



ARTÍCULOS

La relación entre el Comercio Interregional y la conectividad del transporte en España. Un análisis de dependencia espacial

Luisa Alamá-Sabater, Laura Márquez-Ramos, Celestino Suárez-Burguet

Revista de Economía y Estadística, Cuarta Época, Vol. 49, No. 1 (2011), pp. 7-32.

<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/6507/>



La Revista de Economía y Estadística, se edita desde el año 1939. Es una publicación semestral del Instituto de Economía y Finanzas (IEF), Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Valparaíso s/n, Ciudad Universitaria. X5000HRV, Córdoba, Argentina.

Teléfono: 00 - 54 - 351 - 4437300 interno 253.

Contacto: rev_eco_estad@eco.unc.edu.ar

Dirección web <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/index>

Cómo citar este documento:

Alamá-Sabater L., Márquez-Ramos L. y Suárez-Burguet C. (2011). La relación entre el Comercio Interregional y la conectividad del transporte en España. Un análisis de dependencia espacial. *Revista de Economía y Estadística*, Cuarta Época, Vol. 49, No. 1, pp. 7-32.

Disponible en: <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/6507>

El Portal de Revistas de la Universidad Nacional de Córdoba es un espacio destinado a la difusión de las investigaciones realizadas por los miembros de la Universidad y a los contenidos académicos y culturales desarrollados en las revistas electrónicas de la Universidad Nacional de Córdoba. Considerando que la Ciencia es un recurso público, es que la Universidad ofrece a toda la comunidad, el acceso libre de su producción científica, académica y cultural.

<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/index>



La relación entre el Comercio Interregional y la conectividad del transporte en España. Un análisis de dependencia espacial*

LUISA ALAMÁ-SABATER

*Instituto de Desarrollo Local y Departamento de Economía
Universitat Jaume I, Castellón, España
alama@eco.uji.es*

LAURA MÁRQUEZ-RAMOS

*Instituto de Economía Internacional y Departamento de Economía
Universitat Jaume I, Castellón, España
lmarquez@eco.uji.es*

CELESTINO SUÁREZ-BURGUET

*Instituto de Economía Internacional y Departamento de Economía.
Universitat Jaume I, Castellón, España
celes@eco.uji.es*

RESUMEN

Este artículo analiza la influencia de la conectividad del transporte sobre los flujos comerciales entre regiones desde una perspectiva de dependencia espacial. Para ello, se consideran dos criterios de vecindad en un modelo de gravedad autorregresivo espacial. En primer lugar, se considera el criterio geográfico de contigüidad de primer orden y, en segundo lugar, se incorpora la conectividad del transporte. Los resultados obtenidos constatan la importancia de las plataformas logísticas para satisfacer la demanda de infraestructura de transporte en las regiones españolas. El artículo también justifica la necesidad de avanzar en la consecución de bases de datos desagregadas sobre flujos de comercio dentro de un país y de indicadores regionales del grado de desarrollo logístico para otros territorios y países.

* Los autores agradecen la ayuda financiera del Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través de los proyectos ECO2011-27227 y ECO2010-15863, y al Plan Nacional de I+D+i (Ministerio de Fomento, Proyecto P 21/08). Agradecemos además a Juan José P. Sartori y a los participantes en el Congreso de la European Regional Science Association (ERSA 2010), por sus comentarios y sugerencias. Agradecemos la generosidad de Carlos Llano al facilitarnos datos desagregados del comercio interregional en España.

Palabras clave: Comercio Interregional, Conectividad del Transporte, Dependencia Espacial, Regiones Españolas.

Códigos JEL: R12, R23, R48.

ABSTRACT

This article analyzes the influence of transport connectivity on trade flows between regions from the perspective of spatial dependence. To do this, we consider two neighborhood criteria in a spatially autoregressive gravity model. The first geographic criteria is first-contiguity, and secondly we incorporate transport connectivity. The results show the importance of logistics platforms to meet the demand for transport infrastructure in the Spanish regions. Since it is not common to have disaggregated database on trade flows within a country, or regional indicators of the degree of development of logistics, this also justifies the need for progress in the achievement of such information for other regions and countries.

Keywords: Inter-regional Trade, Transport Connectivity, Spatial Dependence, Spanish Regions.

JEL classification: R12, R23, R48.

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se analizan las relaciones de dependencia que tienen lugar entre las regiones españolas a partir de los correspondientes flujos de transporte que tienen lugar entre ellas. Mediante una metodología propia del análisis del comercio internacional, como son las ecuaciones de gravedad, se explican los factores que determinan tales flujos, introduciendo, además de las características de cada región de origen y destino, variables retardadas espacialmente que representan las relaciones espaciales de vecindad, tanto geográficas como de conectividad.

Por una parte, el modelo de gravedad (Tinbergen, 1962; Linnemann, 1966; Anderson, 1979; Bergstrand, 1985 y 1989; Deardorff, 1995) es una de las principales herramientas utilizadas para analizar los determinantes de los flujos de comercio entre países (regiones). Por otra parte, la dependencia espacial de los datos se desarrolla a partir del análisis de las variables en las que las distintas observaciones vienen referidas en relación a lugares en el espacio y a momentos en el tiempo. Han sido las disciplinas pertenecientes al

campo de las ciencias sociales y medioambientales las primeras en las que se aplica esta metodología. Autores como Schaeffer (1953) y Losch (1939), en sus trabajos en los campos de la geografía y la economía, incorporan explícitamente el espacio como un elemento adicional en sus análisis. Isard (1956) desarrolla sus trabajos en el ámbito de la localización de actividades productivas, evidenciando la existencia de una conexión entre observaciones vinculadas a territorios próximos. En este campo destacan también los trabajos de Moran (1948) y Geary (1954), los cuales definen índices estadísticos que permiten detectar la conexión espacial entre distintas observaciones. Posteriormente, Paelinck y Klaassen (1979) introdujeron el término econometría espacial, mientras que Cliff y Ord (1972, 1973) amplían el campo de actuación del análisis espacial extendiéndolo a otras ciencias de carácter más experimental.

I.1. Efectos espaciales, heterogeneidad y dependencia espacial

Los datos o procesos espaciales tienen características específicas que no aconsejan el uso de algunas de las técnicas econométricas convencionales. Paelinck y Klaassen (1979) destacaron cinco características que obligaban a la utilización de lo que desde entonces se conoce como econometría espacial:

- El papel de la interdependencia espacial.
- La asimetría en las relaciones espaciales.
- La importancia de factores explicativos radicados en otros lugares.
- La diferenciación entre interacción *ex ante* y *ex post*.
- La modelización explícita del espacio.

Detrás de estas cinco características subyace la existencia de lo que se denomina autocorrelación o dependencia espacial. La autocorrelación espacial se puede definir como la relación entre las observaciones efectuadas en puntos relacionados espacialmente, es decir aparecen unas relaciones de dependencia de carácter multidireccional (Anselin y Bera, 1996).

La autocorrelación espacial tiene dos causas fundamentales. Por un lado, la existencia de procesos espaciales, y por el otro, de errores de diversa naturaleza: imperfección de los datos, desajuste entre el área y el fenómeno que se trata de explicar, etc. (Anselin, 1988). Además, aparte de la existencia de autocorrelación espacial, hay que destacar el alto grado de heterogeneidad que suelen presentar los datos espaciales.

En este sentido, si se trabaja con un modelo econométrico en el que existe autocorrelación espacial, y ésta no se elimina o modeliza correctamente,

entonces ni el ajuste, ni la inferencia, ni muchos contrastes de hipótesis serán fiables, y dependiendo de la naturaleza de dicha autocorrelación las estimaciones del modelo podrán ser sesgadas, inconsistentes o ineficientes. Por lo tanto, cuando tales efectos están presentes, se debe recurrir a la econometría espacial y, con ello, hacer frente a la naturaleza multidireccional de dependencia espacial que a menudo impide el uso de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

La forma más habitual de recoger estos efectos de carácter multidireccional es a través de las matrices de ponderación (W). Se trata de matrices, en las que cada elemento (w_{ij}) recoge la posible relación entre las observaciones (i, j). En general, se asignará un valor igual a cero cuando entre i y j no exista ningún tipo de relación, mientras que se asignará un valor igual a 1 en caso contrario (Anselin, 1988).

El tipo de relación entre las observaciones dependerá del carácter de la investigación o del estudio que se esté llevando a cabo, en general podemos definir una relación de vecindad basada en un criterio geográfico, como la existencia de una frontera común entre las dos observaciones o también podemos considerar una relación en función de la distancia. Es posible tener en cuenta, igualmente, cualquier otro criterio establecido, por ejemplo las redes de transporte (LeSage y Polasek, 2008).

Los modelos de regresión que consideran la autocorrelación espacial son diversos, en función del fenómeno sobre el que tenga lugar la autocorrelación espacial (Anselin, 1988), sobre el término de error, o sobre las variables explicativas.

El análisis de autocorrelación espacial en el campo de la economía del transporte se pone de manifiesto a partir de los trabajos de Cliff y Ord (1981) y, más recientemente, en los trabajos de LeSage y Polasek (2008) y Cohen (2010) que consideran las relaciones de dependencia espacial aplicadas a los estudios sobre los flujos de transporte.

En este sentido la autocorrelación espacial implica interdependencias entre las diferentes localidades, que pueden venir explicadas por varias razones, como por ejemplo, que se dé la existencia de variables omitidas que varían espacialmente o que las decisiones en un lugar se efectúen para entidades localizadas en otros lugares (Cohen, 2010). En este contexto, hacer caso omiso de la existencia de autocorrelación espacial puede conducir al

investigador a no poder rechazar erróneamente la hipótesis nula de que la elasticidad de la conectividad del transporte es igual a cero.

I.2. La ecuación de gravedad en el contexto de la econometría espacial y la consideración de la conectividad del transporte

De acuerdo con la ecuación (tradicional) de gravedad, el volumen de las exportaciones totales entre pares de países (regiones)¹, depende de sus rentas (PIB), las distancias geográficas y una serie de variables dicotómicas, como compartir un idioma, una frontera o tener vínculos coloniales comunes. Se espera que el comercio tenga una relación positiva con las rentas y que esté negativamente relacionado con la distancia. Porojan (2001) afirma que cuando se tienen en cuenta los efectos espaciales en los modelos de gravedad, cambia la magnitud de los parámetros estimados. Este autor también destaca que con la presencia de autocorrelación espacial, el parámetro estimado de la variable distancia puede capturar un patrón espacial. En un estudio más reciente, Behrens *et al.* (2009) estima una ecuación de gravedad utilizando técnicas derivadas de la econometría espacial, y encuentra que no supera el test de ausencia de autocorrelación espacial.

La conectividad del transporte ha sido considerada desde hace poco en los estudios de gravedad del comercio. En esta línea, Márquez-Ramos *et al.* (2011) distinguen entre dos definiciones de conectividad. Por un lado, la conectividad, en un sentido estricto, se limitaría a reflejar las propiedades físicas de la red de transporte. Por otro lado, la conectividad en un sentido más amplio incluiría los factores relacionados con las características de los servicios y la cooperación de los operadores de transporte, que son esenciales para la eficiencia y la eficacia de la red de transporte. Márquez-Ramos *et al.* (2011), así como otros autores que consideran la conectividad en un sentido estricto (Limao y Venables, 1999; Sánchez *et al.*, 2003; Clark *et al.*, 2004; Micco y Serebrisky, 2004; Wilson *et al.*, 2004), encuentran que dicha conectividad muestra una correlación positiva con los flujos comerciales entre los socios. Sin embargo, estos trabajos no tienen en cuenta la existencia de dependencia espacial entre las regiones o países considerados. Con una perspectiva más amplia, en el presente artículo se incorporan variables asociadas a la tipología de infraestructuras logísticas y, con ello, se refuerza el factor espacial del análisis.

1. Nótese que los envíos realizados entre zonas dentro del territorio aduanero de la Unión Europea, ya no se consideran legalmente exportaciones, sino entregas intracomunitarias de bienes y, más específicamente, expediciones (o introducciones, cuando se trata de entradas de mercancías).

I.3. Contribución a la literatura

El tratamiento metodológico realizado incide sobre dos aspectos de la literatura sobre el tema. Por un lado, y en línea con trabajos como los de Martínez-Zarzoso *et al.* (2003), Wilson *et al.* (2004); o Márquez-Ramos *et al.* (2011), se analiza el efecto que los distintos factores relacionados con la conectividad del transporte tienen sobre el comercio utilizando el marco de las ecuaciones de gravedad. Por otro, se aborda también el desarrollo de indicadores logísticos, tal y como se ha llevado a cabo en los sucesivos informes del Banco Mundial (2011) o en Solaviki *et al.* (2009). Se ha integrado la metodología de ecuaciones de gravedad en el contexto de la econometría espacial y, específicamente, se ha desarrollado un modelo autorregresivo espacial que considera que los flujos de transporte entre las 15 Comunidades Autónomas (regiones) españolas de la península Ibérica² están espacialmente autocorrelacionados.

Al objeto de identificar adecuadamente el factor responsable de la autocorrelación espacial hemos tenido en cuenta dos conceptos diferentes de vecindad. En primer lugar, un criterio geográfico: el de contigüidad de orden uno entre regiones.³ En segundo lugar, un criterio dotacional de infraestructuras: la existencia y relevancia de plataformas logísticas (Suárez-Burguet *et al.*, 2010). En definitiva, se ha identificado y medido el desarrollo logístico alcanzado en todas y cada una de las regiones adyacentes a cada región individualmente considerada. De este modo, en este trabajo se amplía y avanza en el procedimiento seguido por LeSage y Polasek (2008), que considera un modelo espacial de flujos de transporte entre las regiones austríacas, con los retardos espaciales de la variable dependiente y no en el término de error. Para el caso español, LeSage y Llano (2006), estudiaron la presencia de dependencia espacial en el marco de las ecuaciones de gravedad. El presente trabajo incorpora, pues, el impacto de la conectividad del transporte en sentido amplio (con la inclusión de infraestructuras) sobre los flujos comerciales interregionales y lleva a cabo las consiguientes estimaciones considerando la correspondiente desagregación sectorial a partir de las distintas ramas de actividad. Del trabajo realizado se constata, por tanto, la conveniencia de incorporar herramientas derivadas de la econometría espacial en los modelos de gravedad cuando se analiza el papel de la conectividad del transporte sobre la competitividad regional y sectorial en el ámbito de las estrategias comerciales.

2. Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Castilla y León, Castilla La Mancha, Cataluña, Valencia, Extremadura, Galicia, Madrid, Murcia, Navarra, País Vasco, La Rioja.

3. Dos regiones son consideradas vecinas si son limítrofes. En el diseño de la matriz de pesos W , el valor uno denota que las regiones son contiguas y cero si no lo son.

El resto del trabajo se organiza con la siguiente estructura. La segunda sección describe el modelo. En la tercera sección se describen los datos y las variables utilizadas. El análisis empírico se realiza en el apartado cuarto. Por último, en la quinta sección se presentan las conclusiones y las implicaciones de política económica.

II. EL MODELO ESPACIAL DE FLUJOS

El objetivo central del modelo espacial de flujos consiste en explicar la variación en la magnitud de los flujos entre las regiones de origen y destino (O-D). LeSage y Pace (2008) cuestionan los modelos de gravedad para explicar los flujos de mercancías entre origen y destino debido a la potencial omisión de algún componente espacial que puede conllevar que los parámetros del modelo resulten sesgados, y consecuentemente, distorsionen la inferencia estadística (Bolduc *et al.*, 1989).

En este sentido, se amplían las ecuaciones de gravedad, (LeSage y Pace, 2008) mediante la consideración de un modelo autorregresivo espacial (1), en el que el retardo espacial recae sobre la variable dependiente:

$$y = \rho_1 W_o y + \rho_2 W_d y + \rho_3 W_w y + \alpha \iota + \beta_o X_o + \beta_d X_d + \gamma D + \varepsilon \quad (1)$$

Al igual que en los modelos de gravedad (Bergstrand, 1985 y 1989; Deardorff, 1995), la matriz X recoge las características de las regiones de origen (X_o) y de destino (X_d) que podrían influir sobre el comercio bilateral, así como la distancia entre las principales ciudades de la región de origen y destino. Cada variable genera un vector $n^2 \times 1$ con los parámetros asociados en origen i , β_o , y destino j , β_d . La variable dependiente representa una matriz $n \times n$ de los flujos interregionales de cada una de las regiones de origen a cada una de las regiones de destino, donde cada una de las columnas de la matriz representa un destino diferente y las filas reflejan orígenes. Siguiendo a LeSage y Polasek (2008), las matrices del modelo se definen de la siguiente forma:

$$W_o = I_n \otimes W \quad , \quad W_d = W \otimes I_n \quad \text{y} \quad W_w = W \otimes W \quad (2)$$

Siendo la matriz W la matriz de ponderaciones espaciales con dimensión $n \times n$. Según el criterio de contigüidad geográfica los elementos i, j de la matriz con valor cero representarían la inexistencia de vecindad entre los territorios, mientras que los elementos i, j con valor 1 indicarían una relación de depen-

dencia o vecindad. Para evitar que una observación sea definida como vecina de sí misma, los elementos de la diagonal son cero.

El modelo de dependencia espacial definido y aplicado a los flujos de transporte define una matriz ampliada a partir de la matriz W , en el sentido que muestra la expresión (2). Por tanto, el vector de retardo espacial W_o y se construiría considerando los flujos comerciales entre los vecinos a la región de origen y la región de destino, mientras que el parámetro ρ_1 recogería la magnitud del impacto del tipo de vecindad establecido sobre la variable dependiente. El vector de retardo espacial W_d y se construiría teniendo en cuenta los flujos comerciales entre los vecinos de la región de destino y la región de origen, siendo ρ_2 el parámetro mediante el que se capturaría el impacto de los flujos desde el origen a los vecinos de la región de destino. Por último, el tercer retardo espacial en el modelo W_w y se construye mediante los flujos comerciales entre las respectivas regiones vecinas, de origen y destino respectivamente. Nótese la magnitud alcanzada por las matrices W_o , W_d , y W_w , cuyas dimensiones serán $n^2 \times n^2$.

La estimación de los parámetros ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 proporciona una inferencia de la importancia relativa de estos tres tipos de dependencia espacial entre las regiones de origen y de destino. Los coeficientes de autocorrelación espacial son ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 y, por tanto, las hipótesis nulas a contrastar son: 1) $\rho_1 = 0$; 2) $\rho_2 = 0$ y 3) $\rho_3 = 0$. Rechazar alguna de estas hipótesis nulas implicaría que los flujos comerciales se verían afectados por la importancia de los flujos comerciales en las regiones vecinas.

Estableciendo una serie de restricciones en los parámetros ρ_i en este modelo, se pueden definir varios modelos (LeSage y Pace, 2004). En el análisis empírico de este trabajo, estimamos la ecuación (1) por máxima verosimilitud con las siguientes restricciones: 1) $\rho_2 = \rho_3 = 0$; 2) $\rho_1 = \rho_3 = 0$ y 3) $\rho_1 = \rho_2 = 0$.

Se han estimado dos variantes del mismo modelo, según el criterio de vecindad establecido. La primera se basa en la contigüidad geográfica de primer orden y, la segunda se basa en una matriz W que considera, en la formación de los retardos espaciales, tanto la contigüidad de primer orden como la conectividad del transporte. Para el caso de Austria, LeSage y Polasek (2008) ya introdujeron medidas de conectividad del transporte en un modelo espacial de flujos de mercancías. En concreto, optaron por la modificación de la matriz W con la consideración de las rutas regionales de transporte.

Los tres tipos de dependencia considerada en este estudio y, por tanto, las tres matrices espaciales se representan gráficamente en la Figura A.1 (véase el Anexo A). La matriz W_o (dependencia basada en el origen) captura la relación espacial entre el comercio de las regiones vecinas a A (C y D) y B, la matriz W_d (dependencia basada en el destino) refleja el comercio entre A y las regiones vecinas a B (E y F). Finalmente, la matriz W_w (dependencia basada en O-D) considera el comercio entre las regiones vecinas A (C y D) y las regiones vecinas a B (E y F). Las tres matrices son $n^2 \times n^2$.

Con respecto a la conectividad del transporte, a partir de la Figura A.1 se pueden distinguir dos efectos opuestos. Por un lado, una baja calidad de las redes de transporte en una región en comparación con las regiones vecinas puede ser un incentivo para que las empresas localicen sus actividades en una región con una mejor conectividad del transporte (efecto desviación). Por otro lado, parece plausible que las fuerzas que conducen a mayores flujos entre una región de origen y una región de destino también creen flujos comerciales a las regiones vecinas (efecto creación). Por ejemplo, una región podría beneficiarse de las redes de transporte de sus vecinos si los flujos de mercancías procedentes de la región de interés tienen que pasar por las regiones vecinas para llegar a su destino final. Si una región tiene un beneficio neto derivado de las redes de transporte de sus vecinos, es de esperar que el efecto creación supere al efecto desviación. Por otra parte, en cuanto al nivel de desagregación en los datos geográficos, se esperaría que a mayor desagregación, el efecto positivo sea mayor (es decir, el efecto creación sea superior al efecto desviación), ya que es difícil imaginar que una unidad económica muy pequeña pueda producir y comerciar muchos bienes sin la ayuda de las regiones de su entorno, o que no se beneficie de las redes de transporte de sus vecinos para acceder a sus mercados potenciales. Por ejemplo, Castellón⁴ puede beneficiarse de las infraestructuras de transporte de las provincias de Cataluña y Aragón, así como también de las que hay en la provincia de Valencia, que tienen un elevado grado de desempeño logístico, para que sus envíos de mercancías lleguen a sus socios comerciales de forma más competitiva, tanto en coste como en tiempo de viaje.

Por último, la contigüidad de primer orden puede reflejar una serie de factores en lugar de actuar exclusivamente como una proxy de la conectividad del transporte, por ejemplo, puede reflejar aspectos relacionados con la proximidad cultural o la percepción de cercanía. Mediante la estimación de las dos variantes de la ecuación (1), la de contigüidad de primer orden (modelo de

4. Una provincia relativamente pequeña en términos económicos perteneciente a la Comunidad Valenciana.

contigüidad) y el modelo basado en la conectividad del transporte (modelo de conectividad), tratamos de aislar el efecto de la conectividad del transporte. Por lo tanto, es de esperar que los coeficientes de ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 sean de menor magnitud en el modelo de conectividad que los obtenidos en el modelo de la contigüidad. De este modo, se pretende estimar cuál es el papel de la conectividad del transporte, entendida en su sentido amplio, sobre los flujos comerciales interregionales en España.

III. DATOS Y VARIABLES

Se ha generado un conjunto de datos que incluye los flujos totales de mercancías transportadas entre las 15 regiones españolas durante el año 2007. Como estamos considerando el comercio interregional en la península y el efecto del comercio con las regiones limítrofes, las Islas Canarias, las Islas Baleares, Ceuta y Melilla no se incluyen en el análisis. Las matrices de flujos comerciales interregionales proceden de la base C-Intereg (Llano *et al.*, 2010). En el trabajo utilizamos 17 matrices origen-destino: una con los flujos comerciales totales en valor (millones de euros) y otra en toneladas (miles); las restantes corresponden a las 15 ramas de actividad consideradas en el estudio (véase el cuadro A.1, Anexo A). Puesto que nos centramos en la ampliación de las ecuaciones de gravedad con los retardos espaciales, consideramos las características de las regiones de origen y destino y, siguiendo a LeSage y Polasek (2008), las variables explicativas utilizadas para construir las matrices X_o (origen) y X_d (destino) son el área, el PIB per cápita y el empleo en cada región (en logaritmos). También se incluye como variable explicativa el vector (en logs) de las distancias (en km) entre las capitales de cada par de regiones O-D. Es de esperar que el empleo tenga un efecto positivo, pues mayor empleo lleva a mayores intercambios de mercancías. El coeficiente estimado de la distancia se espera que sea negativo, porque los intercambios de mercancías disminuyen ante mayores distancias (efecto resistencia), mientras que el efecto de la superficie y del PIB per cápita sobre el comercio es ambiguo. El cuadro A.2 (véase el Anexo A) muestra los estadísticos descriptivos de las variables incluidas en la ecuación (1).

Las matrices de pesos se construyen utilizando el criterio geográfico y las características logísticas. Por un lado, el criterio geográfico controla por la contigüidad de primer orden entre las regiones. En segundo lugar, los elementos logísticos los tenemos en cuenta mediante la presencia de las plataformas logísticas, es decir, las regiones limítrofes con A (origen) o B (destino) que tienen plataformas logísticas. En concreto, se utiliza la infor-

mación sobre el número y la superficie de las plataformas logísticas en las regiones españolas. Esta información se obtiene de Suárez-Burguet *et al.* (2010), donde se muestra que Andalucía, Madrid, Cataluña y Aragón presentan una mayor superficie media de sus plataformas logísticas, principalmente debido a la presencia de plataformas de mayor tamaño en estas regiones (como PLAZA, centro logístico en la región de Aragón, las plataformas logísticas en torno a Madrid y el Puerto de Algeciras en Andalucía), lo que aumenta el tamaño medio de las plataformas en estas regiones. Por lo contrario, Extremadura y Castilla y León presentan un número mucho menor de metros cuadrados dedicados a estas actividades.

Con el fin de introducir las características logísticas, se calcula un índice de conectividad como el promedio simple entre las puntuaciones obtenidas del número y de la superficie (sup) de las plataformas logísticas en cada región de España. Estas puntuaciones se configuran como un índice con respecto al máximo y mínimo alcanzado tanto en la región de origen (i) como en la de destino (j), bajo el supuesto de que la logística juega un papel comparable en O-D. El índice de conectividad (IC) toma un valor entre 0 y 1 calculado según la ecuación (2)⁵:

$$\begin{aligned} IC_{ij} &= (IC_i + IC_j) / 2 \quad \text{si son contiguas} \\ IC_{ij} &= 0 \quad \quad \quad \text{si no son contiguas} \end{aligned} \quad (2)$$

De acuerdo con este índice, si las regiones i, j tienen un alto desarrollo logístico (medido en términos de número y superficie de plataformas logísticas) y son limítrofes, el elemento de la matriz se encuentra cerca de 1, de lo contrario, si son limítrofes, pero la infraestructura logística es pobre, el elemento de la matriz es cercano a cero y si no son limítrofes el elemento de la matriz es cero.

Para construir la variable dependiente generamos un vector $n^2 \times 1$ apilando las columnas de la matriz W. Por ejemplo, si se considera un modelo

5. Donde:

$$\begin{aligned} IC_i &= \left(\frac{(\text{número}_i - \text{número}_{\text{mínimo}})}{(\text{número}_{\text{máximo}} - \text{número}_{\text{mínimo}})} + \frac{(\text{sup}_i - \text{sup}_{\text{mínimo}})}{(\text{sup}_{\text{máximo}} - \text{sup}_{\text{mínimo}})} \right) / 2 \\ IC_j &= \left(\frac{(\text{número}_j - \text{número}_{\text{mínimo}})}{(\text{número}_{\text{máximo}} - \text{número}_{\text{mínimo}})} + \frac{(\text{sup}_j - \text{sup}_{\text{mínimo}})}{(\text{sup}_{\text{máximo}} - \text{sup}_{\text{mínimo}})} \right) / 2 \end{aligned}$$

con 4 regiones, la matriz de flujos se puede representar como en el cuadro 1. La primera columna muestra la etiqueta (4 regiones de origen x 4 regiones de destino = 16), a continuación se muestra el identificador (ID) de la región de origen y el de la región de destino. Y representa la variable dependiente (envíos de i a j) y X son las variables explicativas (área, PIB per cápita y empleo, junto con la distancia geográfica).

Uno de los principales problemas con este tipo de modelos es la dimensión de la matriz. En este trabajo hemos trabajado con 15 regiones y, por tanto, las matrices W_o , W_d y W_w se componen de 225 filas y de 225 columnas (15x15). Como ya se ha comentado, parece razonable aceptar que si se considera la conectividad logística en los retardos espaciales a nivel regional, el efecto de creación de comercio sea mayor que el efecto de desviación de comercio. La diferencia principal en la exactitud con la que se considera el efecto de la conectividad del transporte sobre los flujos de comercio interregionales en las dos variantes estimadas del modelo (contigüidad y conectividad) radica en que en el modelo de contigüidad se asignan

Cuadro 1
Organización de los datos

Etiqu.	Región de origen	ID origen	Región de destino	ID destino		Variables explicativas (origen)			Variables explicativas (destino)			Dis-tancia
					Y	X1	X2	X3	X1	X2	X3	
1	Andalucía	1	Andalucía	1	y11	a11	a12	a13	b11	b12	b13	d11
2	Aragón	2	Andalucía	1	y21	a21	a22	a23	b11	b12	b13	d21
3	Cataluña	3	Andalucía	1	y31	a31	a32	a33	b11	b12	b13	d31
4	Madrid	4	Andalucía	1	y41	a41	a42	a43	b11	b12	b13	d41
5	Andalucía	1	Aragón	2	y12	a11	a12	a13	b21	b22	b23	d12
6	Aragón	2	Aragón	2	y22	a21	a22	a23	b21	b22	b23	d22
7	Cataluña	3	Aragón	2	y32	a31	a32	a33	b21	b22	b23	d32
8	Madrid	4	Aragón	2	y42	a41	a42	a43	b21	b22	b23	d42
9	Andalucía	1	Cataluña	3	y13	a11	a12	a13	b31	b32	b33	d13
10	Aragón	2	Cataluña	3	y23	a21	a22	a23	b31	b32	b33	d23
11	Cataluña	3	Cataluña	3	y33	a31	a32	a33	b31	b32	b33	d33
12	Madrid	4	Cataluña	3	y43	a41	a42	a43	b31	b32	b33	d43
13	Andalucía	1	Madrid	4	y14	a11	a12	a13	b41	b42	b43	d14
14	Aragón	2	Madrid	4	y24	a21	a22	a23	b41	b42	b43	d24
15	Cataluña	3	Madrid	4	y34	a31	a32	a33	b41	b42	b43	d34
16	Madrid	4	Madrid	4	y44	a41	a42	a43	b41	b42	b43	d44

pesos iguales a todos los vecinos (el criterio geográfico es el mismo para todas las regiones), mientras que en el modelo de conectividad se utiliza el índice de conectividad calculado de acuerdo a la ecuación (2), de manera que se asignan ponderaciones más altas en las regiones con mayor desarrollo logístico.

IV. ANÁLISIS EMPÍRICO

IV.1. Análisis de autocorrelación espacial

En primer lugar, a modo de análisis descriptivo, representamos un mapa de España que muestra las regiones que contienen los flujos comerciales totales, las expediciones (Mapa B.1, Anexo B) y las introducciones (Mapa B.2, Anexo B). Las zonas donde se concentran los intercambios comerciales más importantes se identifican con el color oscuro (el azul oscuro refleja mayores intercambios mientras que el azul claro indica niveles más bajos). Es importante señalar que estos mapas representan los flujos interregionales totales, por lo que el análisis debe llevarse a cabo desde un punto de vista general.

Según nuestros datos, las regiones españolas con mayor intensidad de expediciones son Castilla La Mancha, Castilla y León, Cataluña y la Comunidad Valenciana, y las regiones con la mayor intensidad de introducciones son Madrid, Castilla La Mancha, Cataluña y la Comunidad Valenciana.

Los mapas B.3 y B.4 muestran los dos componentes del índice de conectividad, el tamaño y el número de plataformas, por separado. Por último el mapa B.5 muestra el índice de conectividad calculado de acuerdo con la ecuación (2) y que se ha utilizado en la matriz de pesos del modelo de conectividad. En estos mapas, las regiones que contienen los valores más altos en términos logísticos son de color rojo oscuro. Estos mapas (B.3-B.5) ilustran una clara diferenciación entre las regiones españolas y motiva la conveniencia de la incorporación explícita de dicha información en los retardos espaciales.

Al examinar de manera descriptiva los mapas del Anexo B, parece que, a excepción del caso de Castilla y León, el nivel de los intercambios comerciales es mayor en aquellas regiones donde el desarrollo logístico es mayor. Sin embargo, el potencial logístico de Andalucía no se refleja en los intercambios interregionales.

En segundo lugar, en la contrastación de la dependencia espacial de los valores de comercio interregional en España se ha utilizado la medida I de Moran de autocorrelación espacial.⁷ Para generar las tres matrices de pesos

7. Una de las formas básicas de medir la autocorrelación espacial es con el estadístico I de Moran (Moreno y Vayá, 2000). La hipótesis nula es que no hay correlación espacial.

W_o , W_d y W_w basadas en la localización de nuestros datos, utilizamos la rutinas de Stata, así como el comando `spatgsa` para calcular el estadístico. Los resultados del cuadro 2 muestran que se puede rechazar la hipótesis nula de que la autocorrelación espacial es igual a cero en el modelo de contigüidad de primer orden, tanto cuando la variable de comercio se mide en valor como en peso.

Cuadro 2
Estadístico I de Moran. Modelo de contigüidad

	Comercio en valor	Comercio en toneladas
W_o	0,345*** (7,107)	0,432*** (8,890)
W_d	0,478*** (9,822)	0,411*** (8,460)
W_w	0,041** (1,823)	0,150*** (6,151)

Nota: ***, ** indican significatividad al 1% y 5%, respectivamente. Los estadísticos z aparecen entre paréntesis. La medida de autocorrelación espacial I de Moran se calcula con el logaritmo natural de los envíos en valor (millones de euros) desde la región i (origen) a j (destino) - columna 1, así como para el logaritmo natural de los envíos en (miles de) toneladas - columna 2. Los datos son para el año 2007.

En segundo lugar, también se analiza la existencia de autocorrelación espacial cuando incluimos la red de plataformas logísticas en las matrices de pesos (modelo de conectividad). En este caso, se encuentra evidencia de que existe dependencia basada en el origen (W_{o_conect}), en destino (W_{d_conect}) y en la interacción entre el origen y el destino (W_{w_conect}). Estos resultados indican la conveniencia de considerar un marco empírico en el que se introduzca la dependencia espacial al analizar los flujos de comercio interregional.

Cuadro 3
Estadístico I de Moran. Modelo de conectividad

	Comercio (en valor)	Comercio (en toneladas)
W_{o_conect}	0,359*** (6,831)	0,468*** (8,889)
W_{d_conect}	0,493*** (9,431)	0,420*** (8,049)
W_{w_conect}	0,059** (2,128)	0,205*** (7,059)

Nota: ***, ** indican significatividad al 1% y 5%, respectivamente. Los estadísticos z aparecen entre paréntesis. La medida de autocorrelación espacial I de Moran se calcula con el logaritmo natural de los envíos en valor (millones de euros) desde la región i (origen) a j (destino) - columna 1, así como para el logaritmo natural de los envíos en (miles de) toneladas - columna 2. Los datos son para el año 2007.

IV.2. Resultados principales

Con el fin de introducir la dependencia espacial al analizar los determinantes de flujos comerciales interregionales, estimamos las dos variantes de la ecuación (1) –modelo de contigüidad y modelo de conectividad- mediante máxima verosimilitud en una aplicación para las regiones españolas. De esta manera se obtienen tres parámetros de interés ρ_1 ; ρ_2 ; ρ_3 .

El modelo de contigüidad se basa en la estructura de ponderaciones espaciales propuesta por LeSage y Pace (2004), y el modelo de conectividad refleja el desempeño de la logística en las regiones españolas. En este análisis nos centramos en comparar los resultados obtenidos en el modelo de contigüidad y en el modelo de conectividad. Por un lado, la parte izquierda del cuadro 4 (columnas 1-6) presenta los resultados obtenidos a partir de las relaciones de contigüidad de primer orden. Las columnas 1, 2 y 3 muestran los resultados obtenidos cuando la variable dependiente es el comercio en valor, y que incluyen por separado los retardos espaciales asociados al origen (ρ_1), al destino (ρ_2) y a O-D (ρ_3), respectivamente. Las columnas 4-6 muestran los resultados obtenidos cuando la variable dependiente es el comercio en peso. Por otro lado, la parte de la derecha del cuadro 4 (columnas 7-12) presenta los resultados obtenidos cuando se utiliza el modelo de conectividad.

El cuadro 4 muestra que se obtiene el signo esperado en las variables explicativas, y que son significativas en todos los casos. En lo referente a los retardos espaciales, se observa un patrón similar cuando la variable se mide en valores, tanto en el modelo de contigüidad (parte izquierda del cuadro 4) como en el modelo de conectividad (parte derecha del cuadro 4): $\rho_1 < 0$, $\rho_2 > 0$ y $\rho_3 < 0$. La dependencia en destino presenta un signo positivo, pero sólo es significativo en el modelo de contigüidad. En este mismo modelo y para la variable dependiente en volumen, ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 son positivos en todos los casos, aunque sólo ρ_1 es significativo. Los retardos espaciales no son significativos en el modelo de conectividad. Por último, ρ_3 no es significativo en ningún caso. Los resultados obtenidos están en línea con el resultado esperado de que los coeficientes ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 son siempre más elevados en el caso del modelo de contigüidad que en el caso del modelo de conectividad.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos, y puesto que en este trabajo tratamos de aislar el efecto de la conectividad del transporte, a continuación se realizan regresiones por actividad económica (cuadro A.1, véase el Anexo A) en el modelo de conectividad. El motivo principal es que

Cuadro 4
Estimaciones del modelo de contigüidad (columnas 1-6) y del modelo de conectividad (columnas 7-12).

Variable	Log del comercio (en valor)			Log del comercio (en toneladas)			Log del comercio (en valor)			Log del comercio (en toneladas)		
	-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-	-11-	-12-
Area en origen	0,50*** (4,93)	0,50*** (5,03)	0,51*** (4,99)	0,50*** (4,80)	0,47*** (4,60)	0,48*** (4,66)	0,50*** (5,00)	0,50*** (4,94)	0,51*** (5,07)	0,48*** (4,63)	0,48*** (4,62)	0,47*** (4,60)
PIBpc en origen	2,56*** (5,40)	2,20*** (4,51)	2,55*** (5,37)	1,57*** (3,27)	1,54*** (3,11)	1,59*** (3,31)	2,59*** (5,46)	2,42*** (4,93)	2,55*** (5,40)	1,51*** (3,12)	1,63*** (3,31)	1,57*** (3,26)
Empleo en origen	0,34*** (5,26)	0,29*** (4,39)	0,34*** (5,26)	0,27*** (4,16)	0,28*** (4,04)	0,28*** (4,16)	0,34*** (5,24)	0,33*** (4,89)	0,34*** (5,18)	0,28*** (4,24)	0,29*** (4,28)	0,28*** (4,25)
Area en destino	0,40*** (3,98)	0,43*** (4,24)	0,40*** (3,98)	0,37*** (3,57)	0,36*** (3,50)	0,37*** (3,58)	0,41*** (4,02)	0,40*** (3,95)	0,41*** (4,04)	0,36*** (3,48)	0,36*** (3,51)	0,36*** (3,49)
PIBpc en destino	1,49*** (3,00)	1,44*** (3,03)	1,46*** (3,02)	0,83* (1,66)	1,01** (2,06)	1,06** (2,16)	1,57*** (3,15)	1,47*** (3,06)	1,32*** (2,70)	0,89* (1,76)	1,00* (2,03)	1,00** (1,99)
Empleo en destino	0,40*** (5,60)	0,39*** (6,00)	0,39*** (6,00)	0,37*** (5,16)	0,41*** (6,11)	0,40*** (6,10)	0,41*** (5,98)	0,40*** (6,09)	0,37*** (5,69)	0,39*** (5,58)	0,40*** (6,06)	0,41*** (6,05)
Distancia	-0,78*** (-5,30)	-0,87*** (-6,24)	-0,80*** (-5,73)	-1,21*** (-8,21)	-1,14*** (-7,97)	-1,10*** (-7,77)	-0,75*** (-5,08)	-0,82*** (-5,84)	-0,80*** (-5,84)	-1,18*** (-7,98)	-1,12*** (-7,84)	-1,13*** (-8,01)
Término constante	-15,38*** (-4,60)	-14,31*** (-4,33)	-15,11*** (-4,35)	-7,17*** (-2,12)	-7,53** (-2,22)	-9,02** (-2,55)	-15,82*** (-4,68)	-14,86*** (-4,43)	-13,98*** (-4,08)	-6,94** (-2,02)	-7,67* (-2,26)	-7,46* (-2,13)
Log likelihood	-299,59	-296,67	-299,6	-302,39	-303,67	-302,71	-299,28	-299,09	-298,49	-303,16	-303,55	-303,71
	ρ1	ρ2	ρ3	ρ1	ρ2	ρ3	ρ1	ρ2	ρ3	ρ1	ρ2	ρ3
	-0,02 (-0,23)	0,14** (2,46)	-0,02 (-0,21)	0,11* (1,63)	0,02 (0,30)	0,16 (1,42)	-0,05 (-0,83)	0,05 (1,03)	-0,11 (-1,51)	0,06 (1,05)	-0,03 (-0,57)	-0,01 (-0,11)

Nota: ***, **, * indican significatividad al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Los estadísticos z aparecen entre paréntesis.

los autores de este trabajo consideran que los resultados obtenidos pueden verse afectados por sesgos derivados de la agregación sectorial.

En primer lugar, se distinguen las estimaciones del modelo de conectividad entre sectores agrícolas y de industrias extractivas (R1, R2, R3) e industriales (R4-R15). Las filas 1-3 del cuadro 5 muestran que ρ_1 y ρ_2 son positivos en los sectores R1-R3, por tanto, los retardos espaciales se asocian positivamente con el intercambio de mercancías. Se observa también que la importancia de los retardos espaciales varía por rama de actividad, mientras que ρ_1 y ρ_2 son positivos y significativos en el sector R1 (fila 1), no son significativos para las industrias extractivas y agroalimentarias (filas 2 y 3). Además, ρ_3 no es significativo en ninguno de los casos. El cuadro 5 muestra también que ρ_1 , ρ_2 y ρ_3 son positivos para la mayoría de los envíos industriales. Sin embargo, el retardo espacial es significativo sólo para el caso de los envíos en las actividades económicas R5, R6, R7, R13 y R15. El parámetro ρ_2 es significativo más veces que ρ_1 , lo que sugiere que los vecinos a la región de destino en el modelo de conectividad juegan un papel más importante sobre el incremento de los flujos de comercio interregional para el caso de los productos industriales. Estos resultados también son consistentes con el argumento de que la variación en la estructura industrial regional es explicativa del patrón de los envíos de mercancías entre regiones de España y confirman que el desempeño logístico y una buena accesibilidad contribuyen al incremento de las compras de bienes intermedios de mayor calidad a menor coste, que se utilizan en industrias de zonas limítrofes a una región especializada en determinada rama de actividad industrial. Por lo tanto, una buena red logística es altamente beneficiosa para satisfacer la demanda de la industria local y para fomentar el desarrollo industrial.

V. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICA ECONÓMICA

Este trabajo analiza el papel de la conectividad del transporte sobre los flujos comerciales interregionales. Para ello, se estima un modelo espacial autorregresivo basado en la ecuación de gravedad. El análisis se ha realizado a nivel sectorial con el fin de captar diferencias entre 15 ramas de actividad en España. Hay regiones en España donde la agricultura y las industrias extractivas son relativamente más importantes (p.e. Andalucía, Murcia), mientras que otras están especializadas en mayor grado en actividades manufactureras de alto valor añadido (p.e. País Vasco, Madrid). En aquellas situaciones en las que se aborda la reconversión y reestructuración de las industrias tradicionales, pero que se caracterizan por la ausencia de una

Cuadro 5
Estimaciones del modelo de conectividad en las regiones españolas
(por rama de actividad)

Fila	Modelo de conectividad	ρ_1	ρ_2	ρ_3
1	R1	0,14** (2,09)	0,11* (1,81)	0,04 (0,41)
2	R2	0,05 (0,59)	0,04 (0,53)	-0,05 (-0,36)
3	R3	0,05 (1,38)	0,02 (0,81)	-0,01 (-0,17)
4	R4	0,05 (1,58)	0,02 (0,65)	-0,03 (-0,54)
5	R5	0,26*** (3,43)	0,26*** (3,36)	0,54*** (4,54)
6	R6	-0,1 (-0,92)	0,18** (2,08)	0,06 (0,41)
7	R7	0,06 (1,02)	0,11*** (2,70)	-0,03 (-0,48)
8	R8	-0,05 (-1,05)	0 (-0,04)	0,06 (1,04)
9	R9	-0,03 (-0,34)	0,09 (1,22)	0,18 (1,41)
10	R10	-0,1 (-1,46)	-0,05 (-0,77)	0,04 (0,39)
11	R11	-0,02 (-0,68)	-0,03 (-0,99)	0,06 (1,36)
12	R12	0,06 (0,45)	-0,19 (-1,31)	-0,11 (-0,44)
13	R13	0,14* (1,78)	0,14** (2,01)	0,09 (0,73)
14	R14	0,05 (1,58)	0,02 (0,65)	-0,03 (-0,54)
15	R15	0,26*** (3,43)	0,26*** (3,36)	0,54*** (4,54)

Nota: ***, **, * indican significatividad al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Los estadísticos z aparecen entre paréntesis. La variable dependiente (en logaritmos) se mide en toneladas.

dinámica reindustrializadora eficaz (véase, por ejemplo, el caso de Asturias en Vázquez y Lomba, 2000), el análisis de la dependencia espacial sobre la competitividad regional resulta de gran interés.

Los resultados obtenidos permiten constatar que las regiones españolas se benefician de las redes de transporte localizadas en las regiones limítrofes y que esta dependencia varía por rama de actividad, por lo que sería posible determinar las necesidades de transporte y mejoras en la infraestructura logística en las distintas áreas geográficas. Mayor conectividad del transporte con los vecinos de las regiones de destino contribuye a aumentar en mayor medida los intercambios interregionales que mayor conectividad del transporte con los vecinos del origen en el caso de las regiones de España. Este resultado estaría en línea con estrategias más activas de colaboración en la logística de distribución, lo cual corroboraría la intuición de que en mercados de destino no demasiado lejanos geográficamente, el transporte y la logística asociada tienen un carácter más individualizado a la hora de encaminar las cargas en origen. En este sentido, una mejora en la conectividad del transporte aumentaría en mayor medida las compras de mercancías que provienen de otras regiones, pudiendo favorecer el desarrollo industrial por la mejora en el acceso a bienes intermedios de mayor calidad y/o a un coste más reducido, así como también a otros inputs necesarios para el desarrollo de las industrias locales.

En un modelo como el utilizado, en el que los resultados se relacionan con la caracterización territorial, la unidad espacial elegida es un factor crucial de la investigación. La disponibilidad de datos regionales ha permitido llevar a cabo una aplicación a este nivel de desagregación geográfica con resultados interesantes y que han revelado la existencia de un patrón espacial de comercio vinculado a variables logísticas. Sin embargo, también se han evidenciado problemas asociados al tamaño demasiado grande de algunas de las regiones, en relación con el conjunto estatal, lo cual ha introducido distorsiones en términos, por ejemplo, de vecindades compartidas entre regiones de origen y destino. Sin duda, la consideración de unidades espaciales más pequeñas, por ejemplo provincias, debería mejorar sustantivamente los resultados en términos de las externalidades positivas derivadas de la conectividad del transporte.

Los resultados obtenidos tienen también importantes implicaciones en términos de política de transporte y de dotación de infraestructuras. Una red de transporte eficiente requiere articular racionalmente los diferentes

componentes que la integran, potenciando el carácter multimodal tanto de su estructura lineal como de los nodos de conexión. En este sentido, las plataformas logísticas constituyen uno de los instrumentos más dinámicos de que se dispone para mejorar la competitividad y potenciar la especialización productiva regional, en el marco de las políticas públicas y privadas de transporte.

Puesto que se ha trabajado con datos desagregados sobre flujos de comercio interregionales y con información logística de las regiones españolas, este artículo justifica también, en términos metodológicos, el interés en ampliar el análisis a territorios más amplios y flujos de comercio internacional. La disponibilidad de la correspondiente información estadística será la condición necesaria para acometer tal análisis.

V. REFERENCIAS

- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: methods and models (Vol. 4)*. Kluwer Academic Pub.
- Anselin, L. (1998). "Lagrange Multiplier Tests for Spatial Dependence and Spatial Heterogeneity". *Geographical Analysis* 20:1-17.
- Anselin, L. y Bera, A. K. (1996). "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics". Research Paper 9617, Regional Research Institute, West Virginia University, Morgantown, WV.
- Anderson, J. E. (1979). "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation". *American Economic Review*, 69 (1), 106-116.
- Banco Mundial (2011). Logistics Performance Index. (Disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator>). The World Bank Group.
- Bergstrand, J. H. (1985). "The gravity equation in international trade: Some micro-economic foundations and empirical evidence", *The Review of Economics and Statistics* 67(3), 474-481.
- Bergstrand, J. H. (1989). "The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade". *The Review of Economics and Statistics* 71(1), 143-153.
- Behrens, K., Ertur, C., y Koch, W. (2009): 'Dual'gravity: Using spatial econometrics to control for multilateral resistance. Université d'Orléans, mimeo.
- Bolduc, D., Dagenais, M. G., y Gaudry, M. J. (1989). "Spatially autocorrelated er-

- rors in origin-destination models: A new specification applied to aggregate mode choice". *Transportation Research Part B: Methodological* 23(5), 361–372.
- Clark, X., D. Dollar, y A. Micco (2004). "Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade". *Journal of Development Economics* 75(2), 417–450.
- Cliff, A. y Ord, J. (1981). *Spatial Processes. Models and Applications*. Pion, London.
- Cliff A D y Ord, J K (1972). "Testing for spatial autocorrelation among regression residuals." *Geographical Analysis* 4, 267-284.
- Cliff, A. D. y Ord, J. K. (1973). *Spatial Autocorrelation*. Pion, London.
- Cohen, J. P. (2010). "The broader effects of transportation infrastructure: Spatial econometrics and productivity approaches". *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 46 (3), 317–326.
- Deardorff, A. V. (1995). "Determinants of bilateral trade: Does gravity work in a Neo-classical world?" NBER Working Paper 5377.
- Geary, R. (1954). "The contiguity ratio and statistical mapping", *The Incorporated Statistician* 5, 115-145.
- Kelejian H.H. y Prucha I.R. (1999). "A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model", *International Economic Review* 40, 509-533.
- LeSage J.P. y Pace R.K. (2004). *Introduction to Spatial and Spatiotemporal in Spatial and Spatiotemporal Econometrics. Vol. 18*. Oxford: Elsevier Ltd.
- LeSage J.P. y Pace R.K. (2008). "Spatial econometric modeling of origin -destination flows." *Journal of Regional Science* 5, 941-967.
- LeSage, J. P. y Llano, C. (2006). "A Spatial Interaction Model With Spatially Structured Origin and Destination Effects". SSRN: <http://ssrn.com/abstract=924603>
- LeSage, J. P., y Polasek W. (2008). "Incorporating transportation network structure in spatial econometric models of commodity flows". *Spatial Economic Analysis* 3 (2), 225-245.
- LeSage. J. P. (1997). "Regression analysis of spatial data" *Regional analysis and Policy* 27 (2), 83-94.
- Limao, N. y Venables, A.J. (2001). "Infrastructure, Geographical Disadvantage and Transport Costs". *World Bank Economic Review* 15, 451-479.

- Linnemann, H. (1966). *An Econometric Study of International Trade Flows*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Llano C., Esteban, A., Pérez, J. y Pulido, A. (2010). “Opening the Interregional Trade Black Box: The C-interreg Database for the Spanish Economy (1995-2005)”. *International Regional Science Review* 33(3), 302-337.
- Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I., Pérez-García, E. y Wilmsmeier, G. (2011). “Special Issue on Latin-American Research”. *Maritime Networks, Services Structure and Maritime Trade. Networks and Spatial Economics* 11, 555-76.
- Martínez-Zarzoso, I., García-Menéndez, L. y Suárez-Burguet, C. (2003). “Impact of Transport Costs on International Trade: The Case of Spanish Ceramic Exports”. *Maritime Economics and Logistics* 5(2), 179-198.
- Micco, A. y Serebrisky, T. (2004). “Infrastructure, competition regimes, and air transport costs: Cross-country evidence”. Policy Research Working Paper Series 3355, The World Bank.
- Moran, P. (1948). “The interpretation of statistical maps”. *Journal of the Royal Statistical Society* 59, 85-193.
- Moreno, R. y E. Vayá (2000). *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La Econometría Espacial*. Edicions Universitat de Barcelona, n. 44.
- Pace R.K. y Barry R. (1997). “Sparse Spatial autoregressions”, *Statistics and Probability Letters* 33 (3), 291-297.
- Paelinck J. H. P. y Klaassen L. H. (1979). *Spatial Econometrics*. England: Saxon House.
- Porojan, A. (2001). “Trade flows and spatial effects: the gravity model revisited”. *Open Economies Review* 12(3), 265-280.
- Sánchez, R.J., J. Hoffmann, A. Micco, G.V. Pizzolitto, M. Sgut y Wilmsmeier, G. (2003). “Port Efficiency and International Trade: Port Efficiency as a Determinant of Maritime Transport Costs”. *Maritime Economics & Logistics* 5, 199-218.
- Solakivi, T., L. Ojala, J. Töyli, H. Hälinen, H. Lorentz, K. Rantasila y T. Naula (2009). “Finland State of Logistics 2009”. Report for the Finish Ministry of Transport and Communications 21/2009, Helsinki.
- Suárez-Burguet (dir) (2010). Definición de una red española de plataformas logísticas (RELOG). Informe técnico, mimeo, Ministerio de Fomento, Madrid.

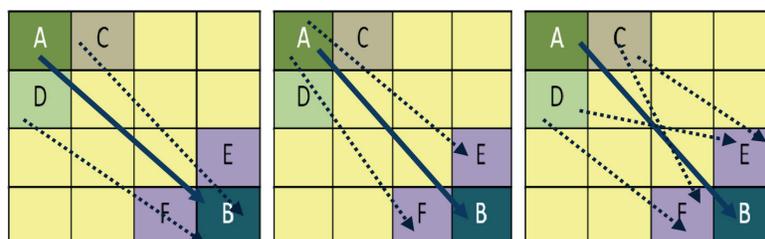
Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy*. New York: Twentieth Century Fund.

Vázquez García, J. A., Lomba Monjardín, R. (2000). “La industria asturiana, un sector en transformación”. *Economía Industrial* 335-336, 111-122.

Wilson, J. S., C. L. Mann, y T. Otsuki (2004). “Assessing the Potential Benefit of Trade Facilitation: A Global Perspective”. Working Paper 3224, Banco Mundial.

VI. ANEXO A

Figura A.1: Flujos comerciales y relaciones de dependencia espacial
(W_o , W_d , W_w , respectivamente)



Cuadro A.1: Ramas de actividad.

- R1- Agricultura, silvicultura y pesca
- R2- Industrias extractivas
- R3- Industria agroalimentaria
- R4- Industria textil y de la confección
- R5- Industria del cuero y calzado
- R6- Industria de la madera y el corcho
- R7- Industria del papel, edición y artes gráficas
- R8- Industria química
- R9- Industria del caucho y materias plásticas
- R10- Industria de productos minerales no metálicos
- R11- Metalurgia y fabricación de productos metálicos
- R12- Fabricación de maquinaria y equipo mecánico
- R13- Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico
- R14- Fabricación de material de transporte
- R15- Industrias diversas

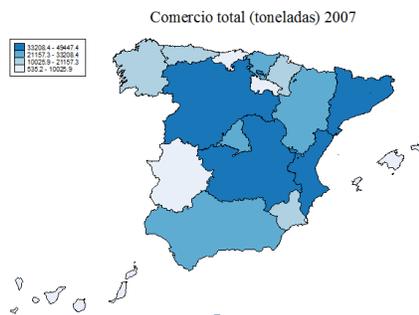
Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España, INE (2010). www.ine.es

Cuadro A.2
Estadísticos descriptivos

Variable	Obs.	Media	Desv. Estándard	Mínimo	Máximo
Comercio (millones de euros)	225	1219,3	1580,2		11506
Comercio (miles de toneladas)	225	1536,7	2419,3		23172
Comercio (toneladas)-R1	225	171975,7	283102,8		1600000
Comercio (toneladas)-R2	225	332416,9	1022528,0		12000000
Comercio (toneladas)-R3	225	273890,0	389353,5		2800000
Comercio (toneladas)-R4	225	51541,8	79385,8		504463
Comercio (toneladas)-R5	225	13175,2	24920,6		171953
Comercio (toneladas)-R6	225	44850,3	81553,4		687244
Comercio (toneladas)-R7	225	51740,2	95852,1		846703
Comercio (toneladas)-R8	225	107171,3	164405,6		1300000
Comercio (toneladas)-R9	225	27473,7	44701,7		344392
Comercio (toneladas)-R10	225	264983,7	603663,2		7000000
Comercio (toneladas)-R11	225	171972,0	227642,0		1300000
Comercio (toneladas)-R12	225	5753,0	12632,2		130992
Comercio (toneladas)-R13	225	25516,8	42854,5		240391
Comercio (toneladas)-R14	225	51541,8	79385,8		504463
Comercio (toneladas)-R15	225	13175,2	24920,6		171953
Superficie (km cuadrados)	225	32816,3	30168,3	5027,91 (La Rioja)	93813,51 (Castilla y León)
PBIpc (miles de euros/persona)	225	23,1	4,6	15,95582 (Extremadura)	30,69401 (Madrid)
PBIpc (miles de euros/persona)_Agricultura	225	0,8	0,4	0,0438482 (Madrid)	1,495572 (La Rioja)
PBIpc (miles de euros/persona)_Industria	225	3,6	1,7	0,960979 (Extremadura)	7,013198 (País Vasco)
Empleo (miles de personas)	225	1231,6	1144,8	145,9 (La Rioja)	3510,6 (Cataluña)
Empleo (miles de personas)_Agricultura	225	58,7	58,9	7,8 (La Rioja)	249,2 (Andalucía)
Empleo (miles de personas)_Industria	225	210,5	188,7	38,5 (La Rioja)	762,4 (Cataluña)
Distancia (km)	225	382,4	209,2		899,35 (Galicia-Cataluña)

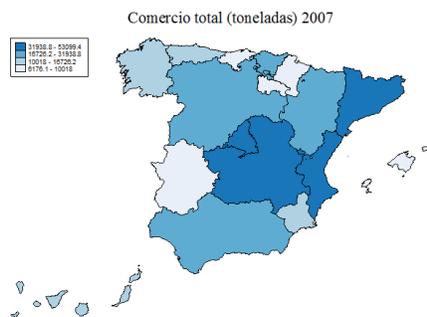
VII. ANEXO B

Mapa B.1: Regiones españolas, por intensidad de expediciones



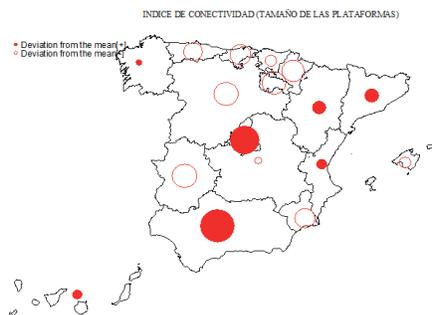
Fuente: Elaboración propia y C-intereg.

Mapa B.2: Regiones españolas, por intensidad de introducciones



Fuente: Elaboración propia y C-intereg.

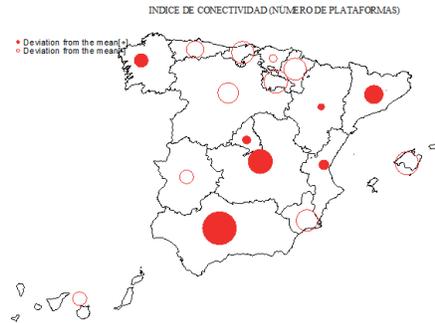
Mapa B.3: Regiones españolas, tamaño de las plataformas logísticas.



Fuente: Elaboración propia y Suárez-Burguet *et al.* (2010).

Mapa B.4

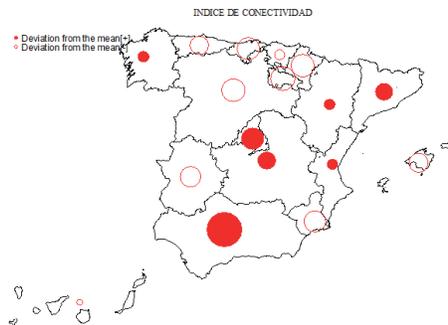
Regiones españolas, número de plataformas logísticas



Fuente: Elaboración propia y Suárez-Burguet *et al.* (2010).

Mapa B.5

Regiones españolas, índice de conectividad



Fuente: Elaboración propia y Suárez-Burguet *et al.* (2010).