (-3.24)	-0.0001*** (-2.93)	-0.0001*** (-3.92)	-0.0001*** (-2.91)
$Spe_m_{s,1991}$	-0.0001** (-1.88)	-0.0001* (-1.46)	-0.0001 (-1.01)	-5E-05 (-0.92)
$Spe_ra_{s,1991}$	2E-05 (0.25)	-4E-06 (-0.04)	0.0001 (0.68)	5E-05 (0.37)
$Div_m_{s,1991}$	0.006*** (3.60)	0.006*** (3.83)	0.002* (1.64)	0.004*** (2.87)
$Div_ra_{s,1991}$	0.001 (1.10)	0.0001 (0.15)	-0.003*** (-2.11)	0.005*** (3.16)
$Dim_m_{s,1991}$	-0.001*** (-2.47)	-0.001*** (-2.82)	-0.001*** (-2.66)	-0.001*** (-2.48)
$Dim_ra_{s,1991}$	-0.0004 (-1.23)	0.0001 (0.33)	0.0003 (0.45)	0.0001 (0.09)
D_m_{1991}	-0.002*** (-6.06)	-0.002*** (-6.10)	-0.002*** (-6.03)	-0.001*** (-5.71)
D_ra_{1991}	0.001*** (5.01)	0.001*** (4.94)	0.001*** (4.88)	0.001*** (4.33)
\bar{R}^2	0.5740	0.5698	0.5607	0.5326
<i>Akaike</i>	-6.5696	-6.5597	-6.5388	-6.4768
<i>F – stat</i>	159.66***	156.93***	151.28***	135.16***
<i>Observaciones</i>	1296	1296	1296	1296

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Tabla A8.19 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:
Efectos municipales y de potencial de área a largo plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.008*** (5.45)	0.008*** (4.68)	0.008*** (4.22)	0.007*** (3.03)
d_{CBD}	-0.0002*** (-5.60)	-0.0002*** (-5.60)	-0.0002*** (-5.29)	-0.0002*** (-4.86)
$d_{SUB_s,1991}^{-1}$	0.006*** (3.52)	0.007*** (3.74)	0.007*** (3.63)	0.005*** (3.27)
$t_{INFR_{1991}}$	-0.0001*** (-2.80)	-0.0001*** (-2.61)	-0.0001*** (-2.74)	-5E-05*** (-2.11)
$Spe - m_{s,1991}$	-0.0001* (-1.52)	-4E-05 (-0.66)	-5E-05 (-0.78)	-5E-05 (-0.90)
$Spe - p_{s,1991}$	0.0001 (1.06)	-0.0001 (-0.69)	1E-05 (0.11)	0.0001 (0.90)
$Div - m_{s,1991}$	0.004*** (2.54)	0.005*** (3.47)	0.004*** (2.93)	0.004*** (2.95)
$Div - p_{s,1991}$	0.003*** (1.99)	0.0004 (0.35)	0.001 (0.51)	0.005*** (2.67)
$Dim - m_{s,1991}$	-0.0002 (-0.81)	-0.001*** (-2.18)	-0.0005** (-1.92)	-0.0004* (-1.50)
$Dim - p_{s,1991}$	-0.001*** (-2.61)	-0.001** (-1.89)	-0.002*** (-2.00)	-0.003*** (-2.27)
$D - m_{1991}$	-0.002*** (-4.48)	-0.002*** (-5.22)	-0.002*** (-5.08)	-0.001*** (-5.09)
$D - p_{1991}$	0.0005*** (2.02)	0.0004*** (3.43)	0.0004*** (2.86)	0.0001 (0.60)
\bar{R}^2	0.5048	0.5040	0.5010	0.4977
<i>Akaike</i>	-6.4189	-6.4173	-6.4114	-6.4048
<i>F - stat</i>	121.00***	120.62***	119.22***	117.65***
<i>Observaciones</i>	1296	1296	1296	1296

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Tabla A8.20 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

Manufactura – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.274	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.171	1.000								
Spe_m_s	-0.014	0.215	-0.028	1.000							
Spe_rp_s	0.070	0.122	0.044	0.332	1.000						
Div_m_s	-0.467	0.227	-0.388	0.025	-0.057	1.000					
Div_rp_s	-0.510	0.203	-0.389	0.056	0.054	0.179	1.000				
Dim_m_s	-0.208	0.315	-0.192	0.525	0.093	0.178	0.116	1.000			
Dim_rp_s	-0.243	0.129	-0.166	0.159	0.419	0.097	0.169	0.228	1.000		
D_m	-0.482	0.125	-0.226	-0.027	-0.058	0.444	0.058	0.105	0.071	1.000	
D_rp	-0.657	0.034	-0.302	-0.022	-0.118	0.411	0.134	0.119	0.143	0.561	1.000

Tabla A8.21 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

02 Alimentación – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.257	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.233	1.000								
Spe_m_s	0.087	0.195	0.117	1.000							
Spe_rp_s	0.249	0.030	0.034	0.406	1.000						
Div_m_s	-0.258	0.124	-0.310	-0.036	-0.229	1.000					
Div_rp_s	-0.497	0.183	-0.406	0.131	0.108	0.116	1.000				
Dim_m_s	-0.272	0.423	-0.190	0.401	-0.020	0.185	0.161	1.000			
Dim_rp_s	-0.590	0.258	-0.419	0.007	0.208	0.181	0.531	0.250	1.000		
D_m	-0.482	0.099	-0.226	-0.096	-0.190	0.240	0.047	0.130	0.163	1.000	
D_rp	-0.657	0.014	-0.302	-0.132	-0.271	0.101	0.119	0.139	0.291	0.561	1.000

Tabla A8.22 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

03 Textil – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.087	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.143	1.000								
Spe_m_s	0.253	0.249	0.116	1.000							
Spe_rp_s	0.477	0.159	0.264	0.318	1.000						
Div_m_s	-0.454	0.285	-0.373	0.011	-0.142	1.000					
Div_rp_s	-0.513	0.100	-0.416	-0.120	-0.183	0.174	1.000				
Dim_m_s	-0.055	0.073	-0.062	0.528	-0.061	0.144	-0.009	1.000			
Dim_rp_s	0.392	-0.198	0.265	-0.021	0.038	-0.345	-0.151	-0.012	1.000		
D_m	-0.482	0.098	-0.226	-0.103	-0.183	0.473	0.066	0.023	-0.243	1.000	
D_rp	-0.657	-0.036	-0.302	-0.177	-0.288	0.435	0.147	0.001	-0.313	0.561	1.000

Tabla A8.23 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

04 Madera – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.214	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.092	1.000								
Spe_m_s	-0.008	0.185	0.079	1.000							
Spe_rp_s	0.226	0.066	0.388	0.250	1.000						
Div_m_s	-0.512	0.264	-0.411	0.030	-0.159	1.000					
Div_rp_s	-0.553	0.175	-0.426	0.106	-0.018	0.216	1.000				
Dim_m_s	-0.290	0.299	-0.196	0.566	0.037	0.285	0.157	1.000			
Dim_rp_s	-0.244	0.277	-0.181	0.164	0.317	0.138	0.398	0.197	1.000		
D_m	-0.482	0.126	-0.226	-0.103	-0.134	0.496	0.086	0.095	-0.057	1.000	
D_rp	-0.657	-0.017	-0.302	-0.090	-0.251	0.477	0.179	0.133	-0.105	0.561	1.000

Tabla A8.24 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

05 Papel – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.356	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.198	1.000								
Spe_m_s	-0.014	0.071	-0.090	1.000							
Spe_rp_s	-0.046	-0.062	-0.170	0.308	1.000						
Div_m_s	-0.500	0.191	-0.408	-0.027	-0.078	1.000					
Div_rp_s	-0.495	0.196	-0.361	-0.190	-0.041	0.157	1.000				
Dim_m_s	-0.174	0.303	-0.218	0.516	0.076	0.080	0.062	1.000			
Dim_rp_s	-0.054	-0.027	-0.155	0.152	0.636	-0.103	0.012	0.064	1.000		
D_m	-0.482	0.131	-0.226	-0.009	0.004	0.468	0.051	0.042	-0.046	1.000	
D_rp	-0.657	0.111	-0.302	0.003	-0.045	0.447	0.121	0.119	-0.120	0.561	1.000

Tabla A8.25 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

06 Química – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.305	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.179	1.000								
Spe_m_s	-0.134	0.309	-0.241	1.000							
Spe_rp_s	-0.117	0.269	-0.128	0.133	1.000						
Div_m_s	-0.506	0.289	-0.410	0.129	0.183	1.000					
Div_rp_s	-0.469	0.228	-0.377	0.241	0.239	0.193	1.000				
Dim_m_s	-0.209	0.319	-0.278	0.732	0.220	0.213	0.150	1.000			
Dim_rp_s	-0.166	0.117	-0.263	0.259	0.514	0.190	0.121	0.170	1.000		
D_m	-0.482	0.114	-0.226	0.029	0.010	0.467	0.029	0.138	0.075	1.000	
D_rp	-0.657	0.000	-0.302	0.077	-0.090	0.458	0.079	0.138	0.184	0.561	1.000

Tabla A8.26 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

07 Metalurgia – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.403	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.207	1.000								
Spe_m_s	-0.413	0.446	-0.309	1.000							
Spe_rp_s	-0.364	0.339	-0.114	0.132	1.000						
Div_m_s	-0.526	0.342	-0.408	0.344	0.168	1.000					
Div_rp_s	-0.540	0.300	-0.378	0.302	0.318	0.207	1.000				
Dim_m_s	-0.360	0.410	-0.308	0.832	0.177	0.302	0.265	1.000			
Dim_rp_s	-0.648	0.353	-0.257	0.295	0.729	0.335	0.453	0.228	1.000		
D_m	-0.482	0.184	-0.226	0.144	0.054	0.485	0.071	0.177	0.134	1.000	
D_rp	-0.657	0.083	-0.302	0.238	-0.064	0.477	0.162	0.175	0.228	0.561	1.000

Tabla A8.27 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

08 Maquinaria – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.282	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.163	1.000								
Spe_m_s	-0.205	0.215	-0.258	1.000							
Spe_rp_s	-0.177	0.072	-0.099	-0.022	1.000						
Div_m_s	-0.495	0.201	-0.397	0.180	0.040	1.000					
Div_rp_s	-0.511	0.190	-0.388	0.185	0.148	0.172	1.000				
Dim_m_s	-0.317	0.454	-0.302	0.803	0.023	0.310	0.202	1.000			
Dim_rp_s	-0.421	0.124	-0.224	0.160	0.749	0.137	0.240	0.147	1.000		
D_m	-0.482	0.120	-0.226	0.044	0.047	0.473	0.054	0.151	0.144	1.000	
D_rp	-0.657	0.053	-0.302	0.119	-0.046	0.454	0.138	0.218	0.200	0.561	1.000

Tabla A8.28 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de largo plazo:

09 Vehículos de Motor – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.317	1.000									
t_{INFR}	0.501	-0.173	1.000								
Spe_m_s	-0.059	0.437	-0.065	1.000							
Spe_rp_s	-0.668	0.288	-0.379	0.046	1.000						
Div_m_s	-0.514	0.130	-0.403	-0.064	0.513	1.000					
Div_rp_s	-0.515	0.279	-0.365	0.063	0.263	0.193	1.000				
Dim_m_s	-0.329	0.604	-0.183	0.582	0.233	0.252	0.115	1.000			
Dim_rp_s	-0.690	0.141	-0.351	0.074	0.852	0.498	0.197	0.234	1.000		
D_m	-0.482	0.148	-0.226	0.067	0.392	0.471	0.067	0.542	0.455	1.000	
D_rp	-0.657	0.086	-0.302	0.075	0.721	0.468	0.132	0.286	0.936	0.561	1.000

Tabla A8.29 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:

Efectos municipales y de área a corto plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.001*** (6.74)	0.001*** (6.87)	0.001*** (5.04)	0.0005*** (3.56)
d_{CBD}	-1E-05*** (-7.55)	-1E-05*** (-7.51)	-4E-06*** (-3.05)	-4E-06*** (-2.37)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.0005*** (3.23)	0.001*** (3.65)	0.001*** (3.94)	0.0004*** (3.03)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05*** (-5.02)	-1E-05*** (-6.06)	-1E-05*** (-6.14)	-1E-05*** (-5.85)
$Spe_{m_{s,t-1}}$	-1E-06 (-0.10)	-1E-05* (-1.45)	-1E-05 (-1.27)	-1E-05 (-0.91)
$Spe_{a_{s,t-1}}$	-1E-05* (-1.61)	2E-06 (0.30)	1E-05* (1.47)	2E-05*** (2.21)
$Div_{m_{s,t-1}}$	0.0002*** (2.25)	0.0002*** (2.59)	0.0001 (0.77)	0.0001 (0.96)
$Div_{a_{s,t-1}}$	0.0001 (1.05)	-0.0002*** (-2.62)	-0.0002*** (-2.55)	-0.0001 (-1.06)
$Dim_{m_{s,t-1}}$	-0.0001*** (-2.65)	-0.0001*** (-2.73)	-0.0001*** (-2.86)	-0.0001*** (-2.78)
$Dim_{a_{s,t-1}}$	0.0001** (1.74)	-5E-05*** (-2.28)	-0.0001** (-1.92)	-0.0001*** (-2.62)
$D_{m_{t-1}}$	-0.0001*** (-6.72)	-0.0001*** (-7.28)	-0.0001*** (-7.36)	-0.0001*** (-7.44)
$D_{a_{t-1}}$	3E-05*** (3.03)	3E-05*** (5.58)	5E-05*** (5.83)	4E-05*** (5.57)
\bar{R}^2	0.1109	0.1134	0.1185	0.1146
<i>Akaike</i>	-9.4731	-9.4759	-9.4817	-9.4773
<i>F – stat</i>	177.34***	181.80***	191.04***	183.95***
<i>Observaciones</i>	15552	15552	15552	15552

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Tabla A8.30 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:
Efectos municipales y de resto de área a corto plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.0005*** (5.75)	0.0003*** (3.20)	-0.0001 (-0.46)	-0.001*** (-3.40)
d_{CBD}	-1E-05*** (-6.01)	-5E-06*** (-3.41)	4E-06** (1.86)	1E-05*** (3.01)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.001*** (3.75)	0.001*** (4.13)	0.001*** (4.19)	0.0004*** (3.01)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05*** (-5.82)	-1E-05*** (-5.48)	-1E-05*** (-5.51)	-1E-05*** (-4.79)
$Spe_{m_{s,t-1}}$	-1E-05** (-1.82)	-1E-05** (-1.72)	-1E-05* (-1.41)	-5E-06 (-1.00)
$Spe_{ra_{s,1991}}$	2E-06 (0.35)	1E-05 (0.87)	1E-05 (1.19)	5E-06 (0.54)
$Div_{m_{s,t-1}}$	0.0003*** (3.59)	0.0002*** (2.88)	-1E-06 (-0.02)	5E-05 (0.63)
$Div_{ra_{s,t-1}}$	-5E-05 (-0.73)	-3E-05 (-0.47)	0.0001 (0.81)	0.001*** (4.86)
$Dim_{m_{s,t-1}}$	-0.0001*** (-2.70)	-0.0001*** (-2.96)	-0.0001*** (-3.02)	-0.0001*** (-2.95)
$Dim_{ra_{s,t-1}}$	-1E-05 (-0.36)	3E-05 (1.25)	0.0001* (1.58)	4E-05 (0.87)
$D_{m_{t-1}}$	-0.0002*** (-7.36)	-0.0001*** (-7.53)	-0.0001*** (-7.53)	-0.0001*** (-7.54)
$D_{ra_{t-1}}$	0.0001*** (5.71)	0.0001*** (6.54)	0.0001*** (6.35)	0.0001*** (6.20)
\bar{R}^2	0.1279	0.1291	0.1280	0.1216
<i>Akaike</i>	-9.4925	-9.4938	-9.4926	-9.4852
<i>F – stat</i>	208.39***	210.53***	208.57***	196.69***
<i>Observaciones</i>	15552	15552	15552	15552

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Tabla A8.31 Cambio en el peso relativo del empleo municipal en la RMB, 1991-2003:
Efectos municipales y de potencial de área a corto plazo – Manufactura

	5 Km.	8 Km.	12 Km.	16 Km.
<i>Constante</i>	0.001*** (7.81)	0.001*** (8.00)	0.001*** (7.48)	0.002*** (6.57)
d_{CBD}	-2E-05*** (-7.96)	-2E-05*** (-8.16)	-2E-05*** (-8.25)	-2E-05*** (-7.58)
$d_{SUB_{s,t-1}}^{-1}$	0.0005*** (3.13)	0.0005*** (3.34)	0.0005*** (3.23)	0.0004*** (2.75)
$t_{INFR_{t-1}}$	-1E-05*** (-5.60)	-1E-05*** (-6.42)	-1E-05*** (-6.30)	-1E-05*** (-5.97)
$Spe_{m_{s,t-1}}$	3E-06 (0.36)	-4E-06 (-0.78)	-4E-06 (-0.69)	-3E-06 (-0.50)
$Spe_{p_{s,t-1}}$	-2E-05** (-1.79)	-2E-06 (-0.22)	4E-06 (0.30)	1E-05 (0.51)
$Div_{m_{s,t-1}}$	0.0002*** (2.58)	0.0002*** (2.74)	0.0001** (1.91)	0.0001* (1.46)
$Div_{p_{s,t-1}}$	-0.0001 (-0.85)	-0.0003*** (-4.36)	-0.0003*** (-3.76)	-0.0003*** (-2.71)
$Dim_{m_{s,t-1}}$	-0.0001** (-2.52)	-4E-05*** (-2.07)	-4E-05*** (-1.99)	-4E-05** (-1.74)
$Dim_{p_{s,t-1}}$	5E-05* (1.44)	-0.0001*** (-3.00)	-0.0002*** (-3.20)	-0.0003*** (-3.53)
$D_{m_{t-1}}$	-0.0001*** (-6.28)	-0.0001*** (-7.03)	-0.0001*** (-6.83)	-0.0001*** (-6.82)
$D_{p_{t-1}}$	3E-05*** (2.23)	2E-05*** (4.15)	2E-05*** (3.29)	3E-07 (0.05)
\bar{R}^2	0.1095	0.1107	0.1104	0.1099
<i>Akaike</i>	-9.4716	-9.4729	-9.4725	-9.4720
<i>F – stat</i>	174.90***	176.93***	176.42***	175.53***
<i>Observaciones</i>	15552	15552	15552	15552

***, **, * Variables significativas a niveles del 5, 10 y 20%, respectivamente.

Tabla A8.32 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:

Manufactura – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.282	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.156	1.000								
Spe_m_s	0.008	0.196	-0.028	1.000							
Spe_rp_s	0.106	0.095	0.082	0.310	1.000						
Div_m_s	-0.428	0.242	-0.347	0.009	-0.058	1.000					
Div_rp_s	-0.540	0.210	-0.343	0.070	0.055	0.285	1.000				
Dim_m_s	-0.110	0.183	-0.112	0.431	0.026	0.081	0.095	1.000			
Dim_rp_s	-0.222	0.089	-0.145	0.096	0.313	0.063	0.204	0.114	1.000		
D_m	-0.501	0.144	-0.210	-0.039	-0.089	0.387	0.187	0.068	0.063	1.000	
D_rp	-0.670	0.059	-0.267	-0.036	-0.167	0.354	0.350	0.081	0.112	0.604	1.000

Tabla A8.33 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:

02 Alimentación – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.275	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.195	1.000								
Spe_m_s	0.126	0.122	0.128	1.000							
Spe_rp_s	0.265	0.015	0.160	0.444	1.000						
Div_m_s	-0.152	0.084	-0.234	-0.083	-0.244	1.000					
Div_rp_s	-0.532	0.161	-0.350	0.095	0.060	0.107	1.000				
Dim_m_s	-0.297	0.365	-0.128	0.330	0.001	0.114	0.129	1.000			
Dim_rp_s	-0.687	0.254	-0.320	-0.010	0.168	0.055	0.479	0.255	1.000		
D_m	-0.501	0.131	-0.210	-0.114	-0.202	0.179	0.175	0.203	0.266	1.000	
D_rp	-0.670	0.023	-0.267	-0.147	-0.282	0.072	0.337	0.224	0.416	0.604	1.000

Tabla A8.34 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:

03 Textil – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.024	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.094	1.000								
Spe_m_s	0.244	0.202	0.065	1.000							
Spe_rp_s	0.479	0.184	0.152	0.313	1.000						
Div_m_s	-0.453	0.281	-0.357	0.027	-0.102	1.000					
Div_rp_s	-0.506	0.049	-0.380	-0.070	-0.144	0.319	1.000				
Dim_m_s	-0.059	0.044	-0.055	0.430	-0.048	0.102	0.004	1.000			
Dim_rp_s	0.371	-0.102	0.122	-0.103	-0.070	-0.309	-0.183	-0.082	1.000		
D_m	-0.501	0.126	-0.210	-0.104	-0.190	0.426	0.182	0.029	-0.246	1.000	
D_rp	-0.670	-0.033	-0.267	-0.160	-0.308	0.393	0.355	0.071	-0.367	0.604	1.000

Tabla A8.35 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:

04 Madera – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.284	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.148	1.000								
Spe_m_s	0.015	0.126	0.032	1.000							
Spe_rp_s	0.218	0.042	0.377	0.258	1.000						
Div_m_s	-0.493	0.326	-0.379	-0.020	-0.152	1.000					
Div_rp_s	-0.574	0.217	-0.363	0.060	-0.083	0.328	1.000				
Dim_m_s	-0.233	0.327	-0.142	0.462	0.052	0.202	0.176	1.000			
Dim_rp_s	-0.196	0.208	-0.084	0.072	0.346	0.067	0.247	0.147	1.000		
D_m	-0.501	0.157	-0.210	-0.088	-0.154	0.445	0.211	0.087	-0.050	1.000	
D_rp	-0.670	0.055	-0.267	-0.080	-0.262	0.426	0.390	0.105	-0.085	0.604	1.000

Tabla A8.36 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:

05 Papel – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.370	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.174	1.000								
Spe_m_s	-0.009	0.064	-0.027	1.000							
Spe_rp_s	-0.118	0.000	-0.071	0.306	1.000						
Div_m_s	-0.475	0.280	-0.372	-0.013	-0.027	1.000					
Div_rp_s	-0.537	0.224	-0.324	-0.163	-0.035	0.289	1.000				
Dim_m_s	-0.153	0.265	-0.139	0.540	0.082	0.103	0.053	1.000			
Dim_rp_s	-0.136	0.025	-0.062	0.194	0.624	-0.041	-0.027	0.108	1.000		
D_m	-0.501	0.184	-0.210	-0.005	0.018	0.413	0.187	0.039	-0.036	1.000	
D_rp	-0.670	0.126	-0.267	-0.003	-0.013	0.392	0.352	0.085	-0.086	0.604	1.000

Tabla A8.37 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:

06 Química – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.297	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.169	1.000								
Spe_m_s	-0.104	0.297	-0.203	1.000							
Spe_rp_s	-0.010	0.167	-0.042	0.047	1.000						
Div_m_s	-0.467	0.285	-0.371	0.112	0.115	1.000					
Div_rp_s	-0.517	0.216	-0.343	0.260	0.239	0.335	1.000				
Dim_m_s	-0.231	0.206	-0.236	0.566	0.067	0.183	0.194	1.000			
Dim_rp_s	-0.280	0.086	-0.313	0.102	0.352	0.185	0.307	0.133	1.000		
D_m	-0.501	0.144	-0.210	0.013	-0.041	0.414	0.166	0.169	0.157	1.000	
D_rp	-0.670	0.026	-0.267	0.067	-0.160	0.390	0.305	0.197	0.289	0.604	1.000

Tabla A8.38 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:
07 Metalurgia – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.390	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.147	1.000								
Spe_m_s	-0.286	0.333	-0.220	1.000							
Spe_rp_s	-0.212	0.258	-0.046	0.033	1.000						
Div_m_s	-0.497	0.294	-0.371	0.191	0.153	1.000					
Div_rp_s	-0.583	0.265	-0.336	0.272	0.250	0.331	1.000				
Dim_m_s	-0.082	0.136	-0.146	0.695	-0.037	0.069	0.091	1.000			
Dim_rp_s	-0.350	0.194	-0.333	0.146	0.550	0.207	0.423	0.004	1.000		
D_m	-0.501	0.185	-0.210	0.049	-0.026	0.432	0.198	0.038	0.031	1.000	
D_rp	-0.670	0.107	-0.267	0.116	-0.178	0.419	0.367	0.034	0.045	0.604	1.000

Tabla A8.39 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:
08 Maquinaria – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.319	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.159	1.000								
Spe_m_s	-0.101	0.253	-0.200	1.000							
Spe_rp_s	-0.099	0.156	0.031	0.016	1.000						
Div_m_s	-0.467	0.253	-0.359	0.110	0.075	1.000					
Div_rp_s	-0.539	0.257	-0.336	0.159	0.104	0.293	1.000				
Dim_m_s	-0.012	0.156	-0.099	0.733	0.009	-0.002	0.109	1.000			
Dim_rp_s	-0.276	0.207	-0.152	0.143	0.680	0.147	0.234	0.054	1.000		
D_m	-0.501	0.139	-0.210	0.017	0.012	0.421	0.189	0.012	0.119	1.000	
D_rp	-0.670	0.114	-0.267	0.066	-0.099	0.398	0.361	0.039	0.148	0.604	1.000

Tabla A8.40 Correlaciones entre variables explicativas municipales y de resto de potencial de área de corto plazo:
09 Vehículos de Motor – 12 Km.

	d_{CBD}	$d_{SUB_s}^{-1}$	t_{INFR}	Spe_m_s	Spe_rp_s	Div_m_s	Div_rp_s	Dim_m_s	Dim_rp_s	D_m	D_rp
d_{CBD}	1.000										
$d_{SUB_s}^{-1}$	-0.253	1.000									
t_{INFR}	0.378	-0.159	1.000								
Spe_m_s	-0.073	0.543	-0.129	1.000							
Spe_rp_s	-0.231	0.248	-0.211	0.042	1.000						
Div_m_s	-0.489	0.204	-0.367	0.036	0.247	1.000					
Div_rp_s	-0.548	0.293	-0.322	0.185	0.351	0.315	1.000				
Dim_m_s	-0.258	0.494	-0.138	0.545	0.101	0.239	0.218	1.000			
Dim_rp_s	-0.651	0.167	-0.344	0.089	0.547	0.401	0.534	0.189	1.000		
D_m	-0.501	0.087	-0.210	0.033	0.070	0.420	0.190	0.366	0.405	1.000	
D_rp	-0.670	0.039	-0.267	0.043	0.108	0.405	0.350	0.206	0.783	0.604	1.000