

Localización empresarial y economías de aglomeración: el debate en torno a la agregación espacial

Federico Pablo-Martí y Carlos Muñoz-Yebra*

RESUMEN: El análisis de la incidencia de las economías de aglomeración en la localización empresarial constituye uno de los temas centrales de la Economía Regional. Sin embargo, a pesar de los amplios y sólidos desarrollos teóricos en este campo, los resultados empíricos muestran una preocupante falta de robustez. En este trabajo se analiza una de las posibles causas: el problema de las unidades de área modificables (MAUP). Para ello, tras una revisión de los aspectos económicos y estadísticos ligados al fenómeno, se estima la influencia de las economías de aglomeración en la localización de las empresas en España para cinco divisiones distintas del territorio que incluyen divisiones inframunicipales. Los resultados obtenidos indican que las estimaciones son muy sensibles a la definición de las áreas de análisis por lo que no pueden ser dejadas de lado en la contrastación de hipótesis. Finalmente, se propone una metodología para reducir los inconvenientes derivados del MAUP y aprovechar las posibles ventajas.

Clasificación JEL: R12.

Palabras clave: Localización empresarial, economías de aglomeración, unidades de área modificables, España.

The MAUP in the firm's location and the economies of agglomeration

ABSTRACT: The analysis of the impact of agglomeration economies on firm location is one of the main issues on Regional Economics. However, despite of the broad and solid theoretical developments in this area, empirical findings show a worrying lack of robustness. This paper examines one possible cause: The Modifiable Areal

* Universidad de Alcalá. Facultad de CC. Económicas y Empresariales. Plaza de la Victoria, 2. 28802 Alcalá de Henares. Tlfno.: 918854231. Fax: 918854201. E-mail: federico.pablo@uah.es; E-mail: carlos.munoz@uah.es.

Los autores agradecen encarecidamente las valiosas indicaciones de dos evaluadores anónimos así como los útiles comentarios y sugerencias aportados por los asistentes al Simposio sobre Dinámica Empresarial e Innovación.

Recibido: 19 de enero de 2009 / Aceptado: 26 de mayo de 2009.

Unit Problem (MAUP). To that end, it is estimated the influence of agglomeration economies on the firm location in Spain for five different divisions of the territory. The results indicate that the estimates are very sensitive to the definition of areas of analysis which cannot be neglected to contrast the hypotheses. Finally, it proposes a methodology to reduce the drawbacks of MAUP and exploit his potential benefits.

Clasificación JEL: R12 - Size and Spatial Distributions of Regional Economic Activity.

Palabras clave: Firm's location, agglomeration economies, modifiable areal unit, Spain.

1. Introducción

La incidencia de las economías de aglomeración en la localización de las empresas es una cuestión que han ocupado la atención de los economistas durante décadas. A finales del siglo XIX, Marshall (1890) argumentó que la localización de las empresas en áreas con una elevada concentración de empresas del mismo sector conlleva ventajas como la disponibilidad de mano de obra especializada, la disponibilidad de bienes intermedios y la facilidad para intercambiar conocimientos sobre productos, procesos e innovaciones.

En la primera mitad del siglo XX trabajos como los de Ohlin (1933), Hoover (1948) e Isard (1956) generalizaron este concepto considerando que las economías externas podían ser accesibles a todas las empresas con independencia del sector al que pertenecieran. Se pasó así del concepto sectorial de las “economías de localización” al concepto más global de “economías de urbanización” (Burger *et al.*, 2007).

Tras varias décadas de relativo olvido, en los años 80 comenzó a desarrollarse el uso de modelos espaciales para paliar las dificultades de la economía tradicional para explicar adecuadamente las diferencias en la riqueza y dinamismo de las regiones (Piore y Sabel, 1984). Sin embargo, no ha sido hasta la década de los 90, con el redescubrimiento del espacio tanto en la economía (Krugman, 1991a, 1991b) como en los estudios empresariales (Porter, 1990), cuando han surgido multitud de estudios, principalmente teóricos, que se han centrado en el análisis de la influencia de la concentración espacial de las actividades económicas en el desarrollo de la productividad y el crecimiento.

Las aportaciones empíricas han sido sustancialmente menores, debido fundamentalmente a la falta de fuentes estadísticas adecuadas. La mayor parte de estos estudios aplicados se centraron en la medición mediante índices de la concentración territorial de la actividad económica. Es el caso, por ejemplo, de los trabajos de Glaeser *et al.* (1992), Ellison y Glaeser (1997) para Estados Unidos, Maurel y Sédillot (1999) para Francia o Devereux *et al.* (2004) para el Reino Unido. En el ámbito nacional pueden citarse las aportaciones de Callejón (1997), Viladecans (2001, 2004), Alonso *et al.* (2003), Paluzie *et al.* (2004) quienes utilizan básicamente datos de ámbito provincial o regional o el de Jofré y Viladecans (2007) que los utiliza municipales.

Frente a estos trabajos, basados en divisiones territoriales de carácter administrativo, ha comenzado a surgir recientemente otra corriente de investigación que aprovecha la creciente disponibilidad de datos microgeográficos para estudiar los esquemas de localización empresarial desde una perspectiva individual en lugar de agregada (Durantom y Overman, 2005).

Los resultados obtenidos han sido en general ambiguos, cuando no manifiestamente contradictorios, lo que ha restado confiabilidad a las prescripciones de política regional realizadas desde la academia. Una parte importante de estas inconsistencias en los análisis podría deberse a los problemas derivados de la elección de la escala y las unidades geográficas.

Esta cuestión, denominada problema de las unidades de área modificables, o MAUP por sus siglas en inglés, no parece haber sido objeto de la adecuada atención en el ámbito de la economía regional y, en especial, en el del análisis empírico de la localización empresarial, a pesar de de su potencial incidencia en la validez de las estimaciones econométricas (Kephart, 1988; Wrigley 1995, Petterson 2001, Burger *et al.*, 2007).

Aunque el MAUP es ampliamente conocido en el ámbito teórico, la escasa disponibilidad de información regional ha hecho que en el plano aplicado la elección del área de análisis se convirtiera en un problema secundario, optándose en la mayor parte de las veces por el ámbito territorial más desagregado entre los disponibles.

Esta aproximación pragmática puede estar dejando de ser adecuada si las nuevas tecnologías, en especial las derivadas de la integración de los sistemas de información geográfica y la información procedente de los satélites, aumentan la disponibilidad de información microgeográfica.

Los objetivos de este trabajo son tres; en primer lugar, comprobar si la utilización de áreas geográficas distintas incide de forma significativa en las estimaciones de la influencia de las economías de aglomeración en la localización empresarial; en segundo, establecer si esta posible falta de robustez de los resultados econométricos puede convertirse en un instrumento para mejorar el conocimiento sobre las economías de aglomeración; y, finalmente, proponer una posible forma de actuación para reducir los problemas del MAUP y aprovechar sus posibles ventajas.

El resto del trabajo se articula de la siguiente forma: en el epígrafe dos se estudia la relación entre la localización empresarial y las economías de aglomeración, haciendo especial énfasis en los problemas de medición que genera la variabilidad de las áreas de análisis. En el tercer epígrafe, se presenta la base de datos utilizada. En el cuarto se realizan diversas estimaciones con el objetivo de comprobar el efecto del MAUP sobre las estimaciones de localización empresarial. Finalmente, en el quinto, se presentan las principales conclusiones obtenidas y se propone una metodología para la detección del MAUP y su posible tratamiento.

2. El MAUP y las economías de aglomeración

La elección de la escala y las unidades geográficas de análisis constituye un aspecto central del análisis de las economías de aglomeración. La delimitación de las áreas en

las que se concentra la actividad económica está íntimamente ligada a la forma en que se divide el territorio. Así, puede ocurrir, por ejemplo, que zonas densamente pobladas pueden aparecer como lo contrario si en las divisiones territoriales utilizadas se funden con zonas deshabitadas.

El sólido marco teórico, que liga la localización de las empresas con el aprovechamiento de las ventajas que surgen cuando se sitúan junto a otras, es poco preciso en lo que se refiere a la delimitación del ámbito geográfico en el que estas ventajas están presentes. En la práctica, la escasez de información estadística con el suficiente grado de desagregación territorial hace que se asignen homogéneamente las economías de aglomeración sobre la totalidad de la división administrativa del territorio en el que se sitúan las empresas, a pesar de que no parece adecuado distribuir estas economías de forma indiscriminada entre los núcleos urbanos y las zonas rurales del área.

Esta falta de adecuación del ámbito de análisis con el territorio verdaderamente significativo desde el punto de vista teórico es lo que hace que el paso de la teoría a la contrastación empírica sea especialmente arduo en este ámbito.

2.1. Localización empresarial y economías de aglomeración

La influencia de las economías de aglomeración sobre la localización empresarial ha sido objeto de amplia atención tanto a nivel internacional (Figueiredo *et al.*, 2002, Holl 2004, Rosenthal y Strange 2004) como en España (Callejón, 2003; Costa *et al.*, 2004; Alañón *et al.*, 2007; Arauzo, 2007).

Resulta un hecho contrastado que las empresas no se localizan de forma uniforme sobre el territorio sino que tienden a concentrarse en determinadas áreas, con el objeto de aprovechar los beneficios que surgen de localizarse cerca unas de otras. Estos beneficios, conocidos como economías de aglomeración, son de naturaleza muy diversa, pero en general están relacionados con el mejor aprovechamiento de las economías de escala y de alcance en los lugares en los que, o bien coexisten muchas empresas de sectores relacionados, o bien se encuentran cercanos a los grandes núcleos de población o actividad económica.

En base a la mayor incidencia de unos u otros aspectos, las economías de aglomeración suelen dividirse en dos grupos: economías de localización y economías de urbanización.

Las primeras, se definen básicamente a partir de la visión original de Marshall, quien señala la aparición de reducciones en los costes y mejoras en la productividad cuando las empresas pertenecientes a sectores relacionados se sitúan cerca unas de otras (Van Oort, 2004). La cercanía entre las empresas genera ventajas por tres vías fundamentales, la disponibilidad de mano de obra cualificada, la difusión de conocimiento y la disponibilidad de bienes intermedios.

La coexistencia en un área de empresas pertenecientes a un mismo sector facilita la aparición de un mercado de trabajadores cualificados más amplio y flexible, en el que los costes de búsqueda son más bajos tanto para los empresarios como para los trabajadores. Este intenso intercambio de trabajadores, junto con las relaciones formales e informales que la cercanía de las empresas posibilita, favorecen el intercam-

bio de información y la difusión del conocimiento. Por último, la concentración de empresas de un sector favorece la localización de sus proveedores especializados en el entorno cercano, lo que aumenta la disponibilidad de los inputs intermedios y reduce los costes de transacción.

Las economías de urbanización, por su parte, se refieren al tamaño de la aglomeración, no centrándose en un sector concreto sino en el conjunto, afectando a todas las empresas que se hallan en una localización específica. Isard (1956) las define como las ventajas que se derivan de la disponibilidad de una abundante fuerza de trabajo multifuncional y de unas buenas infraestructuras y bienes públicos y que son típicas de las zonas ampliamente pobladas (Harrison *et al.*, 1997; Audretsch y Feldman, 2004).

En desarrollos posteriores el concepto de economías de urbanización se amplió para incluir junto a la vertiente del tamaño la de la diversidad. Jacobs (1969) considera que la complejidad sectorial que caracteriza las grandes urbes potencia el desarrollo económico al favorecer la integración vertical, la innovación y la estabilidad. Cuando en un mismo entorno geográfico se desarrollan empresas de diferentes sectores resulta más sencilla la interacción, aumentando la probabilidad de que surjan relaciones intersectoriales tanto formales como informales. Estas interacciones entre empresas de diferentes sectores favorece la transferencia de conocimientos y reduce los costes de transacción. Por otra parte, una estructura intrasectorial amplia constituye un seguro para las empresas del sector al permitirles cambiar de inputs con mayor facilidad (Frenken *et al.*, 2007).

Estos dos aspectos de las economías de urbanización -dimensión y diversidad- están intensamente relacionados, lo que dificulta la estimación diferenciada del efecto de cada uno de ellos en la localización empresarial. La diversidad sectorial tiende a ser mayor en torno a los grandes núcleos urbanos pues requiere de una demanda lo suficientemente intensa y variada para sostenerla. En la práctica, si tras controlar los niveles de actividad económica se observa que la diversidad productiva favorece las decisiones de localización de las empresas, entonces puedes ser considerada una externalidad cuyos efectos se acumulan a los derivados del tamaño de los sectores (Callejón y Costa, 1996).

Otros aspectos que también favorecen el desarrollo de las empresas en los entornos cercanos a las ciudades es que muestran mayores niveles de estabilidad económica. Siegel *et al.* (1995) muestran, usando un modelo input-output, que las zonas urbanas tienden a caracterizarse como más estables que las zonas rurales, lo que favorece el crecimiento. Las causas de esta mayor estabilidad pueden entenderse fácilmente si la complejidad sectorial de un territorio se interpreta como una estrategia de diversificación de carteras, en la que cuanto más amplia sea la diversidad de las actividades productivas mayor será la protección de la región frente a shocks externos de demanda en sectores concretos (Attaran 1985; Haug 2004).

Aunque se considera que en general las economías de urbanización tienen un impacto positivo en la localización empresarial también existen vertientes de la aglomeración que son negativos. Las deseconomías de urbanización recogen aspectos como la congestión de las infraestructuras, la pérdida de calidad del entorno o la escasez de determinados factores productivos que dificultan el desarrollo de las empresas. En el

análisis empírico resultan difíciles de separar de los positivos, por lo que frecuentemente las estimaciones no suelen referirse a ellos de forma explícita sino que recogen el efecto neto de ambos.

Aunque desde el punto de vista teórico existe un amplio consenso sobre la forma en que las diferentes externalidades de aglomeración influyen sobre la localización empresarial, en el ámbito empírico se aprecia una importante falta de robustez en los resultados.

Mientras que trabajos como los de Rosenthal y Strange (2003) encuentran que tanto las economías de localización como las de urbanización la favorecen, otros, como los de Combes (2000) o Van Stel y Nieuwenhuijsen (2004) no hallan significativas las economías de localización, llegando incluso a haber autores como Frenken *et al.* (2007) que detectan una influencia negativa de las externalidades tipo Jacobs en el crecimiento de la productividad, pero positivas en el crecimiento del empleo. En el caso de España se observan divergencias similares.

Como señalan Burger *et al.* (2007), las causas de estas divergencias parecen ser básicamente de tres tipos: las diferencias en la metodología y las medidas utilizadas, la influencia del contexto sectorial y temporal en las externalidades de aglomeración y, finalmente, su fuerte dependencia de la escala y la división territorial utilizada¹.

El concepto de externalidades de aglomeración es un *concepto difuso* en el sentido señalado por Ann Markusen (1999) lo que dificulta su contrastación con los datos. La existencia de diferentes percepciones del concepto y la utilización de *proxis* distintas para aproximarlos genera que los resultados obtenidos puedan ser interpretados como contradictorios aunque realmente no lo sean o, por el contrario, que aparezcan como confirmatorios no siéndolo realmente (Grabher y Hassink, 2003).

Además de las dificultades conceptuales y metodológicas, existe una fuerte dependencia del contexto, no solo por la variabilidad de las medidas que pueden utilizarse para cuantificar el crecimiento económico, sino también porque depende del sector (Krugman, 1991b) y del momento del ciclo del producto (Combes, 2000; Duranton y Puga, 2001; Costa *et al.*, 2004) al que se refiera.

En general las actividades tecnológicamente más avanzadas tienden a situarse en áreas con elevadas economías de localización (Henderson, 1983; Nakamura, 1985; Henderson *et al.* 1995; Jofre, 2005; Jofre y Viladecans, 2007) mientras que las más tradicionales tienden a distribuirse de una forma más dispersa.

El tercer grupo de causas de las divergencias en las estimaciones, la dependencia de la escala y la división territorial utilizada, es el objeto del siguiente apartado.

2.2. El MAUP en el análisis de la localización empresarial

El tratamiento habitual de las economías de aglomeración como fijadas espacialmente resulta insatisfactorio, en la medida en que se supone que las actividades económicas fuera de un territorio no ejercen ninguna influencia sobre el mismo (Rosenthal y Strange, 2003; Burger *et al.*, 2007). La adscripción de la actividad económica y de las economías de aglomeración a territorios concretos, generalmente divisiones

¹ Para una discusión detallada de esta cuestión véase Burger *et al.* (2007).

administrativas que obedecen más a condicionantes históricos que económicos, supone un proceso de agregación que puede afectar a la correcta interpretación de la realidad subyacente.

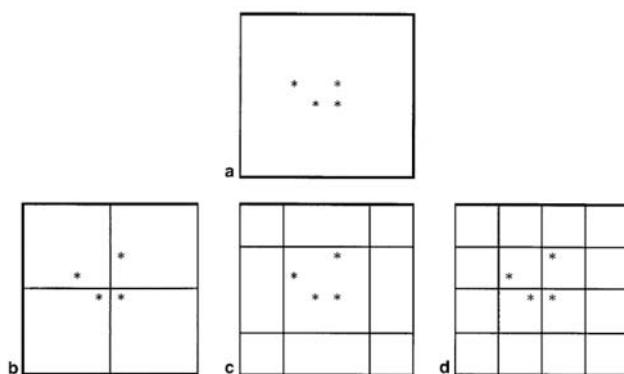
Esta importante cuestión, denominada el *problema de las unidades de área modificable* (MAUP) (Openshaw y Taylor, 1979), tiene dos vertientes bien diferenciadas: una relativa a la influencia de la agregación de las divisiones territoriales y otra referente a la escala elegida.

El problema de la agregación territorial o *gerrymandering*, es conocido en la ciencia política desde principios del siglo XIX² y consiste en que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la forma de las divisiones territoriales empleadas. El problema de la escala, por su parte, hace referencia a las posibles inconsistencias en las mediciones que pueden producirse como consecuencia del cambio en el tamaño de las unidades de medida.

Ambas cuestiones pueden ilustrarse fácilmente con un ejemplo extraído de Arbia (2001). Supongamos que tenemos un área que muestra una clara concentración geográfica de empresas en el centro del área de análisis (gráfico 1a). Si para medir la concentración se utilizan distintas divisiones territoriales –problema de agregación– se obtienen medidas de concentración diferentes. Así, mientras que la distribución territorial de gráfico 1b indicaría una distribución homogénea, la del gráfico 1c mostraría una elevada concentración.

Los gráficos 1c y 1d ilustran el problema de la escala. La adopción de una retícula más fina hace que la estimación de la concentración sea mayor en el primer caso que en el segundo.

Gráfico 1. El problema de las unidades de área modificables (MAUP)



Fuente: Arbia (2001).

² Su nombre proviene del gobernador de Massachusetts, Elbridge Gerry quien en 1812 promovió la modificación de los distritos electorales para favorecer a los candidatos de su partido. El parecido de uno de los nuevos distritos con la forma de una salamandra, en inglés *salamander*, hizo que se le denominase informalmente como *Gerry-mander*, término que tuvo éxito y que se sigue utilizando en la actualidad.

Aunque estos problemas han sido ampliamente analizado en los ámbitos geográfico y estadístico (Gehlke y Biehl, 1934; Yule y Kendall, 1950, Openshaw, 1984; Arbia, 1989; Amrhein 1995, Wong y Amrhein, 1996), la escasa disponibilidad de información regional ha hecho que en la mayor parte de los estudios empíricos, la elección del área de análisis se convirtiera en un problema secundario.

En el ámbito concreto del análisis de la localización empresarial, el MAUP ha sido objeto de escasa atención, a pesar de que puede influir sensiblemente en las estimaciones econométricas (Kephart, 1988; Wrigley 1995, Petterson 2001, Burger et al. 2007), ya que la medición de las economías de aglomeración está determinada en gran medida por la escala utilizada.

Las externalidades que surgen de las áreas urbanas no suelen estar bien recogidas por las divisiones administrativas al uso, pues si son demasiado amplias tienden a infravalorarlas y si son excesivamente reducidas las desbordan. Los trabajos empíricos han tendido a utilizar como ámbito de análisis las áreas metropolitanas o las regiones, dependiendo de la disponibilidad de datos (Arauzo y Viladecans, 2008).

Una forma de controlar este problema es la utilizada por Holmes (1999), Holmes y Stevens (2004) o Jofre y Viladecans (2007) consistente en utilizar unidades territoriales pequeñas y asignar a cada área el acumulado de las áreas situadas a una determinada distancia. Aunque de esta forma se recoge parte del desbordamiento, con la agregación surgen dos problemas: la homogeneidad en la agregación de las áreas y la delimitación de la distancia relevante.

Como señalan Roshental y Strange (2003) este tipo de aproximaciones empíricas resultan demasiado simplificadoras al modelar las ciudades como un club. La propia consideración de una zona de influencia implica que el efecto de las economías de aglomeración va reduciéndose con la distancia, por lo que no parece adecuado suponer que todo lo que se encuentra en el entorno considerado tiene la misma influencia y lo que se encuentra fuera no tiene ninguna.

En cuanto a la delimitación de la distancia relevante para las economías de aglomeración, aunque recientes trabajos como los de Van Oort (2004, 2007) o Alañon y Myro (2005) han puesto de manifiesto que la utilización de modelos espaciales autoregresivos puede servir para determinarla, todavía no se conoce suficientemente como influyen en los resultados las variaciones en las unidades territoriales de análisis.

Las importantes implicaciones del MAUP deberían tender a reducir la utilización de las divisiones territoriales en el análisis espacial, sustituyéndolas por espacios continuos. Como señala reiteradamente Krugman (1991a, b), no hay razones especiales para considerar que las fronteras nacionales definen las regiones relevantes para el análisis, por lo que siguiendo su misma argumentación debería plantearse también si las fronteras regionales son las que las definen (Arbia, 2001). No sería necesaria su total eliminación sino simplemente circunscribirla a aquellos aspectos en los que las fronteras son significativas al producir cambios intensos y claramente delimitados en el espacio, como puede ser el caso de ayudas o impuestos específicos de determinados territorios.

Para comprobar si efectivamente el MAUP incide de forma significativa en las estimaciones sobre la influencia de las economías de aglomeración en la localización empresarial o únicamente es un problema teórico sin un impacto efectivo en este ám-

bito se realizaron diversas estimaciones utilizando diferentes divisiones del territorio para, posteriormente, comparar los resultados.

Aunque los objetivos y la metodología seguida son similares a los planteados por Burger *et al.* (2007), existen importantes diferencias entre ambos trabajos que afectan tanto a la metodología como a la naturaleza de las variables utilizadas. Mientras que Burger *et al.* (2007) compara el efecto de las economías de aglomeración en el crecimiento de la concentración empresarial en tres niveles de desagregación espacial —municipios, comarcas y provincias— utilizando para ello fuentes estadísticas tradicionales y modelos espaciales autoregresivos, nuestro trabajo analiza el efecto de las economías de aglomeración en la densidad empresarial utilizando cinco niveles de desagregación generados a partir de información microgeográfica —retículas de 1 km², de 25 km², agrupaciones empresariales, municipios y provincias— lo que permite observar tanto el efecto de la escala como la definición de las zonas de análisis.

3. La base de datos utilizada

Para poder aplicar el análisis a divisiones territoriales distintas de las administrativas se hizo uso de las escasas variables sobre localización empresarial y economías de aglomeración para las que existe información individualizada a nivel empresarial en lugar de las habituales fuentes estadísticas de carácter agregado.

Las variables utilizadas se refieren a tres ámbitos: la localización de la actividad económica, las economías de aglomeración y la dotación de infraestructuras.

3.1. La localización de la actividad económica

La distribución territorial de la actividad económica se obtuvo a partir de la información ofrecida por la base de datos SABI sobre la localización mediante coordenadas espaciales de 768.818 empresas españolas, de todos los sectores productivos, activas a 31 de diciembre de 2006. Se trata fundamentalmente de empresas que están obligadas a presentar sus cuentas anuales en los registros mercantiles, por lo que las empresas de menor dimensión están infrarrepresentadas. Sin embargo, en términos de localización de la actividad empresarial, no parece que suponga un problema excesivo ya que la mayoría de estas empresas se sitúan en entornos urbanizados en los que también se localizan empresas más grandes. La mayor fuente de error probablemente se produce en áreas rurales apartadas en las que existan únicamente empresas muy pequeñas no incluidas en la base de datos y que, por ello, puedan aparecer erróneamente como áreas sin actividad empresarial. En todo caso, el análisis puede circunscribirse a la distribución territorial de las empresas obligadas a publicar sus cuentas anuales.

Otra fuente de error estriba en que el criterio de localización es el domicilio social de la empresa en lugar del establecimiento. Esto genera que las empresas multiestablecimiento aparezcan situadas únicamente en su sede central, radicada habitualmente en las grandes capitales como Madrid o Barcelona. Aunque este problema puede ser importante en términos de producción o empleo, no lo es tanto en términos

de número de empresas dado el escaso porcentaje de ellas que cuentan con más de un establecimiento.

3.2. Economías de aglomeración

Ciccone y Hall (1996) consideran que la densidad de la actividad económica es la principal fuente de los rendimientos crecientes a nivel agregado, pues favorece el incremento de la productividad a través de las economías de transporte, urbanización y especialización.

Aunque la densidad de la actividad económica aparece como un buen indicador de las economías de aglomeración, la arbitrariedad de las fronteras administrativas puede influir mucho en su medición (Holmes y Stevens, 2004). Para reducir los problemas de medición de la densidad de la actividad económica Ciccone y Hall (1996), por ejemplo, utilizan datos a nivel de condados en lugar de estatales con el objeto de acercar lo máximo posible sus mediciones a la realidad económica subyacente. Sin embargo, la utilización de divisiones administrativas más pequeñas no elimina completamente el problema.

Las mediciones basadas en divisiones territoriales como las provincias o incluso los municipios no son capaces de representar adecuadamente la forma en que se distribuye la población e, indirectamente, las economías de urbanización ya que la población tiende a estar concentrada en los relativamente pequeños núcleos urbanos mientras amplias extensiones del territorio quedan prácticamente deshabitadas.

Como ejemplo, se muestra en el gráfico adjunto la densidad de población y la localización empresarial para el entorno de la ciudad de Zaragoza. A pesar de contar con más de 650.000 habitantes y de ser la quinta ciudad de España por número de habitantes —lo que supone contar con importantes economías de urbanización—, la gran extensión de su término municipal hace que su densidad demográfica no llegue a los 700 habs./km² (gráfico 2a). Un análisis más detallado por hectáreas (gráfico 2b) permite comprobar que la densidad real es mucho más alta, llegando en algunos puntos del centro de la ciudad a superar los 40.000 habs./km². La dependencia de la correlación entre localización empresarial y densidad demográfica con respecto a la precisión de la medición queda de manifiesto en el gráfico 2c, en el que se observa como las empresas se sitúan casi exclusivamente en las zonas más densamente pobladas, las cuales coinciden, prácticamente, con las zonas urbanizadas que son una parte muy pequeña del total.

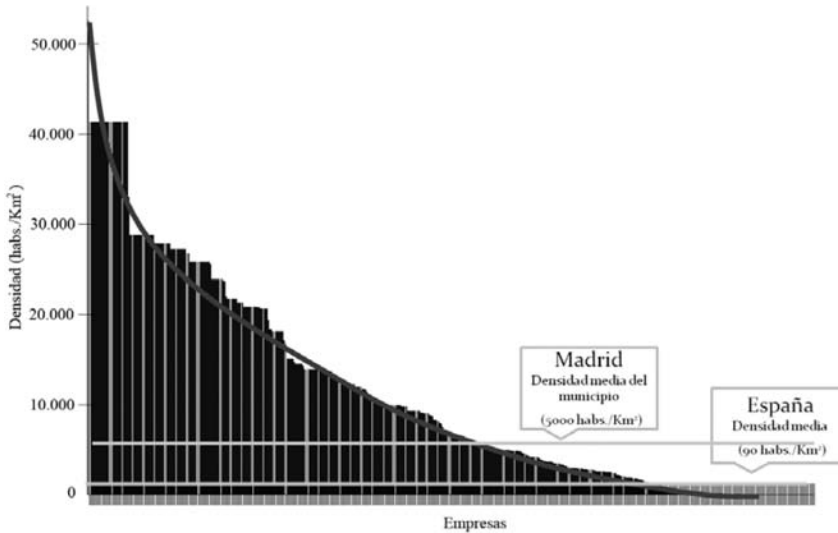
La tendencia de la mayoría de las empresas a situarse en ámbitos mucho más densamente poblados que la media puede verse en el gráfico 3. Cuando se desciende a una desagregación territorial de una hectárea, se observa que la mayor parte de las empresas se sitúan en zonas en las que la densidad de la población supera las 10.000 habs./km², mientras que la densidad media de España apenas supera las 90. Incluso municipios densamente poblados como Madrid con casi 5.000 habs./km² infravaloran la tendencia de las empresas a situarse en zonas con densidades muy altas pues su densidad media incluye áreas con baja densidad y que no son aptas para la localización de las empresas.

Gráfico 2. Localización empresarial y densidad demográfica



Fuente: INE, EEA, SABI y elaboración propia.

Gráfico 3. Localización de empresas y densidad de población: Desagregación por hectáreas



Fuente: SABI, EEA y elaboración propia.

Los errores de agregación y escala que surgen en la medición de la densidad demográfica a nivel municipal no se solucionan completamente con la simple utilización de divisiones territoriales más pequeñas como los códigos postales o las secciones censales ya que su superficie se determina endógenamente al utilizarse la población como criterio de división. Esto hace que el sesgo potencial en la medición de la densidad pueda ser incluso mayor que en el caso de los municipios, al ser la variabilidad en su superficie mayor. Mientras que en las zonas urbanas y densamente pobladas los códigos postales o las secciones censales son muy pequeñas, pues la población incluida no puede rebasar un límite preestablecido, en las zonas rurales con pocos habitantes su dimensión puede llegar a coincidir con la del municipio o incluso

superarlo. Esto hace que el error de medida sea variable y tienda a crecer cuanto menor sea la densidad de población del territorio estudiado.

Parece, por tanto, que la aproximación más adecuada a la medición de la densidad de la actividad económica y en concreto de la demográfica es la utilización de áreas homogéneas de reducida dimensión que se acerquen lo máximo posible al ideal continuo que eliminaría el problema del MAUP.

Ante los problemas de la información estadística tradicional basada en divisiones territoriales, la teledetección o percepción remota se constituye en una alternativa de enorme potencial.

Su funcionamiento se basa en que cada objeto del territorio emite un espectro electromagnético específico —en función de su propia naturaleza y de las radiaciones que recibe— que se conoce como firma espectral y que permite distinguirlo y caracterizarlo frente a los demás. Esta información es recogida por los satélites artificiales y otras plataformas aerotransportadas para su posterior tratamiento y análisis. La valoración de las emisiones generadas en las diferentes regiones del espectro electromagnético permite determinar con gran precisión las características del territorio analizado.

La información espacial obtenida a partir de la teledetección puede mejorarse sensiblemente si se complementa con la información estadística tradicional. Así, por ejemplo, si se sabe mediante el censo la población de un determinado municipio y mediante fotos satelitales se conoce el área efectivamente habitada se puede obtener una medida de la densidad de población en el área urbana mucho mejor de la que se obtendría simplemente dividiendo la superficie del término municipal entre la población.

Esta aproximación es la que se sigue en este trabajo. Los datos de densidad de población utilizados son los ofrecidos por la *European Environmental Agency* para las EU27 con una resolución de 1 Ha. Para obtener este alto nivel de desagregación la EEA combinó los datos procedentes del censo de 2001, del que solo se dispone de datos intramunicipales para algunos países, con la información que ofrece el proyecto CORINE Land Cover 2000 (CLC2000) para obtener una primera aproximación³.

En una ulterior etapa, los coeficientes de los modelos de desagregación fueron mejorados para las zonas rurales de los países de la EU 15 mediante la inclusión de la información de la encuesta puntual LUCAS-2001. La comparación para el caso de Austria de los datos obtenidos por este método y el cálculo directo de la densidad por municipio suponía una mejora de en torno al 50 por ciento, no resultando demasiado relevante el método de desagregación utilizado, lo que confirma la afirmación de Martín *et al.* (2000) de que la calidad del mapa de uso del suelo resulta más importante que la elección del algoritmo de desagregación (Gallego, 2007).

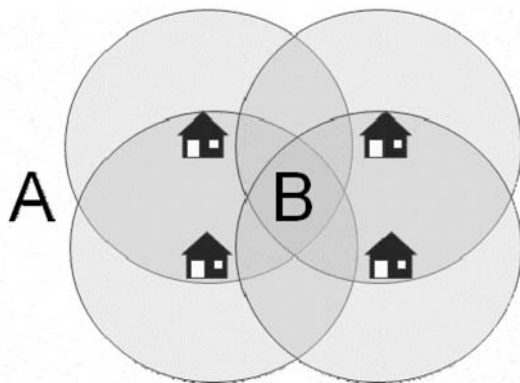
Aunque la densidad demográfica es un importante determinante de la localización empresarial hay aspectos de las economías de aglomeración que es incapaz de

³ El proyecto CORINE Land Cover 2000 tiene por objetivo fundamental crear una detallada base de datos europea sobre la cobertura y el uso del territorio que sirva para una mejor toma de decisiones de política económica mediante la fotointerpretación de las imágenes recogidas por los satélites LandSat y SPOT por parte de los equipos nacionales de los países participantes.

recoger adecuadamente, en especial los relativos a la existencia de efectos desbordamiento. En determinados tipos de actividad, las empresas pueden preferir situarse en lugares escasamente habitados pero cercanos a los núcleos urbanos, para poder contar así con la mayor parte de sus ventajas y un coste del suelo menor; sin embargo, en otros tipos de actividad, las economías de aglomeración pueden resultar tan cruciales que las empresas pueden preferir pagar unos mayores costes antes que renunciar, aunque sea parcialmente, a ellas. De esta forma, la existencia de economías externas con un amplio alcance territorial puede hacer que dos áreas poco urbanizadas, y por lo tanto con baja densidad de población, puedan tener ventajas de localización muy distintas.

Esta idea puede ilustrarse con el siguiente ejemplo. Supongamos que en un determinado territorio existen cuatro áreas urbanas, siendo el resto del territorio rural (gráfico 4). Si en torno a cada una de estas zonas se genera un espacio con economías de aglomeración positivas, las ventajas de localización de cada lugar concreto dependerán del número de áreas urbanas que influyan sobre él. De esta forma, la zona B resultará más atractiva para la localización de las empresas que la zona A, a pesar de que ambas son zonas rurales.

Gráfico 4. Posición relativa y ventajas de localización



En estos casos, la utilización de datos sobre los usos del suelo basados en radiaciones reflejadas, como es el caso de los procedentes de CORINE Land Cover, resulta insuficiente, requiriendo la aplicación de información complementaria que recoja la influencia de los núcleos urbanos cercanos.

Si se considera a las zonas urbanizadas como los únicos lugares donde existen economías de aglomeración, y por lo tanto resulta atractivo a las empresas situarse, probablemente se esté infravalorando una parte importante del territorio.

Burchfield *et al.* (2006), a partir de un minucioso estudio de las áreas urbanizadas de Estados Unidos basado en la utilización de imágenes de alta resolución del Land-Sat, encontraron que en 1992 sólo una parte muy pequeña del territorio —apenas un 1,9 %— estaba ocupado por la actividad humana (gráfico 5a). Lo que podría dar la impresión de que, con la excepción de áreas muy localizadas de la Costa Este, la ma-

yor parte del territorio es no urbano y, por lo tanto, ajeno a las economías de aglomeración. Sin embargo, si consideramos en el análisis la irradiación que ejercen los núcleos de población en el territorio colindante el resultado es muy distinto. El gráfico 5b, extraído de Cinzano *et al.* (2001), muestra un mapa en el que la importancia de las áreas urbanas y la escasa distancia a las que se hallan unas de otras, hacen que la mitad este de los Estados Unidos, junto a California, y varias importantes ciudades como Seattle o Denver tejan abigarradas redes urbanas que, aunque infiltradas por amplias zonas rurales, suponen acogedores escenarios para la localización de las empresas.

Gráfico 5. Actividad humana y entornos urbanos

a) Radiación reflejada



Fuente: Burchfiel *et al.* (2006).

b) Radiación emitida



Fuente: Cinzano *et al.* (2001)

Estos dos trabajos son buenos exponentes de las dos metodologías existentes para la medición de las áreas urbanas a partir de imágenes procedentes de satélites: las basadas en radiación reflejada y las nocturnas o de radiación emitida.

Ambos tipos de metodologías tienen aspectos a favor y en contra respecto a su aplicación en la determinación de las áreas urbanas (Sutton, 2003).

Las imágenes diurnas son en general más precisas, ya que la sensibilidad de los sensores de los satélites que las generan —habitualmente los del tipo LandSat— permite distinguir objetos e identificarlos con una resolución de unas pocas decenas de metros a partir de sus firmas espectrales. Entre los problemas destacan los errores de clasificación que pueden aparecer a la hora de interpretar las imágenes y la dificultad para determinar la intensidad del uso.

Los sensores de los satélites meteorológicos DMSP-OLS son capaces de recoger en las noches sin luna las emisiones de radiación procedentes de la superficie terrestre con lo que tras un proceso de filtrado es posible determinar la localización e intensidad de las emisiones de luz artificial. Las imágenes nocturnas obtenidas por estos satélites tienen una resolución bastante menor que la de los LandSat ya que cada una de los puntos que las forman representa aproximadamente 1 km².

En las imágenes procedentes de estos satélites, las áreas urbanas aparecen de forma natural al destacar claramente sobre el fondo oscuro formado por las áreas ru-

rales y las zonas marítimas. Se han convertido así en indicadores bastante comunes de la distribución de la actividad económica a nivel global (Welch, 1980; Elvidge *et al.* 1997).

El problema que suele considerarse más importante en este tipo de mediciones es la necesidad de definir de forma más o menor arbitraria un umbral que delimite la extensión de las áreas urbanas (Small *et al.*, 2005). La imperfecta transparencia del aire produce la aparición de un efecto de halo en torno a las emisiones de luz que impide determinar de forma exacta la dimensión del área urbana objeto de estudio. Las zonas urbanas aparecen así como zonas muy luminosas circundadas por un área menos brillante que va difuminándose poco a poco dependiendo de la intensidad de las radiaciones lumínicas del núcleo. Dependiendo del umbral de luminosidad que se establezca las áreas urbanas estarán rodeadas por “zonas de influencia” más o menos amplias.

Esta característica de las imágenes de luz nocturna puede convertirse en algo positivo si en lugar de utilizarse para medir la dimensión de las áreas urbanas —algo que hacen mucho mejor las imágenes diurnas— se utiliza como aproximación de los efectos desbordamiento de las economías de aglomeración.

Frente a otras medidas alternativas de las economías de aglomeración, las emisiones nocturnas de luz tienen la ventaja de generar de forma natural un modelo gravitatorio en el que los valores se asignan dependiendo de la distancia y de la importancia de los núcleos urbanos circundantes; adicionalmente permiten fácilmente la comparación internacional ya que existen mapas mundiales realizados con metodologías homogéneas.

Esta medida no está exenta de problemas, la distinta ordenación urbana, los diferentes usos de la iluminación pública o las variaciones en la propagación de la luz por motivos climáticos o de contaminación, pueden hacer que el efecto de halo pueda diferir entre zonas con niveles de aglomeración urbana similares. En todo caso, este factor no parece excesivamente relevante en el análisis de áreas que se puedan considerar atmosféricamente homogéneas.

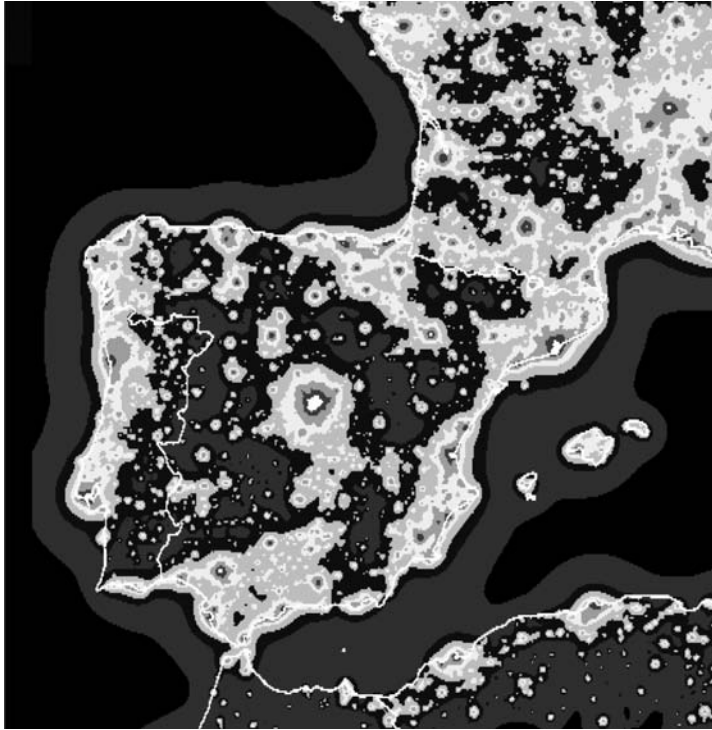
Para este trabajo se utilizaron los datos de contaminación lumínica elaborados por Cinzano *et al.* (2001) para la Península Ibérica procedentes de “The first World Atlas of the artificial night sky brightness” (gráfico 6).

La diferente influencia en el entorno de las diferentes áreas dependiendo del grado de urbanización y actividad económica puede apreciarse claramente en la diferente penetración de la iluminación en el mar. Mientras que el litoral frente a Barcelona, por ejemplo, tiene importantes niveles de iluminación hasta muchos kilómetros mar adentro, el norte de Galicia apenas alcanza la franja costera.

Como los datos publicados solo ofrecían ocho niveles diferentes de intensidad lumínica, lo que suponía un nivel de agregación demasiado elevado para un análisis regional o local, se generaron 100 curvas de nivel de intensidad lumínica mediante la interpolación de una superficie a partir de puntos de masa utilizando la técnica IDW (*inverse distance weight*).

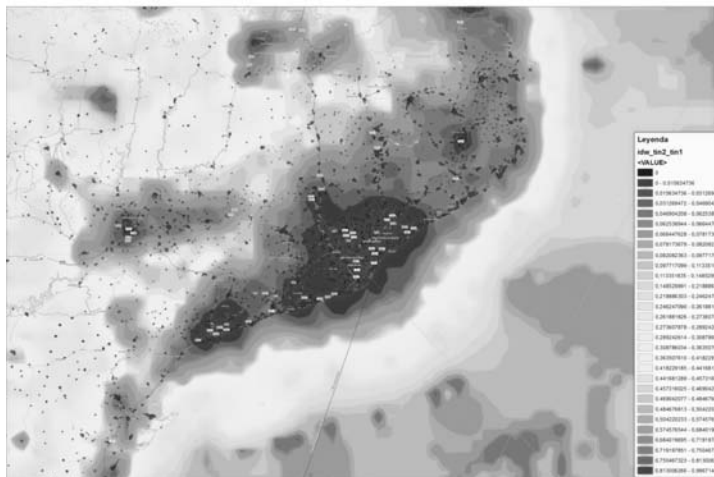
Los resultados obtenidos para el noreste peninsular se muestran en el gráfico 7. La superposición de la base de datos de empresas sobre el mapa de iluminación nocturna generado pone de manifiesto la intensa relación entre ambas variables.

Gráfico 6. Contaminación lumínica de la zona sudoccidental de Europa



Fuente: Cinzano *et al.* (2001).

Gráfico 7. Economías de aglomeración y localización empresarial en el noreste peninsular



Fuente: Cinzano *et al.* (2001) y elaboración propia.

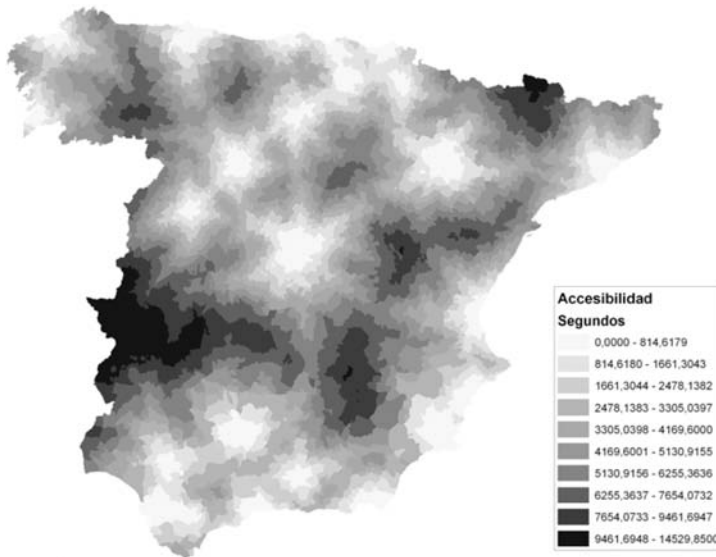
Localización e infraestructuras

Una vez consideradas las economías de aglomeración de corto y medio alcance parece necesario incluir en el análisis la influencia de las de más largo alcance, las generadas por los núcleos urbanos de importancia regional.

El alcance de las economías de aglomeración de este tipo está influido no solamente por la distancia sino también por las infraestructuras disponibles.

En este trabajo se utiliza como *proxy* de las mismas la accesibilidad en el año 2000 a los núcleos urbanos de más de 150.000 habitantes obtenida por Pablo-Martí y Myro (2006) siguiendo la metodología propuesta por Farrow y Nelson (2001) (gráfico 8). Al estar expresada la accesibilidad en segundos, valores más altos suponen unas mayores dificultades para acceder al destino.

Gráfico 8. Accesibilidad por carretera a los núcleos urbanos de más de 150.000 personas en 2000



Fuente: Pablo-Martí y Myro (2006).

3.3. Las áreas de análisis

Para valorar el efecto sobre las estimaciones de las divisiones territoriales utilizadas se dividió el territorio peninsular español donde potencialmente pueden localizarse las empresas de cinco formas distintas. Se excluyeron del análisis los territorios insulares y las ciudades de Ceuta y Melilla para evitar posibles distorsiones en los resultados derivadas de la falta de continuidad espacial de las variables.

Esta circunscripción del análisis a las áreas en las que efectivamente se asientan las empresas no es nueva, Durantón y Overman (2005), por ejemplo, centran su estu-

dio en los códigos postales británicos donde las empresas están situadas como proxy de los lugares donde se podrían situar.

Las cinco distribuciones territoriales utilizadas se definen de la siguiente manera (gráfico 9):

La primera está formada por las 47 provincias peninsulares a las que se refiere el análisis y cubre el 100 % del territorio considerado. La segunda es la división habitual por municipios, pero circunscrita a los 6.033 en los que existen empresas con lo que cubre el 83,31 % del territorio peninsular. La tercera está formada por las áreas en las que la distancia entre una empresa y la siguiente más cercana es como máximo de un kilómetro. Se definen así 6.981 áreas, de tamaño y forma muy diferente que ocupan en total el 2,85 % del territorio. Para la generación de la cuarta, se dividió la totalidad del territorio peninsular en celdas cuadradas de 5 kilómetros de lado, seleccionándose aquellas en las que se situaban empresas. El número total de celdas seleccionadas fue 6.520 lo que supone el 33,05 % del territorio. Por último, la quinta distribución territorial es análoga a la anterior aunque utilizando cuadrículas de 1 kilómetro de lado. Está formada por 18.641 celdas y cubre el 3,78 % del territorio.

Estas divisiones fueron seleccionadas porque permiten observar el efecto de los dos componentes del MAUP en las estimaciones de forma diferenciada.

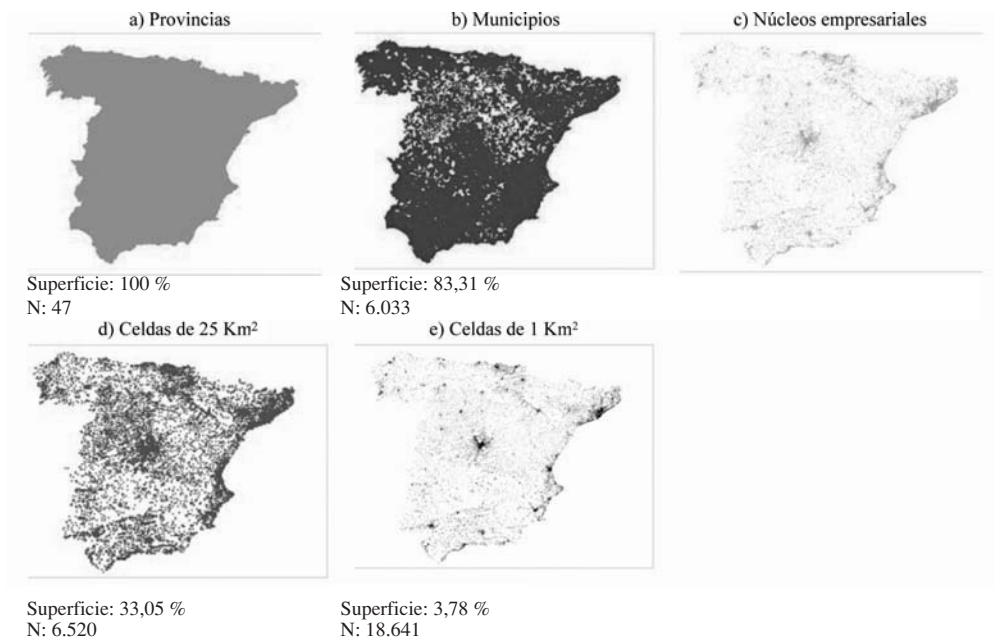
Así, la comparación de los resultados obtenidos en la división del territorio en núcleos empresariales con la división en celdas de 1 km² permite observar el efecto de la agregación o *gerrymandering* ya que las áreas analizadas son en términos de tamaño muy similares. Por el contrario, la comparación entre la división en celdas de 25 km² y la de 1 km² permite observar el efecto de la escala. Finalmente, la comparación de estas tres divisiones con las habituales de municipios y provincias pone de manifiesto el potencial efecto perturbador del MAUP.

Como la información estadística de base era de carácter continuo, para la aplicación de modelos de recuento fue necesario establecer un procedimiento que permitiera asignar un único valor a cada una de las áreas de análisis utilizadas. El método seguido consistió en evaluar las diferentes variables en cada uno de los puntos donde se sitúan las empresas, para, posteriormente, determinar el valor de cada área mediante el cálculo de la media entre las empresas localizadas en ella. De esta forma se obtiene una medición más exacta de las variables explicativas desde el punto de vista de la localización empresarial que el que se hubiera obtenido mediante el simple promedio de los valores del área.

En el cuadro 1 se muestran los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas.

Los cambios en la división territorial utilizada inciden de forma muy relevante en las distribuciones de las variables.

El aumento de las medias con la desagregación —excepto en el caso de la accesibilidad, que se define de forma contraria al resto— pone de manifiesto, por una parte, que las empresas no se localizan homogéneamente en los territorios y, por otra, que las variables explicativas utilizadas parecen ser adecuadas, pues muestran una tendencia de las empresas a situarse en aquellos lugares donde toman un valor mayor (menor, en el caso de la accesibilidad).

Gráfico 9. Divisiones territoriales utilizadas**Cuadro 1.** Estadísticos descriptivos

		a) Provincias	b) Municipios	c) Núcleos empresariales	d) Celdas de 25 km ²	e) Celdas de 1 km ²
NEmpresas Total	Observaciones =	47	6033	6981	6520	18641
	Media =	14892.83	116.5367	97.67602	104.642	36.95933
	Coef. Variación =	1.654161	10.849483	17.75665	5.934799	3.910314
	Asimetría =	3.697316	48.23104	52.86337	20.76244	14.3301
	Curtosis =	16.46837	2722.227	3022.397	578.3621	305.9733
LnDens	Observaciones =	47	6033	6981	6520	18641
	Media =	4.139391	3.879693	4.805312	5.429348	6.033265
	Coef. Variación =	0.288736	0.426698	0.533249	0.497498	0.438863
	Asimetría =	0.699405	0.596475	0.291213	-0.068003	-0.284663
	Curtosis =	3.393824	2.819582	1.735318	1.570734	1.766681
Luz	Observaciones =	47	6033	6981	6520	18641
	Media =	0.460692	0.482288	0.4973836	0.496818	0.637423
	Coef. Variación =	0.382582	0.496486	0.4563962	0.465148	0.356020
	Asimetría =	0.199275	0.137341	-0.0686956	-0.008429	-0.752255
	Curtosis =	1.998678	2.315882	1.903224	1.893971	2.384271
LnAcc-nuc00	Observaciones =	47	6033	6981	6520	18641
	Media =	7.957966	7.777991	7.725694	7.670313	6.98766
	Coef. Variación =	0.072269	0.121648	0.137764	0.154726	0.233280
	Asimetría =	-0.144795	-1.254836	-1.652142	-1.699238	-0.990759
	Curtosis =	2.087286	4.962883	6.690859	6.303457	3.025129

Desde un punto de vista teórico, parece lógico que las variables explicativas utilizadas presenten cierto grado de correlación ya que los lugares donde se espera que haya mayores economías de aglomeración son también donde debería haber una mayor densidad demográfica, una mayor contaminación lumínica y una mejor accesibilidad a los grandes núcleos urbanos. Sin embargo, desde un punto de vista empírico, resulta difícil determinar la importancia de estas correlaciones, ya que éstas en otro ejemplo del MAUP, no son absolutas, sino que dependen de la distribución territorial utilizada (cuadro 2). En general, el nivel de correlación entre las variables tiende a alcanzar sus mínimos en la división por núcleos empresariales y sus máximos en la división por provincias. Las razones de este comportamiento pueden ilustrarse mediante un ejemplo: un área rústica cercana a una ciudad mostrará un valor de la densidad demográfica bajo y un valor de la intensidad lumínica alto si la división territorial es lo suficientemente detallada, mientras que mostrará valores medios para ambas variables si el tamaño de las unidades de análisis es grande.

Cuadro 2. Correlaciones entre las variables por áreas de análisis

		<i>NEmpresas</i>	<i>LnDens</i>	<i>Luz</i>	<i>LnAccnuc00</i>
NEmpresas	Provincias	1.0000			
	Municipios	1.0000			
	Núcleos empresariales	1.0000			
	Celdas de 25 km ²	1.0000			
	Celdas de 1 km ²	1.0000			
LnDens	Provincias	0.5624	1.0000		
	Municipios	0.1544	1.0000		
	Núcleos empresariales	<u>0.0951</u>	1.0000		
	Celdas de 25 km ²	0.2256	1.0000		
	Celdas de 1 km ²	0.2636	1.0000		
Luz	Provincias	0.5717	0.7616	1.0000	
	Municipios	0.1278	0.6964	1.0000	
	Núcleos empresariales	<u>0.0724</u>	<u>0.3149</u>	1.0000	
	Celdas de 25 km ²	0.2124	0.4661	1.0000	
	Celdas de 1 km ²	0.1685	0.3828	1.0000	
LnAccnuc00	Provincias	-0.4348	-0.7015	-0.7660	1.0000
	Municipios	-0.1526	-0.5120	-0.6935	1.0000
	Núcleos empresariales	<u>-0.0772</u>	<u>-0.1742</u>	<u>-0.5985</u>	1.0000
	Celdas de 25 km ²	-0.1965	-0.2848	-0.6349	1.0000
	Celdas de 1 km ²	-0.2293	-0.3141	-0.6447	1.0000

Como era previsible, las mayores correlaciones se observan entre las emisiones de luz y la accesibilidad por carretera pues ambas variables recogen las economías de aglomeración de mayor alcance. Pese a ello, existen diferencias importantes entre ambas tanto al número de núcleos desde los que se irradian las economías (23 frente a miles) como a la distribución, en el caso de la accesibilidad hay partes del territorio que quedan lejos de los principales núcleos mientras que prácticamente todo el territorio está cerca de algún foco lumínico.

4. Principales resultados

A partir de la base de datos comentada más arriba se estimó la influencia de las economías de aglomeración sobre la localización de empresas mediante modelos de Poisson robustos⁴. La variable explicada fue el número de empresas existentes en el área de análisis y las variables explicativas la densidad demográfica —medida tanto de la forma habitual como de la forma propuesta—, las emisiones de luz nocturna y la accesibilidad por carretera a los núcleos urbanos de más de 150.000 habitantes, todas ellas expresadas en logaritmos. Para las estimaciones referidas a *todos los sectores* se utilizaron modelos cero-censurados para tener en cuenta que sólo se consideraron las áreas en las que había al menos una empresa, sin importar el sector de que se tratara. Aunque hubiera sido deseable incluir una perspectiva dinámica en el análisis no fue posible debido a la falta de datos.

Se estimó la influencia de las economías de aglomeración para cada una de las cinco divisiones territoriales antes señaladas y con dos niveles de desagregación sectoriales distintos; uno que incluía el total de las empresas y otro que las agrupaba en seis grandes sectores. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla adjunta. Entre paréntesis aparece la significatividad de los coeficientes.

La calidad de las estimaciones, medidas por los Pseudo R^2 difieren ampliamente entre los distintos modelos aplicados, aunque en general pueden considerarse como altas, tendiendo a ser mayores en aquellos que utilizan parcelaciones territoriales más amplias, como la división por provincias, por municipios o la de celdas de 25 km². Sin embargo, este criterio por sí solo puede llevar a error, pues al referirse las estimaciones a ámbitos territoriales distintos la potencia de las predicciones también difiere. Puede ocurrir que una predicción con unos niveles de bondad reducidos pero referida a un territorio muy concreto constituya un modelo más exacto que otra que exhiba mejores coeficientes pero se refiera a un ámbito más amplio. Por otra parte, y como se ha visto anteriormente, la correlación entre las variables explicativas también depende de la división territorial utilizada, lo que afecta a la calidad de las estimaciones.

Las tres variables explicativas utilizadas aparecen como muy significativas en la mayoría de los casos, lo que confirma la elección de estas aproximaciones de las diferentes economías de aglomeración como variables explicativas de la localización empresarial.

Sin embargo, la influencia del MAUP se pone de manifiesto en que, aunque los resultados son en general robustos y en línea con las predicciones de la teoría, la significatividad de los coeficientes, e incluso su signo, varían dependiendo de la división territorial utilizada, observando tres pautas sectoriales diferentes.

La primera, que encuadra a *todos los sectores, manufacturas, construcción y servicios*, se caracteriza por mostrar los menores errores de predicción, una muy alta significatividad de la densidad demográfica y la intensidad lumínica y una significatividad creciente con la desagregación territorial de la accesibilidad y del término constante, llegando en este último caso a cambiar de signo.

⁴ Para un análisis de las metodologías de recuento puede verse Manjón y Arauzo (2006).

La segunda está formada por *agricultura y pesca* y *extractivas*, sectores ambos marcados por la escasa incidencia de las economías de mayor alcance. Sus rasgos más distintivos son que la intensidad lumínica alcanza su significatividad más baja con la división municipal y la accesibilidad es máxima con la división en celdas de 25 km².

Por último, la tercera está integrada por *electricidad y agua*. En ella, lo más destacable es que la intensidad lumínica es significativa a nivel provincial pero también en los núcleos empresariales y las celdas de 25 km².

El comportamiento del término constante muestra también ciertas pautas bastante estables. En las divisiones territoriales amplias, como las provincias o municipios, tiende a tomar valores positivos aunque generalmente no significativos, mientras que se vuelve negativa y muy significativa para las divisiones en núcleos empresariales y celdas. Una posible explicación a ello es que en términos generales puede haber cierta localización exógena de empresas en ámbitos más concretos se requiere la existencia de unos mínimos niveles mínimos de economías de aglomeración para que aparezcan empresas.

Cuadro 3. Resultados de las estimaciones

	ÁREAS DE ANÁLISIS					Efecto MAUP
	a) Provincias	b) Municipios	c) Núcleos empresariales	d) Celdas de 25 Km2	e) Celdas de 1 Km2	
TODOS LOS SECTORES	Zero-truncated Poisson (Robust)	Zero-truncated Poisson (Robust)	Zero-truncated Poisson (Robust)	Zero-truncated Poisson (Robust)	Zero-truncated Poisson (Robust)	
LnDens	.4532222 (0.015)	.5303836 (0.000)	1.436997 (0.000)	.8130146 (0.000)	.5784855 (0.000)	↔
Luz	4.697045 (0.001)	2.010874 (0.001)	6.038185 (0.000)	3.242962 (0.000)	1.500216 (0.000)	↔
LnAccnuc00	.5181921 (0.162)	-.1913268 (0.070)	-.0774071 (0.072)	-.2419595 (0.000)	-.1341238 (0.000)	↑
_cons	.8958112 (0.807)	2.041787 (0.040)	-10.3401 (0.003)	-2.243789 (0.000)	-1.088572 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	44.01	429.81	123.37	881.96	1614.85	
Prob > chi ² =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.7183	0.4749	0.6666	0.7222	0.4655	
Log pseudolikelihood =	-137630.93	-980058.71	-835282.61	-435607.85	-636305.88	
1- Agricultura y Pesca	Zero-truncated Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	
LnDens	.0934908 (0.591)	.5091527 (0.000)	.6388025 (0.000)	.4762338 (0.000)	.3843824 (0.000)	↑
Luz	2.632847 (0.004)	.2063325 (0.465)	1.879197 (0.000)	.8810288 (0.000)	-.7517389 (0.000)	↘
LnAccnuc00	.3313004 (0.245)	.013069 (0.894)	-.0696104 (0.248)	-.1275761 (0.017)	-.0058643 (0.838)	↘
_cons	1.702402 (0.535)	-1.436509 (0.075)	-3.931619 (0.000)	-1.865149 (0.000)	-2.154743 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	14.56	452.51	138.81	376.88	941.67	
Prob > chi ² =	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.2454	0.2116	0.4016	0.3425	0.1353	
Log pseudolikelihood =	-5120.5306	-34112.368	-29761.494	-25297.121	-38518.26	

Cuadro 3. (Cont.)

2- Extractivas	Zero-truncated Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	
LnDens	.1508468 (0.326)	.5061571 (0.000)	.6252494 (0.000)	.4517101 (0.000)	.3702623 (0.000)	↑
Luz	2.202297 (0.022)	.0931965 (0.743)	1.585449 (0.000)	.7640678 (0.004)	-.8734644 (0.000)	↩
LnAccnuc00	.2708187 (0.307)	-.0017223 (0.985)	-.0964013 (0.066)	-.134605 (0.005)	-.007897 (0.771)	↩
_cons	.4211062 (0.870)	-2.960618 (0.000)	-5.154979 (0.000)	-3.25869 (0.000)	-3.666025 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	13.11	344.35	90.69	296.24	371.32	
Prob > chi ² =	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.2824	0.1631	0.3201	0.2408	0.0897	
Log pseudolikelihood =	-783.3154	-8153.6437	-7346.8664	-6981.0954	-10318.971	
3- Manufacturas	Zero-truncated Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	
LnDens	.3630005 (0.042)	.4602273 (0.000)	.9895033 (0.000)	.5707947 (0.000)	.375076 (0.000)	↔
Luz	4.960324 (0.001)	1.840633 (0.000)	4.463685 (0.000)	2.810651 (0.000)	1.09472 (0.000)	↔
LnAccnuc00	.5025123 (0.198)	-.1804654 (0.016)	-.1347691 (0.000)	-.2137154 (0.000)	-.1040256 (0.000)	↑
_cons	-.5221627 (0.894)	.723353 (0.290)	-6.592859 (0.002)	-1.767034 (0.000)	-1.051111 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	45.03	643.66	118.58	1363.49	1621.47	
Prob > chi ² =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.7084	0.4772	0.5890	0.6203	0.2729	
Log pseudolikelihood =	-21084.023	-123476.56	-142609.12	-82234.477	-138517.67	
4- Electricidad y agua	Zero-truncated Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	
LnDens	.3586374 (0.005)	.5267821 (0.000)	1.115217 (0.000)	.6871375 (0.000)	.5223794 (0.000)	↔
Luz	2.836675 (0.008)	.8316041 (0.110)	3.615545 (0.000)	1.510671 (0.000)	-.1422515 (0.600)	↩
LnAccnuc00	.2421396 (0.439)	-.1910767 (0.077)	-.1240266 (0.000)	-.271291 (0.000)	-.1515627 (0.000)	↑
_cons	-.9380852 (0.764)	-2.543414 (0.010)	-10.82154 (0.000)	-5.154218 (0.000)	-4.765996 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	32.30	325.53	69.25	291.29	357.54	
Prob > chi ² =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.5444	0.2647	0.4688	0.4016	0.1704	
Log pseudolikelihood =	-649.91629	-7109.886	-5820.6062	-5294.1948	-8381.2182	
5- Construcción	Zero-truncated Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	
LnDens	.3603325 (0.041)	.5474005 (0.000)	1.151894 (0.000)	.7010551 (0.000)	.5323027 (0.000)	↔
Luz	4.208985 (0.000)	1.673747 (0.000)	4.993167 (0.000)	2.950558 (0.000)	1.199945 (0.000)	↔
LnAccnuc00	.450522 (0.155)	-.107578 (0.191)	-.0868027 (0.009)	-.1913729 (0.000)	-.0707747 (0.000)	↑
_cons	.0624771 (0.984)	-.4534058 (0.555)	-9.02223 (0.000)	-3.425757 (0.000)	-2.933881 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	43.16	584.65	132.30	1396.01	2897.06	
Prob > chi ² =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.6891	0.4565	0.6331	0.6769	0.3917	
Log pseudolikelihood =	-14341.411	-106470.19	-98159.524	-54349.328	-84289.558	
6- Servicios	Zero-truncated Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	Poisson (Robust)	
LnDens	.5072048 (0.008)	.5418029 (0.000)	1.611065 (0.000)	.9176381 (0.000)	.6503378 (0.000)	↔
Luz	4.899812 (0.001)	2.357275 (0.002)	7.125141 (0.000)	3.741212 (0.000)	1.962417 (0.000)	↔
LnAccnuc00	.5486278 (0.160)	-.1531096 (0.084)	-.0600728 (0.231)	-.2524004 (0.000)	-.1490202 (0.000)	↑
_cons	-.1253002 (0.974)	1.392978 (0.231)	-13.28548 (0.001)	-3.910357 (0.000)	-2.387075 (0.000)	↑
Number of obs =	47	6033	6981	6520	18641	
Wald chi ² (3) =	44.58	382.04	99.38	728.35	1594.03	
Prob > chi ² =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Pseudo R ² =	0.7256	0.4693	0.6811	0.7301	0.4903	
Log pseudolikelihood =	-102849.07	-771246.34	-599783.55	-326584.82	-475749.38	

De los resultados obtenidos pueden extraerse algunas consideraciones interesantes:

- El MAUP aparece en todas las estimaciones, pero no implica que unas sean mejores que otras. La selección de la más adecuada debe hacerse en base a los objetivos planteados. Si se pretende determinar las causas que explican la localización de las empresas a nivel municipal el ámbito adecuado es el municipio, si por el contrario lo que se pretende es establecer el potencial de un polígono industrial el ámbito adecuado es el núcleo empresarial o las celdas.
- Pero si lo que se pretende es determinar el efecto de una variable sobre la localización empresarial a nivel general o teórico debe contrastarse para todas las posibles divisiones territoriales. Los diferentes resultados en las estimaciones ponen de manifiesto que el comportamiento de las variables no es independiente de la división del territorio utilizada.
- Los aspectos que explican la localización de las empresas en grandes territorios, como provincias, son distintos de los relevantes para áreas más pequeñas, como los códigos postales o las celdas de unos pocos kilómetros cuadrados. Los cambios en la significatividad de las variables que genera el MAUP se deben a que hay aspectos como que a un nivel de análisis son relevantes pero dejan de serlo cuando se cambia de nivel. Estos cambios pueden ser utilizados para plantear nuevas hipótesis. Así, por ejemplo, si la densidad resulta significativa a un nivel pero no en otro puede deberse a que en un caso la fragmentación de la población no es importante y en el otro sí.

5. Conclusiones y propuestas

La comparación de las distintas estimaciones realizadas pone de manifiesto una fuerte sensibilidad a la división territorial utilizada, lo que confirma la hipótesis de la necesidad de tener en cuenta el MAUP a la hora de contrastar hipótesis sobre los efectos de las economías de aglomeración en la localización empresarial.

La aplicación estricta de este principio implicaría la necesidad de contrastar las hipótesis utilizando las divisiones territoriales relevantes para las economías de aglomeración o, en caso de que no se conozca con precisión su alcance, comprobar que son compatibles con todas las divisiones territoriales que puedan plantearse.

Frente a estas restricciones, las estadísticas oficiales ofrecen pocas alternativas pues habitualmente se refieren a unas pocas divisiones administrativas, y no económicas, que resultan poco adecuadas para este propósito. Los datos oficiales son en general poco desagregados, internamente heterogéneos y con serias limitaciones topológicas, como la falta de convexidad o la fragmentación.

Sin embargo, la información estadística tradicional puede mejorarse sensiblemente si se complementa con información obtenida mediante teledetección, especialmente la relativa a usos del suelo. Con la conjunción de ambas fuentes se pueden obtener estimaciones de la distribución geográfica de las variables con una precisión muy alta, lo que permite superar las divisiones habituales de carácter administrativo y utilizar otras nuevas con un mayor significado económico.

De esta forma, partiendo de unidades de análisis de reducida dimensión e internamente homogéneas como son los *pixels* de las fotografías satelitales pueden generarse diferentes divisiones territoriales que permitan contrastar si las conclusiones son generales o, por el contrario, dependen de las unidades de área utilizadas.

Un aspecto que puede resultar positivo del MAUP es que las diferencias en las estimaciones sirven para detectar la falta de homogeneidad en la distribución interna de las variables dentro de cada unidad espacial de análisis y plantear posibles causas para esa heterogeneidad. Para ello hay que tener en cuenta que las variaciones en la significatividad de las variables que se producen cuando se utilizan diferentes divisiones territoriales se deben a que aspectos no explicitados del modelo, pero indirectamente relacionados con las variables utilizadas, se compensan anulándose o, por el contrario, pasan a ser relevantes con el cambio en el marco de análisis.

6. Bibliografía

- Alañón, A., Arauzo, J.M. y Myro, R. (2007): "Accessibility, Agglomeration and Location" en Arauzo, J.M. y Manjón, M. (eds.) *Entrepreneurship, Industrial Location and Economic Growth*, Edward Elgar: Chentelham.
- Alañón, A. y Myro, R. (2005): "Does neighboring "industrial atmosphere" matter in industrial location?. Empirical evidence from Spanish municipalities". *Estudios sobre la Economía Española*, FEDEA EEE 199.
- Alonso, O., Chamorro, J.M. y González, X. (2003): "Spillovers geográficos y sectoriales de la industria", *Revista de Economía Aplicada*, 32:77-95.
- Arauzo, J.M. (2007), "Determinants of Population and Jobs at a Local Level", *Annals of Regional Science*, 41(1):87-104.
- Arauzo, J.M. y Viladecans, E. (2008): "Industrial Location at the Intra-metropolitan Level: The Role of Agglomeration Economies" *Regional Studies*,
- Arbia, G. (1989): *Spatial Data Configuration in Statistical Analysis of Regional Economic and Related Problems*, Dordrecht: Kluwer.
- Arbia, G. (2001): "Modeling the Geography of Economic Activities on a Continuous Space", *Papers in Regional Science*, 80:411-424.
- Amrhein, C. (1995): "Searching for the elusive aggregation effect: Evidence from statistical simulations", *Environment and Planning A*, 27:105-119.
- Attaran, M. (1985): "Industrial diversity and economic performance in U.S. areas". *The Annals of Regional Science*, 20:44-54.
- Audretsch, D.B. y Feldman, M.P. (2004): "Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation" en J. Vernon Henderson and Jacques-François Thisse (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 4. Amsterdam: North-Holland.
- Burger, M.J., van Oort, F.G., y van der Knaap, B. (2007): "A Treatise on the Scale-Dependency of Agglomeration Externalities and the Modifiable Areal Unit Problem" Workshop on "Agglomeration and Growth in Knowledge-Based Societies", Kiel, Germany, April 20-21.
- Burchfiel, M., Overman, H.G., Puga, D. y Turner, M.A. (2006): "Causes of Sprawl: A Portrait from Space", *The Quarterly Journal of Economics*, 121(2):587-633.
- Callejón, M. (1997): "Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración", *Economía Industrial*, 317:61-68.
- Callejón, M. (2003): "En busca de las economías externas", *Ekonomiaz*, 53:75-89.
- Callejón, M. y Costa, M.T. (1996): "Geografía de la producción. Incidencia de las externalidades en la localización de las actividades industriales en España", *Información Comercial Española*, 754, junio.
- Ciccone, A. y Hall, R.E. (1996): "Productivity and the Density of Economic Activity", *American Economic Review*, 84(1):54-70.

- Cinzano, P., Falchi, F. y Elvidge, C.D. (2001): "The first World Atlas of the artificial night sky brightness", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 328:689-707.
- Combes, P.P. (2000): "Economic Structure and Local Growth: France 1984-1993", *Journal of Urban Economics* 47:329-355.
- Costa, M.T., Segarra, A. y Viladecans, E. (2004): "Business Dynamics and territorial Flexibility", *Small Business Economics*, 22:265-281.
- Devereaux, M.; Griffith, R. y Impson, H. (2004): "The geographic distribution of production in Britain", *Regional Science and Urban Economics*, 34:533-564.
- Duranton, G. y Puga, D. (2004): "Micro-foundations of urban agglomeration economies", en: J. Vernon Henderson and Jacques-François Thisse (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 4, Amsterdam: North-Holland, 2063-2117.
- Duranton, G. y Overman, H. (2005): "Testing for Localization Using Micro-Geographic Data", *Review of Economic Studies*, 72(4):1077-1106.
- Elvidge, C.D., Baugh, K.E., Kihn, E.A., Kroehl, H.W., Davis E.R. y Davis, C.W. (1997): "Relation between satellite observed visible-near infrared emissions, population, economic activity and electric power consumption", *International Journal of Remote Sensing*, 18(6):1373-1379.
- Ellison, G. y Glaeser, E.L. (1997): "Geographic concentration in US manufacturing industries: A dashboard approach", *Journal of Political Economy*, 105:889-927.
- Farrow, A. y Nelson, A. (2001): *Accessibility Modelling in ArcView 3. An extension for computing travel time and market catchment information*, International Center for Tropical Agriculture.
- Figueiredo, O., Guimaraes, P. y Woodward, D. (2002): "Home-field advantage: location decisions of Portuguese entrepreneurs", *Journal of Urban Economics*, 52:341-361.
- Frenken, K., van Oort, F.G. y Verburg, T. (2007): "Related variety, unrelated variety, and economic growth", *Regional Studies*, 41, 685-697
- Gallego, F.J. (2007): *Downscaling population density in the European Union with a land cover map and a point survey*, European Environmental Agency.
- Gehlke, C. y Biehle, K. (1934): "Certain Effects of Grouping Upon the Size of the Correlation Coefficient in Census Tract Material", *Journal of the American Statistical Association*, pp. 169-170.
- Glaeser, E.L., H.D. Kallal, A. Scheinkman y Shleifer, A. (1992): "Growth in Cities", *Journal of Political Economy*, 100:1126-1152.
- Grabher, G. y Hassink, R. (2003): "Fuzzy Concepts, Scanty Evidence, Policy Distance? Debating Ann Markusen's Assessment of Critical Regional Studies", *Regional Studies*, 37(6-7):699-700.
- Harrison, B., Kelley, M.R. y Gant, J. (1997): "Innovative firm behavior and local milieu: exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change", *Economic Geography*, 72:233-258.
- Haug, P. (2004): "Diversifikation und regionale Wirtschafts- und Beschäftigungsentwicklung. Eine empirische Analyse für ausgewählte deutsche Gebiete", *Review of Regional Research* 24(2):177-195.
- Henderson, J.V. (1983): "Industrial bases of city size", *American Economic Review*, 73:164-168.
- Henderson, J.V., Kuncoro, A. y Turner, M. (1995): "Industrial development in cities", *Journal of Political Economy*, 103:1067-1085.
- Holl, A. (2004): "Transport Infrastructure, Agglomeration Economies, and Firm Birth: Empirical Evidence from Portugal", *Journal of Regional Science*, 44, 4:693-712.
- Holmes, T.J. (1999): "Localization of industry and vertical disintegration", *Review of Economics and Statistics*, 81:314-325.
- Holmes, T.H. y Stevens, J.J. (2004): "Spatial distribution of Economic Activities in North America", en Henderson, J.V. y Thisse, J.F. (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. 4, North Holland, Amsterdam.
- Hoover, E.M. (1948): *The Location of Economic Activity*, New York: McGraw Hill.
- Isard, W. (1956): *Location and Space-Economy*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Jacobs, J. (1969): *The Economy of Cities*, Londres, Jonathan Cape.
- Jofre, J. (2005): "On the scope of agglomeration economies. Evidence from Catalan zip codes" *Documento de Trabajo 2005/5* Institut d'Economia de Barcelona. Universitat de Barcelona.
- Jofre, J. y Viladecans, E. (2007): "La distribución geográfica en España: concentración vs. urbanización" *Papeles de Economía Española*, n.º 112.

- Kephart, G. (1988): "Heterogeneity and the Implied dynamics of regional growth rates: was the nonmetropolitan turnaround an artifact of aggregation?", *Demography* 25:99-113.
- Krugman, P. (1991a): *Geography and Trade*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Krugman, P. (1991b): "Increasing returns and economic geography," *Journal of Political Economy*, 99, 3:483-499.
- Manjón, M.C. y Arauzo, J.M. (2006): "La localización de nuevos establecimientos industriales: estudios previos y evidencia para los municipios catalanes", *Ekonomiaz*, 62, 2º cuatrimestre.
- Markusen, A. (1999): "Fuzzy Concepts, Scanty Evidence and Policy Distance: The Case for Rigour and Policy Relevance in Critical Regional Studies", *Regional Studies*, 33:869-886.
- Marshall, A. (1890): *Principles of Economics*, Londres, MacMillan.
- Martin D., Tate, N.J., y Langford M. (2000), "Refining population surface models: experiments with Northern Ireland Census data". *Transactions in GIS* 4(4):343-360.
- Maurel, F. y Sédillot, B. (1999): "A measure of the geographic concentration in French manufacturing industries", *Regional Science and Urban Economics*, 29:575-604.
- Nakamura, R. (1985): "Agglomeration economies in urban manufacturing industries: A case of Japanese cities". *Journal of Urban Economics*, 1:108-124.
- Ohlin, B. (1933): *Interregional and International Trade*, Cambridge MA, Harvard University Press.
- Openshaw, S. (1984): *The Modifiable Areal Unit Problem*, Norwich: Geo Books.
- Openshaw, S. y Taylor, P. J. (1979): "A Million or so Correlation Coefficients: Three Experiments on the Modifiable Areal Unit Problem", in N. Wrigley, *Statistical Applications in the Spatial Sciences*, Londres, Pion, 127-144.
- Pablo-Martí, F. y Myro, R. (2006): "Impacto potencial del PEIT sobre la accesibilidad del territorio español por carretera" *Economistas*, 110:81-88
- Paluzie, E., Pons, J. y Tirado, D.A. (2004): "The geographical concentration of industry across Spanish regions, 1856-1995", *Review of Regional Research*, 24 (2) .
- Parr, J.B. (2002): "Missing Elements in the Analysis of Agglomeration Economies", *International Regional Science Review*, 25:151-168.
- Petterson, O. (2001): "Microregional Fragmentation in a Swedish country", *Papers in Regional Science*, 80:389-409.
- Piore, M.J. y Sabel, C.F. (1984): *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*, Nueva York, Basic Books.
- Porter. M. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, Free Press.
- Rosenthal, S.S. y Strange, W.C. (2003): "Geography, Industrial Organization, and Agglomeration", *The Review of Economics and Statistics*, 85(2):377-393.
- Rosenthal, S.S. y Strange, W.C. (2004): "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies", in J.V. Henderson y J.F. Thisse, *Handbook of Regional and Urban Economics: Cities and Geography*.
- Siegel, P., Johnson, T. y Alwang, J. (1995): "A regional decomposition of regional economic instability: a conceptual framework", *Regional Science*, 35(3):457-470.
- Small, C., Pozzi, F. y Elvidge, C.D. (2005): "Spatial analysis of global urban extent from DMSP-OLS night lights", *Remote Sensing and Environment*, 96:277-291.
- Sutton, P.C. (2003): "A scale-adjusted measure of "Urban Sprawl" using nighttime satellite imagery", *Remote Sensing of Environment*, 86:353-369.
- Van Oort, F.G. (2004): *Urban Growth and Innovation: Spatially Bounded Externalities in the Netherlands*, Aldershot, Ashgate.
- Van Oort, F.G. (2007): "Spatial and Sectoral Composition Effects of Agglomeration Economies in the Netherlands", *Papers in Regional Science*, 86(1):5-30.
- Van Stel, A. y Nieuwenhuijsen, H.R. (2004): "Knowledge Spillovers and Economic Growth: An Analysis Using Data of Dutch Regions in the Period 1987-1995", *Regional Studies*, 38 (4):393-407.
- Viladecans, E. (2001): "La concentración territorial de las empresas industriales: Un estudio sobre el tamaño de las empresas y su proximidad geográfica", *Papeles de Economía Española*, 89/90, 308-320.
- Viladecans, E. (2004): "Agglomeration economies and industrial location: city-level evidence", *Journal of Economic Geography*, 4:565-582.

- Welch, R. (1980): "Monitoring urban population and energy utilization patterns from satellite data", *Remote Sensing of Environment*, 9:1-9.
- Wong D., Amrhein, C.G. (1996): "Research on the MAUP: Old wine in a new bottle or real breakthrough?", *Geographical Systems*, 3(2-3):73-76.
- Wrigley, N. (1995): "Revisiting the Modifiable Areal Unit Problem and the Ecological Fallacy", en Cliff, A.D., Gould, P.R., Hoare, A.G. y Thrift, N.J. (eds.), *Diffusing Geography*, Oxford, Blackwell, 49-71.
- Yule, G.U. y Kendall, M.G. (1950): *An Introduction to the Theory of Statistics*, Londres, Griffin.