

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL STOCK DE CAPITAL PÚBLICO EN LA RENTA PER CÁPITA
PROVINCIAL UN MODELO ESPACIAL

Miguel Gómez de Antonio
Departamento de Hacienda Pública
Universidad Complutense de Madrid

ÍNDICE:

0- INTRODUCCIÓN.

1- PLANTEAMIENTO TEÓRICO.

1.1- Impacto de las variables no territoriales en la renta per cápita.

- a) Inversión pública.
- b) Economías internas de escala.
- c) Procesos de I+D.
- d) Grado de multirregionalización de las empresas.

1.2- Impacto de las variables territoriales sobre la renta per cápita.

- a) Economías externas espaciales.
- b) Multiplicador del gasto urbano.
- c) Inercia locacional de la inversión, del empleo y de la demanda intermedia.

1.3- Elección de indicadores.

2- TÉCNICAS ECONOMETRICAS ESPACIALES.

3- ESTIMACIÓN DEL MODELO.

3.1- Análisis estadístico descriptivo.

3.2- Análisis econométrico.

4- CONCLUSIONES.

0-INTRODUCCIÓN:

El objetivo de esta ponencia consiste en evaluar el impacto de las infraestructuras públicas en la renta per cápita provincial utilizando un modelo específicamente espacial.

Desde que en 1989 Aschauer estableciera una relación entre el descenso de la inversión pública y la caída de la productividad del trabajo, el impacto de la inversión pública en el crecimiento ha sido un tema ampliamente tratado en la literatura. No obstante, no existe unanimidad acerca del papel que ésta representa en el crecimiento de la renta, variando los resultados en función del ámbito espacial elegido y de la metodología utilizada.

Nuestra investigación contiene una serie de aspectos poco conocidos acerca de la utilización de datos espaciales en el trabajo econométrico, ya que, como es sabido, los datos de corte transversal espacial presentan determinadas características que impiden la utilización de las técnicas de estimación convencionales y necesitan, por tanto, un conjunto de técnicas diferentes.

La investigación se estructura en cuatro secciones. En la sección primera, nos detenemos en evaluar aquellos procesos que dan lugar al crecimiento de la renta per cápita, diferenciando entre aquellos que tienen una relación directa con la localización de las unidades productivas en el espacio, y aquellos otros que operan independientemente del lugar en que se establezcan los recursos económicos y las unidades productivas. Dentro de estos últimos, evaluaremos el impacto del stock de capital público en la renta. En la sección segunda, justificamos la necesidad de la utilización de modelos específicamente espaciales cuando se trabaja con series transversales. En la sección tercera, llevamos a cabo la estimación del modelo y cuantificamos el impacto que cada una de las variables tiene en la renta per cápita. Por último, dedicamos la cuarta sección a explicar los resultados y a exponer las conclusiones obtenidas.

1- PLANTEAMIENTO TEÓRICO:

El objetivo de este apartado es determinar cuáles son las variables que influyen en el crecimiento de la renta per cápita de una provincia. En este punto nos encontramos con que podemos diferenciar entre aquellas variables que están relacionadas de forma directa con el espacio, a las que denominamos variables territoriales, y aquellas que operan independientemente de la localización de las unidades productivas en el espacio, a las que llamaremos variables no territoriales. Aunque nos detendremos en explicar brevemente todas las variables territoriales y no territoriales, vamos a prestar mayor atención a la variable inversión pública, dado que el objetivo de esta investigación consiste en cuantificar el impacto del stock de capital público.

1.1-IMPACTO DE LAS VARIABLES NO TERRITORIALES SOBRE LA RENTA:

Dentro de este tipo de variables nos encontramos con cuatro variables importantes, la inversión pública, las economías internas de escala, los procesos de I+D y el grado de multirregionalización de las empresas. Comenzaremos analizando la variable inversión pública.

A) INVERSIÓN PÚBLICA:

Fue Aschauer en 1989 el primero que intentó relacionar la caída de la productividad del trabajo con el descenso de la inversión pública. Su trabajo tuvo un gran impacto, entre otros motivos porque sus resultados aparecieron en un momento en que los economistas y políticos buscaban, sin demasiado éxito, las causas del preocupante descenso en el ritmo de crecimiento registrado por la mayoría de las economías industriales a partir de la mitad de la década de los setenta. La receta política de Ashauer consistía en aumentar la inversión pública en infraestructuras.

A raíz de las publicaciones de Aschauer, en años recientes ha surgido un buen número de trabajos empíricos que analizan la relación entre infraestructuras y productividad, utilizando distintas técnicas estadísticas, así como datos referidos a distintas muestras y regiones, obteniéndose resultados muy dispares. Algunos de ellos concluyen que la rentabilidad económica del stock de infraestructuras es muy elevada y

que la inversión pública es un determinante importante de la tasa de crecimiento de la renta nacional o regional. Estos resultados parecen indicar que la inversión pública es muy efectiva como instrumento de política regional, pudiendo utilizarse para reducir apreciablemente las disparidades territoriales de renta dentro de un país a un coste moderado.

Otros estudios, por el contrario, obtienen resultados mucho más pesimistas y concluyen que la contribución del capital público al producto agregado es pequeña, por no decir nula -o al menos no detectable-, utilizando para el análisis el marco tradicional de una función de producción agregada.

Nosotros no utilizaremos una función de producción tradicional, sino que intentaremos explicar la renta de una provincia a través de indicadores que representen aquellas variables que consideramos claves a la hora de generar dicha renta. Para ello, y antes de cuantificar el impacto del stock de capital público en el crecimiento de la renta, vamos a comentar cuáles son las vías de influencia de la inversión pública sobre el crecimiento, desde un punto de vista teórico, con el fin de que los resultados cuantitativos que posteriormente obtengamos puedan ser explicados, a su vez, desde dicho planteamiento teórico. Las vías de influencia del gasto en infraestructura sobre la renta podemos clasificarlas entre aquellas que surgen por el lado de la oferta y las que aparecen por el lado de la demanda, pudiendo encontrar además efectos contrapuestos entre ambas.

Parece razonable suponer, en la línea de Cutanda y Paricio (1992), que los gastos productivos del sector público ejercen efectos positivos por el lado de la oferta de la economía, si bien puede ocurrir que el gasto público, cuando sobrepasa un cierto nivel, actúe en detrimento de la productividad y del crecimiento económico. En las primeras etapas del desarrollo, cuando todavía no existe una buena dotación de infraestructuras, la construcción de las mismas puede suponer un gran impulso para la actividad económica y, por tanto, para el crecimiento, mientras que una vez alcanzado cierto nivel de desarrollo, el gasto en infraestructuras no parece tener un efecto tan positivo sobre el crecimiento, pudiendo, incluso, provocar un efecto expulsión de la inversión privada. Así, desde una perspectiva neoclásica, la vía por la que un incremento del capital público puede actuar deprimiendo la productividad consiste en que la inversión pública

se sitúe por encima de los niveles deseados por los agentes racionales, produciéndose, por tanto, un efecto expulsión de la inversión privada.

Siguiendo con esta línea de argumentación, se señala que un aumento del gasto público puede provocar un desplazamiento en mayor, igual o menor magnitud del gasto privado en inversión. El mecanismo convencional por el que esto sucede es que el estímulo de demanda que tal aumento del gasto provoca y la competencia del sector público por el ahorro necesario para su financiación, eleva los tipos de interés, lo cual deprime la inversión privada. Sin embargo, también es posible que si el incremento del capital público se complementa con la inversión privada, haga aumentar la productividad marginal del capital privado. En este sentido, lo que interesa es más bien el grado de sustituibilidad entre el capital público y el capital privado en el proceso productivo.

Esta “versión de oferta” del efecto expulsión de las infraestructuras puede interpretarse también como que muchos gastos de capital realizados por el sector público evitan, más que desplazan, gastos equivalentes por parte del sector privado, con dos efectos muy importantes. En primer lugar, libera del sector privado la necesidad de acometer inversiones capaces de provocar importantes externalidades, por lo que pueden aparecer los efectos de polizón o “*free rider*” e infradotación. En segundo lugar, permiten al sector privado dirigir su esfuerzo inversor contando con un entorno infraestructural que, en principio, eleva la productividad de la inversión privada y del resto de los factores productivos.

Por el lado de la demanda, siguiendo a Kalecki, tenemos que el efecto que la inversión pública tiene como factor de producción en los costes variables y en los beneficios de las empresas, puede lograr que las empresas ya existentes expandan sus actividades y que nuevas empresas entren en la región. Este proceso, siguiendo la teoría de la demanda efectiva, provoca un aumento de la demanda de mano de obra, lo cual presionará al alza la tasa de equilibrio del salario real en el sector industrial, consiguiendo un aumento del empleo y una mayor masa salarial para dicho sector. A través del proceso del multiplicador, esta masa salarial mayor del sector industrial provocará un aumento en la renta personal regional y dicho crecimiento aumentará el stock de capital privado, proporcionando una base para un futuro crecimiento regional. Por tanto, vía este efecto en los costes variables y en los beneficios de las empresas del sector industrial, la expansión (contracción) del stock de capital público puede tener un

efecto positivo (negativo) sobre el crecimiento de la región en su conjunto.

El mantenimiento de la inversión en infraestructuras es como hemos visto una condición necesaria, por tanto, para el desarrollo a largo plazo. La propia realización de infraestructuras tiene un efecto reactivador sobre la economía en su conjunto, dada la capacidad de generación de empleo y de demanda a otros sectores productivos que posee la construcción, actividad a la que se dirigen la mayor parte de los recursos empleados en el proceso de realización de dichas infraestructuras. La inversión pública puede también tener un efecto mucho mayor a largo plazo en el desarrollo económico de una región mediante la introducción de cambios estructurales en la misma. Así, por ejemplo, los políticos pueden utilizar la inversión pública para reorientar los sectores básicos hacia industrias con unos beneficios potenciales mayores, pueden mejorar la accesibilidad de las empresas a los nuevos mercados, etc. Este efecto será mucho más importante en las regiones menos desarrolladas que necesitan de una mínima dotación de infraestructuras para alcanzar el desarrollo, como discutimos con anterioridad.

La segunda variable no territorial que vamos a analizar es la existencia de economías internas de escala.

B) ECONOMÍAS INTERNAS DE ESCALA.

Las economías internas de escala son reducciones en el coste unitario que se producen como consecuencia de aumentar la producción. Es decir, existe un decrecimiento en los costes medios a medida que aumenta la escala de producción, significando, a su vez, un mejor aprovechamiento de los factores que se utilizan.

Las economías internas de escala influyen positivamente en el crecimiento de la renta, ya que provocan disminuciones en el coste que hacen aumentar el beneficio de las empresas con el efecto de arrastre que esto supone para el resto del sistema.

Las empresas más grandes son las que mayor número de economías internas de escala obtienen, debido, entre otros motivos, a que reparten los costes fijos entre una cantidad de producción mayor, a que tienen una mayor especialización del trabajo, una mejor organización de la producción ..,etc.

Muy relacionado con la existencia de economías internas de escala está la siguiente variable no territorial que vamos a analizar, a saber, la existencia de procesos de I+D.

C) PROCESOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

Existen dos tipos de innovaciones, las innovaciones en producto y las innovaciones en proceso. Las primeras suponen aumentos en la renta vía precios. Es decir, cuando la innovación todavía no se ha extendido las empresas obtienen un margen de beneficio muy alto y venden poca cantidad de productos. Se observa que cuando en la economía existen gran número de innovaciones en producto la relación Y/K aumenta y al revés, cuando no existen muchas innovaciones en producto dicha relación disminuye. Parece, por tanto apropiado utilizar la relación Y/K como indicador de la existencia de innovaciones en producto. Cuando la innovación se propaga al resto de la economía aparece lo que denominamos innovación en proceso. Este tipo de innovación aumenta el beneficio de las empresas vía cantidad y no vía precios como ocurría en el caso de la innovación en producto, las empresas tienen que competir en precios para vender un mayor número de unidades, por lo que aparecen innovaciones en el proceso productivo. El indicador que recoge la existencia de innovación en proceso es la relación K/L , cuanto mayor sea esta relación en la economía se comprueba empíricamente que mayor es dicha relación.

También observamos que son las empresas más grandes las que obtienen innovaciones, sobre todo en producto, debido a que el coste de generar innovaciones es menor cuanto mayor sea la empresa. Las actividades de I+D son muy costosas y es difícil que las empresas pequeñas puedan acometer este tipo de inversiones.

La cuarta variable no territorial que vamos a analizar es el grado de multirregionalización de las empresas que operan en las provincias.

D) GRADO DE MULTIRREGIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS:

Dentro de las variables “no territoriales”, que consideramos clave a la hora de explicar el nivel de desarrollo de las provincias, nos encontramos con que el grado de

multirregionalización de las empresas que operan en cada región es una variable relevante en la explicación del crecimiento de los niveles de renta regionales.

Antes de nada definamos qué entendemos por una empresa multirregional. Una empresa multirregional es aquella que posee (totalmente o en parte), controla y dirige la producción de activos en más de una región. Aunque no es imprescindible un tamaño de planta determinado, empíricamente se comprueba que estas empresas son enormemente grandes. Por otra parte, estas empresas son de naturaleza oligopólica y suelen operar en industrias dominadas por el avance tecnológico, por la diferenciación del producto y por grandes campañas publicitarias. La evidencia empírica indica que el tamaño de las empresas y la intensidad tecnológica de las mismas son los dos factores más importantes a la hora de realizar una inversión en el extranjero o en otra región distinta. En general este tipo de empresas presenta unas mayores habilidades tecnológicas y de marketing, forman una estructura oligopólica de mercado, tienen una buena capacidad organizativa, gozan de una mejor utilización de los factores financieros y monetarios, incluyendo el más barato acceso al capital y la diversificación en la inversión, y tienen un más fácil acceso a las materias primas.

1.2- IMPACTO DE LAS VARIABLES TERRITORIALES SOBRE LA RENTA:

También en el caso de las variables territoriales podemos diferenciar entre aquellas que surgen por el lado de la oferta y las que aparecen por el lado de la demanda. Por el lado de la oferta la principal variable es aquella que refleja la existencia de Economías Externas Espaciales (EEE), mientras que por el lado de la demanda son el Multiplicador Urbano y la Inercia Locacional de la Inversión (ILI), del Empleo y de la Demanda intermedia.

A) ECONOMÍAS EXTERNAS ESPACIALES (EEE):

Las economías externas espaciales son ganancias de productividad que se obtienen como consecuencia de la concentración de recursos en el espacio

Clasificaremos las economías externas espaciales en dos grupos: economías de vinculación sectorial y economías de aglomeración urbanas.

Las economías de vinculación sectorial surgen como consecuencia de que las empresas se localicen junto a otras empresas del mismo sector, obteniendo, por tanto, un aprovechamiento común de los servicios de proveedores, de las infraestructuras específicas y de los servicios públicos para determinados sectores, facilitando el contacto directo con los competidores con las ventajas que ello supone para los procesos de transmisión tecnológica. Tanto las empresas como la mano de obra encuentran en las aglomeraciones urbanas todos los servicios, infraestructuras y bienes locales que requieren. Las empresas encuentran mano de obra cualificada, mercados directos, proveedores cercanos, servicios públicos, etc., mientras que la mano de obra encuentra la demanda correspondiente a su cualificación, además de servicios como la educación, la sanidad, etc.

Por otra parte, las economías de aglomeración urbana surgen por los mismos motivos que las de vinculación, pero se producen entre distintos sectores y en el conjunto de ellos, siendo, por tanto, de mayor envergadura que las de vinculación.

Como hemos podido comprobar, las economías externas espaciales actúan por el lado de la oferta. Se puede argumentar que son una especie de economías de escala espaciales que actúan por el lado de los productores. A continuación nos detendremos en estudiar aquellos procesos que actúan por el lado de la demanda, a saber, el multiplicador del gasto urbano y la inercia locacional de la inversión, el empleo y la demanda intermedia.

B) MULTIPLICADOR DEL GASTO URBANO:

El multiplicador del gasto urbano es el proceso por el cual se produce un gasto diferencial espacial positivo como consecuencia de la concentración de recursos en el espacio. La concentración de las actividades en determinadas localizaciones permite la aparición de unos efectos multiplicativos de gasto de raíz típicamente urbana que dan lugar a una vía adicional de creación de renta.

$$d GT / d aglom. > 0$$

la derivada de la función de gasto respecto a la aglomeración es positiva, lo que significa que la propensión al gasto es mayor cuando los recursos se encuentran concentrados en el espacio. Se produce así un aumento del gasto en consumo, del gasto público, del gasto en bienes de equipo, del gasto en inmuebles, etc. En definitiva de todas las partidas de gasto.

El aumento en el gasto, como consecuencia de la existencia del multiplicador, provocará un aumento en la renta de la provincia en cuestión, siempre y cuando el aumento en la demanda sea satisfecho vía un aumento en la producción local. Ya que, si dicho aumento en la demanda es satisfecho vía un aumento de las importaciones, no se producirá ningún aumento en la renta de la región. En consecuencia, lo que tenemos que explicar es por qué se producirá un aumento en la producción local y no un aumento en las importaciones de la provincia, o lo que es lo mismo, demostrar que a mayor nivel de aglomeración tendremos un menor nivel de importaciones.

A mayor concentración nos encontramos con empresas de mayor tamaño, tanto por el proceso de la inercia locacional de la inversión, proceso por el cual las empresas invertirán en aquellos lugares donde lo hicieron en el pasado, como por la existencia de economías externas espaciales. Estas empresas son más competitivas, tanto en calidad como en precios, es decir, son más capaces de conseguir innovaciones en producto, pero además, si las empresas gozan de gran tamaño, podrán aprovecharse de un mayor número de economías internas de escala, así como de un número mayor de externalidades no espaciales, lo cual redundará en la posibilidad de competir a un precio inferior que el que puedan exigir las empresas de un tamaño más reducido.

Como, por otro lado, la existencia de una aglomeración provoca la aparición del multiplicador urbano, produciéndose un gasto diferencial como consecuencia de la misma, se produce un impacto de demanda que, debido a la mayor competitividad de las empresas locales, será satisfecho vía producción local y no vía aumento de las importaciones.

La última de las variables territoriales que vamos a analizar es el proceso de la inercia locacional de la inversión, del empleo y de la demanda intermedia.

C) INERCIA LOCACIONAL DE LA INVERSIÓN, DEL EMPLEO Y DE LA DEMANDA INTERMEDIA.

La inercia locacional de la inversión, del empleo y de la demanda intermedia, es el proceso por el cual las unidades productivas tienden a realizar inversiones, demandar empleo y productos intermedios en aquellos establecimientos donde lo hicieron en el pasado y apareciendo, por tanto, cada vez una mayor concentración de recursos, contribuyendo a lo que denominamos aglomeración.

Este proceso tiene lugar como consecuencia de que la rentabilidad total de invertir donde ya se hizo en el pasado es mayor que aquella que se obtendría invirtiendo en cualquier otro lugar. En una economía de competencia imperfecta como la actual (oligopolios) las empresas no tienen sus capacidades productivas aprovechadas al cien por cien, así que, si realizan una pequeña inversión en donde ya están establecidas, pueden aprovechar la utilización de dichas capacidades ociosas. La inversión neta suele ser muy pequeña en comparación con el stock de capital acumulado, por lo cual, para rentabilizar al máximo la inversión hay que reinvertir en el mismo lugar en que se hizo en el pasado.¹

El proceso por el cual la inercia locacional de la inversión provoca una renta diferencial es el siguiente. Cuanto mayor sea la inercia locacional de la inversión, mayor será el tamaño medio de las empresas, por lo que aparecerá un mayor número de economías internas de escala, además existirá un mayor número de economías externas espaciales como consecuencia de la aglomeración, logrando que estas empresas sean más competitivas. Esta inercia locacional de la inversión provocará un aumento en la demanda de empleo y de productos intermedios, por lo que nos encontraremos ante una expansión de la renta de la provincia en cuestión, eso sí, siempre y cuando el aumento

¹ Mientras que el ratio que aparece como consecuencia de dividir la inversión anual entre el PIB es aproximadamente 1/6, el ratio que divide el stock de capital acumulado es de 2 ó 3 enteros, por lo tanto el volumen del stock de capital acumulado es entre 12 y 18 veces mayor que el de la inversión. Esto quiere decir que si suponemos que la capacidad utilizada es del 75%, tendremos que la rentabilidad adicional que obtenemos es un tercio de 12 o 18, respectivamente. Es decir 4 o 6 veces mayor que la rentabilidad que obtendríamos invirtiendo en cualquier otro lugar, como consecuencia de la utilización de capacidades ociosas. Por lo tanto para que la inversión se acometiese en cualquier otro lugar, tendríamos que obtener una rentabilidad 4 o 6 veces superior en ese lugar que en cualquier otro.

de la demanda de empleo y de productos intermedios sea satisfecho vía un aumento en la producción local y no vía un aumento de las importaciones. Como ya hemos argumentado, las empresas locales serán más competitivas, por lo que será más rentable demandar factores a estas empresas, provocando, por tanto, un aumento en la renta de la provincia en cuestión.

Una vez realizado el planteamiento teórico, el siguiente paso consiste en la elección de un conjunto de indicadores que reflejen, lo más fielmente posible, la existencia de los procesos descritos.

1.3- ELECCIÓN DE INDICADORES:

El modelo que vamos a utilizar estima la renta per cápita en función de tres variables explicativas: el tamaño medio de las empresas ($tmna86$), la aglomeración ($a5$) y el capital público ($tot+p$). Además, y debido al proceso de la dependencia espacial, debemos incluir una cuarta variable explicativa de carácter autorregresivo que intenta recoger la importancia de este fenómeno. Esta variable relaciona la variable dependiente con el valor que dicha variable toma en el resto de las provincias españolas (W_{rpc86}).

La única forma que tenemos para relacionar lo que ocurre en un lugar con lo que acontece en el resto de las localizaciones, consiste en la utilización de una matriz de ponderación espacial (W). En nuestro modelo nos decantamos por la utilización de una matriz de distancias interprovinciales que resolviese las limitaciones de una matriz de contigüidad espacial. A efectos de facilitar la interpretación de los resultados decidimos invertir la distancia entre las provincias para que la variable explicativa W_{rpc86} tuviese una correlación positiva con la variable dependiente, o lo que es lo mismo, que cuanto más cercanas estén las provincias más parecidas sean sus rentas per cápita.

Una vez elegida la matriz a utilizar se debe discriminar entre los distintos indicadores existentes para cada una de las variables explicativas.

Comenzaremos por la elección de un indicador que refleje la riqueza de las provincias españolas. Es decir, empezaremos por elegir un indicador para la variable dependiente del modelo. Se planteaban distintas posibilidades, podíamos medir la

riqueza por el lado de la producción o por el lado del gasto, en función de la renta disponible. Debido a que el objetivo es cuantificar el impacto del stock de capital en la renta de las provincias, y éste es mayor por el lado de la producción que por el del consumo (el efecto de la inversión pública sobre la renta disponible parece más difícil de cuantificar), nos decantamos por la elección de un indicador que reflejase la producción de las provincias. Ahora bien, por el lado de la producción, contábamos con la posibilidad de utilizar el VAB o el PNB. Decidimos utilizar el VAB porque lo que nos interesa es evaluar la riqueza que se genera en cada una de las provincias, independientemente de a qué provincia vaya a parar dicha renta. Además, utilizamos el VAB a precios de mercado y no a coste de los factores porque, desde nuestro punto de vista, goza de una mayor fiabilidad estadística.

Por otra parte, para tener en cuenta de algún modo el impacto del stock de capital en la riqueza de los individuos y no únicamente en un nivel provincial agregado, decidimos dividir el VAB entre la población de cada provincia, obteniendo así la renta per cápita. Los datos utilizados son los facilitados por el Servicio de Estudios de la Fundación BBV, debido a que este organismo es el único que facilita una estimación del stock de capital público provincial.

Una vez justificada la elección del indicador que recoge el nivel de riqueza de las provincias, podemos pasar a analizar los distintos indicadores posibles para las variables territoriales y no territoriales.

En cuanto a las variables territoriales debemos encontrar algún indicador que refleje la existencia de los procesos espaciales que se describieron en el apartado teórico, a saber: las economías externas espaciales, el proceso del multiplicador del gasto urbano y la inercia locacional de la inversión, del empleo y de la demanda intermedia. Todos estos procesos operan en lugares con una alta concentración de recursos y, por tanto, lo que se busca es un indicador que refleje la existencia de una aglomeración. Para ello utilizamos un gran número de indicadores como: municipios mayores de 20000 habitantes entre municipios totales, número de turismos por kms de autovía más kms de autopista por kms², transporte aéreo de pasajeros entre población, edificios de 5 o más viviendas entre viviendas principales, hoteles de 4 estrellas/número de hoteles, restaurantes de 1ª dividido por el número de restaurantes..etc. De entre todos

los posibles, el que mejor recoge la aglomeración es aquel que relaciona el número de edificios de 5 o más viviendas con el número de viviendas principales (Agl.). La concentración de recursos será mayor cuanto más edificios con viviendas principales existan en el territorio. Estos datos son facilitados por el Censo de Viviendas y Locales que realiza el Instituto Nacional de Estadística cada década.²

Por último, decidimos medir el impacto de las variables no territoriales utilizando dos indicadores, por un lado, el tamaño medio de las empresas y, por otro, el stock de capital público, que es el indicador cuyo impacto se pretende cuantificar.

Por lo que se refiere al tamaño medio de las empresas se podía medir en función del empleo (empleo en locales con más de 100 trabajadores entre el número de locales activos), o en función de la producción (VAB/Número de locales activos). Finalmente nos decidimos a medirlo en función de la producción, ya que al medirlo en función del empleo no se recogían las posibles diferencias de productividad que pueden existir entre los distintos empleos. El tamaño medio calculado según este criterio puede utilizarse como un indicador que recoge las mejoras de productividad relacionadas con la aparición de innovaciones, con la existencia de economías internas de escala, así como el grado de multirregionalización de las empresas. La intuición nos dice que las empresas de mayor tamaño son las únicas que pueden acometer decisiones de multirregionalización, sin embargo, no es tan evidente la relación existente entre el tamaño medio de las empresas y el grado de innovación tecnológica.

Nuestro objetivo en este punto es demostrar por qué el tamaño medio de las empresas puede utilizarse como un indicador que recoja las mejoras de productividad relacionadas con la aparición de innovaciones y la aparición de economías internas de escala. Para lograr dicho objetivo partimos de la siguiente descomposición aritmética de la renta per cápita:

$$Y/P = Y/K \cdot K/L \cdot L/P \quad (1)$$

² Esta fuente también la utilizamos para obtener el número de locales activos que, como veremos a continuación, es necesario para calcular el tamaño medio de las empresas.

donde Y es la renta, K la dotación de capital, L el empleo y P la población de una provincia representativa. Esta relación también puede expresarse de la siguiente forma:

$$Y/P = \sqrt{Y/K \cdot K/Y \cdot L/L} \cdot L/P \quad (2)$$

El primer cociente que aparece en la ecuación número 2 es el inverso de la relación capital-producto, a continuación tenemos la relación de sustitución entre los factores productivos capital y trabajo, seguida de la productividad del trabajo y, por último, aparece la relación entre el número de trabajadores en la economía y la población. Como podemos observar analíticamente, un aumento en cualquiera de estas relaciones supone un incremento directo en la renta per cápita.

Detengámonos en estudiar cómo el tamaño medio de las empresas afecta a estas relaciones que acabamos de establecer. En primer lugar, nos encontramos con que aquellas empresas que tengan un tamaño mayor tendrán, por definición, un mayor número de economías internas de escala, por tanto, una mayor relación Y/L, lo que supone, según la fórmula 2, un aumento en la renta per cápita. Por otra parte, cuanto mayor sea el tamaño de la empresa, mayor será la capacidad de gasto que pueda destinar a la realización de proyectos de I+D y aumentará la aparición de innovaciones en producto, produciéndose, en un primer momento, un aumento de los beneficios, vía precio y, posteriormente, vía cantidad, cuando la innovación se propague al resto de las empresas. Por consiguiente, tanto la relación Y/K (innovación en producto) como la relación K/L (innovación en proceso) será mayor, cuanto mayor sea el tamaño de la empresa y provocará un aumento de la renta per cápita según la fórmula 2.

El último cociente de la fórmula 2 recoge una serie de características culturales de la población, también está positivamente correlacionado con el tamaño medio, aunque esta relación es bastante estable en el tiempo. Si las empresas son muy grandes provocarán la desaparición de las empresas familiares, ya que no podrán competir con las primeras, los trabajadores tendrán que trabajar como asalariados para las grandes empresas aumentando la relación L/P.

De acuerdo con estos razonamientos, parece que el tamaño medio de las empresas es un buen indicador para reflejar de algún modo el cambio técnico.

Por último, también se probaron varias opciones a la hora de elegir un indicador para medir el stock de capital público en cada una de las provincias. Existía la posibilidad de desagregar dicho stock, para el total de las administraciones públicas, en distintas partidas como carreteras, infraestructuras hidráulicas, estructuras urbanas de las CCLL³, educación y sanidad, pero los resultados no fueron los esperados cuando se utilizaron los distintos datos desagregados. A nuestro juicio, el problema reside en la dificultad que acarrea la medición del stock de capital público en un nivel provincial. Cuando se intenta llevar a cabo una desagregación provincial se incurre en grandes sesgos, por lo que, cuando se realizan las regresiones, los resultados no son los esperados. Por tanto, y aunque en posteriores investigaciones sería deseable distinguir el impacto del stock de capital público productivo (carreteras, estructuras urbanas de las CCLL, puertos...), del impacto que pueda tener el stock de capital público social (educación y sanidad), en la presente investigación nos limitamos a cuantificar el efecto del stock de capital agregado para el total de las AAPP.

Debido a que la variable stock de capital público únicamente se facilitaba en pesetas constantes del año 1986, tuvimos que realizar las transformaciones pertinentes, tanto en la variable renta per cápita como en las variables explicativas, para lograr una homogeneización de los datos.⁴ Después de realizadas dichas transformaciones, fueron incluidas en el cálculo de la variable tamaño medio, para de este modo conseguir que todas las variables explicativas estuvieran expresadas en pesetas constantes del mismo año.

Una vez desarrollado el aparato teórico pasamos a justificar la elección de la metodología a aplicar para la construcción del modelo econométrico.

³ Corporaciones Locales.

⁴ La serie de stock de capital público que nos facilitaba la base de datos SOPHINET presentaba los datos en pesetas constantes, con base 1986, y en pesetas corrientes. Por tanto, debíamos deflactar dicha serie para obtenerla en pesetas de 1981 y de 1991. Encontrar el deflactor utilizado por el BBV para obtener la serie nos fue del todo imposible, por lo que consideramos más sencillo el obtener el resto de variables explicativas en pesetas constantes del año 1986. Así, se tuvo que inflactar la renta de 1981 y deflactar la del año 1991.

2- TÉCNICAS ECONOMETRÍCAS ESPACIALES:

La necesidad de utilizar un conjunto de técnicas diferentes de las utilizadas por la econometría convencional cuando trabajamos con series espaciales, viene originada por el proceso que denominamos dependencia espacial. La dependencia espacial es más conocida bajo el nombre de autocorrelación espacial y surge como consecuencia de la relación existente entre lo que ocurre en unos lugares y en otros.

Como expresó Tobler (1979) en la primera ley de geografía

“ Todo tiene relación con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las lejanas. ”

En este sentido, la dependencia espacial viene determinada por una noción de localización relativa en la que se enfatiza el efecto de la distancia. Cuando la noción de espacio se amplía más allá del sentido estricto del espacio euclídeo, incluyendo el espacio político, el espacio económico o el espacio social, nos encontramos con que la dependencia espacial es un fenómeno que aparece con frecuencia en el estudio aplicado. La dependencia espacial puede venir originada por dos fuentes. En primer lugar, por las particulares características de los datos espaciales y, en segundo lugar, por la organización espacial de los fenómenos a estudiar.

Así, por lo que se refiere a la utilización de datos espaciales, nos encontramos con que, en muchas ocasiones, los datos son recogidos en una escala agregada y, por tanto, puede que haya poca relación entre la esfera espacial del fenómeno a estudiar y la delimitación de las unidades espaciales de observación. Por ejemplo, podemos encontrarnos con la existencia de migraciones de una provincia a otra dentro de una misma comunidad autónoma. Esta circunstancia no será observable si los datos de migración tienen como unidades de observación a las Comunidades Autónomas, ya que el número de habitantes de la comunidad sigue siendo el mismo, mientras que el número de habitantes de las provincias que la integran habrá cambiado.

Por otra parte, y siguiendo con la primera de las fuentes que dan lugar a la aparición de la dependencia espacial, en los datos espaciales la importancia de las observaciones tomadas por las unidades primarias de observación situadas en los límites regionales (o en los provinciales en nuestro caso) es mucho mayor que en las series temporales. En primer lugar, porque dichas observaciones son superiores en número cuando tratamos con series transversales y, en segundo lugar, porque al ser dichos límites artificiales nos encontramos con que las observaciones cercanas a la frontera estarán incompletas, ya que sufren influencias de factores que están más allá de la línea fronteriza que separa las regiones, no estando recogidos dichos factores por la unidad primaria de observación. No obstante, aunque los límites fronterizos fueran naturales, serían distintos para cada uno de los fenómenos a observar, por lo que es imposible el lograr una división óptima del espacio cuando la variable a estudiar depende de numerosos factores, ya que habría tantas divisiones óptimas como factores. Debido a que es imposible obtener una división óptima del espacio cuando la variable bajo estudio depende de varios factores, existe una larga tradición acerca de representar la variación espacial en términos de regiones (un mosaico de áreas homogéneas o casi homogéneas en las cuales difieren los distintos atributos que hay que medir). En un modelo de variación regional y con el objetivo de analizar los datos espaciales, el concepto de regiones presenta principalmente dos problemas: la delimitación regional, a la que nos referíamos con anterioridad, y la uniformidad dentro de las regiones.

La variación de los atributos en el espacio está sujeta a cambios continuos y depende de diferentes procesos, por lo que las unidades primarias de observación no son independientes, de tal modo que las unidades que están más próximas están más relacionadas que las que están más alejadas. No quiere esto decir que el concepto de regiones carezca de sentido, ya que muchas de las políticas públicas tienen una escala regional, pero sí que hay que tener en cuenta que la diferenciación regional es uno de los posibles componentes de la variación espacial y no una propiedad a priori del espacio, por lo que no debe de constituir por definición la base de los procesos espaciales.

Aparte de los problemas señalados que están relacionados con la utilización de datos espaciales, la inherente organización espacial de los fenómenos tiende a generar patrones complejos de interacción y de dependencia que son importantes por si mismos.

Así, nos encontramos con la existencia de procesos espaciales donde los cambios de estado son debidos a propiedades espaciales de los atributos. Algunos ejemplos de estos procesos son los siguientes:

1. En las disciplinas sociales el proceso de “difusión” es un término general que clasifica procesos en los que algún atributo es conocido por un número fijo de personas. Un rumor, un bien nuevo, el desarrollo tecnológico, son ejemplos de procesos de difusión. En cualquier momento podemos diferenciar la población que está al corriente y la que no lo conoce todavía. La distribución espacial de la población puede tener implicaciones importantes en el desarrollo del proceso, en especial si la adopción del mismo se realiza mediante el contacto interpersonal o mediante un proceso de imitación.
2. Otro tipo de fenómenos son los denominados de “intercambio y transferencia”. Las economías urbanas y regionales se relacionan mediante el intercambio de bienes y mediante transferencias de renta. La renta generada por la producción y la venta de un determinado bien en un lugar, puede ser gastada en bienes y servicios que son producidos y vendidos en otro lugar. Estos procesos son el nexo de unión entre las economías de distintos pueblos o distintas regiones. Cuando dividimos un área determinada diferenciando regiones con una renta per cápita alta de aquellas otras con una renta per cápita baja, lo que estamos haciendo es reflejar los límites dentro de los cuales operan procesos de intercambio y transferencia entre los pueblos de cada una de las regiones.
3. También nos encontramos con procesos que denominamos de “interacción”, a través de los cuales los hechos que ocurren en un lugar determinado tienen influencia y están influenciados por hechos que ocurren en otros lugares. Por ejemplo, la fijación del precio de un bien determinado es función del precio de ese mismo bien en la tienda más próxima, ya que si en dicha tienda el precio es menor los clientes comprarán sólo en dicha tienda, viéndose reducidos los beneficios de la primera. Por tanto, un cambio en el precio en cualquiera de las dos tiendas obligará a la otra a efectuar el mismo cambio para poder seguir compitiendo.

4. El último tipo de procesos es el de “dispersión o derramamiento”. Este mecanismo se diferencia del de difusión en que no es un atributo el que se dispersa entre un grupo fijo de población, sino que es la propia población la que se dispersa, de tal forma que la estructura espacial resultante depende de la naturaleza de la dispersión. Procesos de este tipo pueden ser la emigración de la fuerza laboral buscando unas condiciones de empleo mejores, produciéndose una dispersión o una reestructuración de la propia población.

Como hemos visto, por un lado la utilización de datos espaciales y, por otro, las teorías de interacción espacial, los procesos de difusión y las jerarquías espaciales, aconsejan la utilización de modelos formales para estructurar la dependencia entre los fenómenos en diferentes localizaciones. Como resultado, lo que se observa en un punto viene determinado en parte por lo que ocurre en cualquier otro punto del sistema.

A primera vista, la dependencia espacial puede considerarse parecida a la dependencia serial encontrada en modelos temporales, pero no puede ser tratada de la misma forma debido a que en el espacio la dependencia es multidireccional, mientras que en series temporales ésta es unidireccional y, por tanto, la metodología a aplicar ha de ser distinta. Estos problemas han sido ampliamente ignorados en la econometría convencional debido a que ha predominado el énfasis en procesos dinámicos y en análisis de series temporales. Ni siquiera en los métodos desarrollados recientemente de datos de panel es tenida en cuenta esta dependencia, ya que se centran en la dependencia temporal y no en la espacial.

Por todo lo argumentado, nos parece necesaria la utilización de un conjunto de técnicas específicas siempre que nos encontremos con el fenómeno de la dependencia espacial. En nuestra investigación nos encontramos con que la renta per cápita de una provincia está en parte influenciada por la renta per cápita de las provincias cercanas, por lo que debemos incluir alguna variable explicativa que refleje el proceso descrito de la dependencia espacial. Para incluir esta nueva variable se han desarrollado distintos modelos espaciales de carácter autorregresivos y de medias móviles. Nosotros utilizaremos un modelo espacial autorregresivo, ya que las técnicas de estimación son menos complejas, aunque también se hubiera podido llevar a cabo la modelización utilizando un modelo de medias móviles, obteniendo similares resultados.

Dentro de los modelos espaciales autorregresivos se plantean dos posibilidades, utilizar un modelo espacial tipo lag o utilizar un modelo espacial tipo error. Finalmente nos hemos decantado por el primero, ya que goza de un mayor sentido teórico. Así, mientras que en el modelo espacial tipo lag modelizamos la variable dependiente, incluyendo una variable autorregresiva que relaciona la renta per cápita de la provincia con la de las provincias cercanas, en el modelo espacial tipo error lo que modelizamos son los residuos, perdiendo por ello todo sentido teórico, ya que los residuos pueden estar recogiendo otros procesos además del mencionado.

3- ESTIMACIÓN DEL MODELO:

3.1- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO:

Para seleccionar entre los posibles indicadores, y siempre basándonos en el sentido teórico de cada indicador, calculamos las correlaciones cruzadas de cada indicador con la variable dependiente. De entre todos los indicadores planteados para cada una de las variables explicativas, se presentan a continuación aquellos que tienen una mayor correlación cruzada con la variable dependiente.

Cuadro n°1: matriz de correlaciones.

CORRELATION MATRIX				
DATA SET: DN91				
RPC86MIL	1.000000	0.775282	0.682320	0.219453
TMNA86	0.775282	1.000000	0.601903	-0.197207
A5	0.682320	0.601903	1.000000	0.080946
TOT+P	0.219453	-0.197207	0.080946	1.000000

Fuente: Spacestadt

Esta matriz de correlaciones, además de utilizarse para comprobar la relación entre la variable dependiente y las variables explicativas, también ofrece un indicio acerca de la existencia o no de multicolinealidad entre las variables explicativas. Como las correlaciones cruzadas entre las variables explicativas tienen valores inferiores o iguales a 0,6 podemos concluir que no estamos en presencia de multicolinealidad.

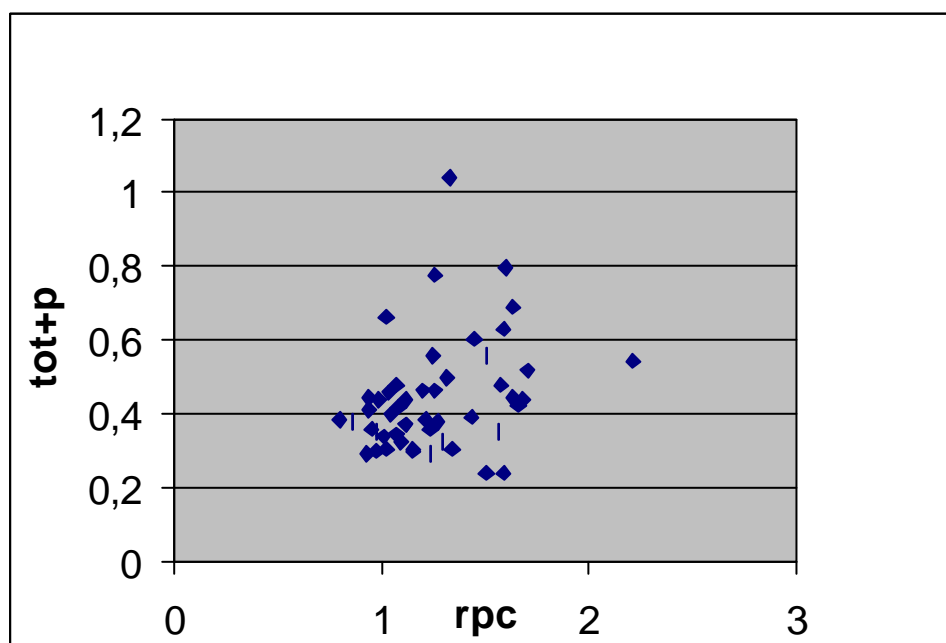
Para determinar si existe alguna relación entre el indicador y la variable dependiente así como verificar si ésta es o no lineal, para la correcta utilización de los modelos propuestos, también hemos realizado unos gráficos de causalidad.

3.1.1- Gráficos de causalidad:

Estos gráficos nos orientan acerca de cual puede ser la forma funcional del modelo, ya que si no nos encontrásemos ante una forma funcional lineal no podríamos utilizar este tipo de modelos espaciales y tendríamos que realizar las transformaciones oportunas para lograr la linealización del modelo.

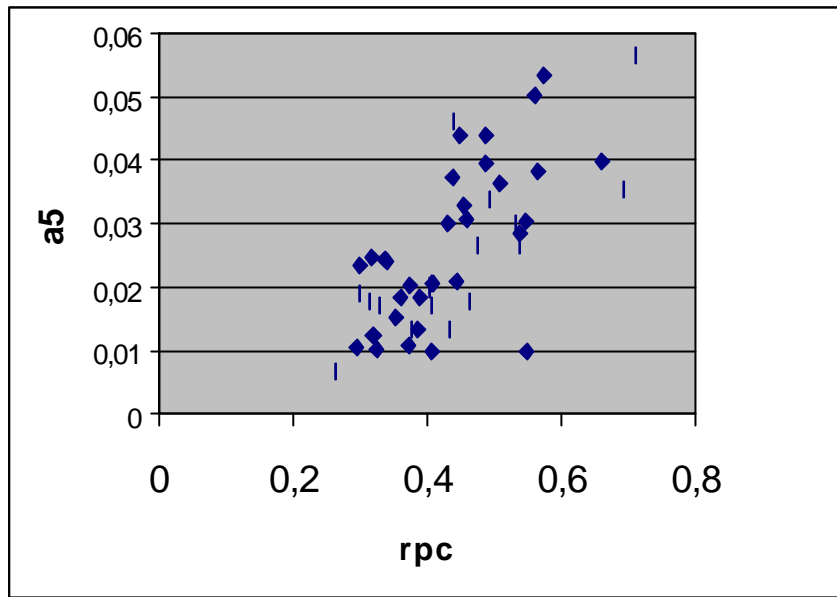
A la vista de los gráficos, podemos aceptar que el modelo es expresable matemáticamente de forma lineal. Para ninguno de los indicadores asociados a las variables explicativas nos encontramos con una nube de puntos que nos indique la inexistencia de causalidad. Además, parece que la forma funcional ha de ser lineal ya que todas las nubes de puntos se pueden aproximar por una recta.

Cuadro nº2: Representación gráfica de la variable de stock de capital público ws.rpc



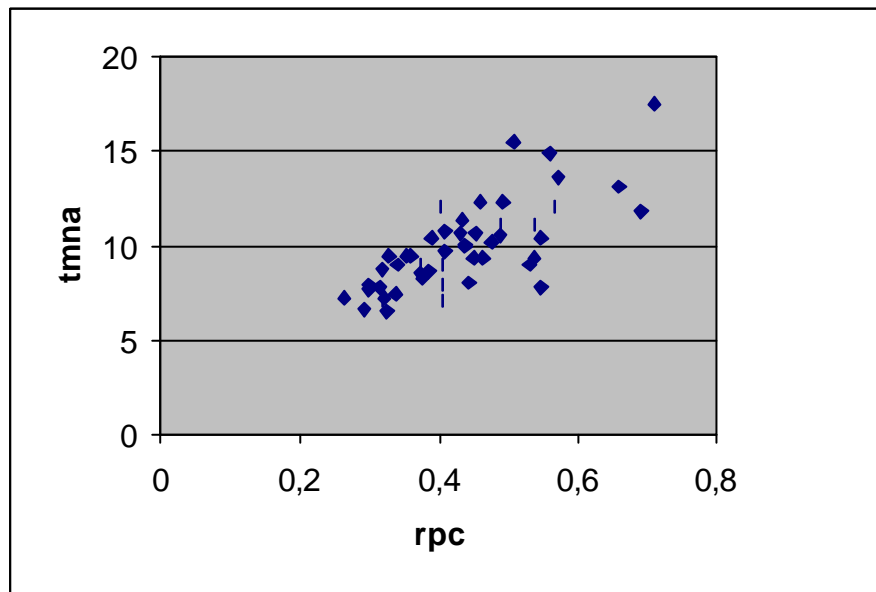
Fuente: elaboración propia

Cuadro n°3: representación gráfica de la variable aglomeración (a5) vs. rpc.



Fuente: elaboración propia.

Cuadro n°4: representación gráfica de la variable tamaño medio (tmna) vs. rpc.



Fuente: elaboración propia

Antes de finalizar el análisis descriptivo del modelo, se debe tener en cuenta si el fenómeno bajo estudio sigue un patrón autorregresivo, dado que los modelos específicamente espaciales que se van a utilizar son de carácter autorregresivo y no de medias móviles. Con este objetivo, hemos dibujado los autocorrelogramas.

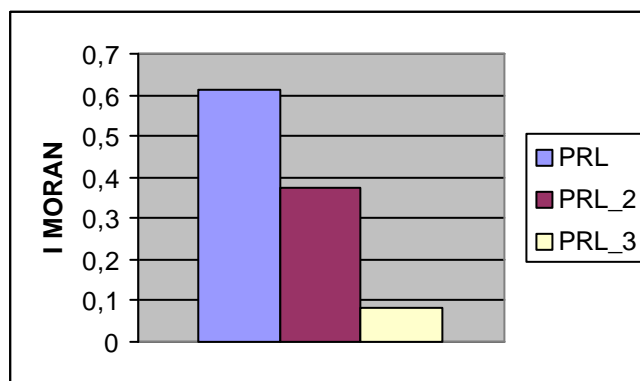
3.1.2- Autocorrelogramas:

Presentamos un autocorrelograma basado en el test de la I de Moran. El autocorrelograma lo hemos realizado aplicando el test de dependencia espacial a la variable dependiente, utilizando las matrices binarias de contigüidad espacial de ordenes superiores⁵. Si el valor del test de la I de Moran disminuye a medida que utilizamos matrices de contigüidad de un orden superior, significa que el grado de dependencia espacial entre las provincias va disminuyendo a medida que tratamos de relacionar aquellas que no tienen una frontera en común, pero que sí tienen frontera con las provincias limítrofes. Por tanto, si el autocorrelograma es descendiente nos encontraremos en presencia de un proceso autorregresivo.

Como se puede observar en el cuadro nº5, el grado de dependencia espacial disminuye a medida que se utilizan matrices de contigüidad espacial de órdenes superiores, lo cual significa que a medida que las provincias se encuentran más alejadas unas de otras, las relaciones o la dependencia entre ambas disminuye.

No hemos representado la I de Moran para la matriz de contigüidad espacial de orden cuatro porque el test de dependencia espacial deja de ser significativo al utilizar esta matriz. Esto significa que no existe relación espacial alguna entre dos provincias si entre ambas existen otras tres provincias intermedias.

Cuadro nº5: autocorrelograma I de Moran para la rpe



Fuente: elaboración propia.

⁵ Para dibujar los autocorrelogramas no utilizamos las matrices de distancias, sino que hemos de utilizar matrices de contigüidad, como consecuencia de que la distancia es una variable continua mientras que la contigüidad es una variable discreta.

3.2- ANÁLISIS ECONOMETRICO:

En primer lugar, hemos estimado un modelo lineal general utilizando la técnica de los “Mínimos Cuadrados Ordinarios” sin prestar atención al problema de la dependencia espacial, con el fin de poder establecer comparaciones entre los resultados obtenidos con los modelos convencionales y aquellos que se obtienen utilizando modelos espaciales para el mismo conjunto de variables explicativas. En segundo lugar, se lleva a cabo la estimación de un modelo espacial tipo lag con las mismas variables explicativas.

3.2.1- ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS: AÑO 1991

3.2.1.1- Medidas de ajuste:

Encontramos un nivel de ajuste R^2 del 77,81%. El nivel de ajuste global, recogido en el test del estadístico F, también es aceptable, en la medida que su probabilidad asociada es próxima a cero. Los niveles de significación de las variables explicativas son significativos dado que los t-values son superiores a 2.5 y sus probabilidades asociadas tienden a cero, como podemos comprobar en el cuadro nº1 del anexo.

Para que el modelo sea correcto, facilitamos la matriz de varianzas-covarianzas, cuyos elementos de la diagonal principal han de tender a cero para que no exista ningún factor de dependencia entre los coeficientes, tal y como se puede comprobar en el cuadro nº2 del anexo.

3.2.1.2- Diagnósticos de especificación:

El siguiente paso consiste en comprobar si se mantienen los supuestos necesarios para la utilización de la técnica de estimación de los Mínimos Cuadrados Ordinarios. Con este objetivo presentamos en el cuadro número 3 del anexo los “Diagnósticos de Regresión”.

Como podemos comprobar, no aparecen potenciales problemas de multicolinealidad entre las variables explicativas, la regla del número condicional presenta un valor (17.6) que se encuentra dentro del intervalo permitido para rechazar la hipótesis nula de multicolinealidad.

Por lo que se refiere al test de “Kiefer-Salmon”, que comprueba la hipótesis nula de normalidad en los residuos, nos encontramos con que la probabilidad asociada al estadístico no tiende a cero, por lo que podemos aceptar dicha hipótesis nula. Este resultado nos permite ser optimistas a la hora de interpretar los tests disponibles para diagnosticar el tipo de dependencia espacial.

Para comprobar si nos encontramos en presencia o no de heterocedasticidad, se puede aplicar en esta ocasión el test de Breusch-Pagan.⁶ Si la probabilidad asociada al estadístico tiende a cero, significará que existe heterocedasticidad entre las variables. Sin embargo, en nuestro modelo la probabilidad no tiende claramente a cero (0.042495). No obstante, si existiese alguna duda acerca de la existencia de heterocedasticidad se puede utilizar el test de White. Dicho test no requiere normalidad en los residuos y tiene una probabilidad asociada que no tiende a cero (0.267212), por lo que podemos asegurar que no se está en presencia de heterocedasticidad.

De no ser por la existencia de dependencia espacial en los residuos, el modelo sería correcto utilizando la técnica de estimación de MCO. Sin embargo, como podemos comprobar en el cuadro nº4 del anexo, el test de la I de Moran, que mide la dependencia espacial existente en los residuos una vez realizada la regresión, tiene una probabilidad asociada que tiende a cero, por lo que la presencia de dependencia espacial es clara.

A la hora de discernir cuál será el mejor modelo para recoger la dependencia espacial, parece que los resultados aconsejan la utilización de un modelo espacial tipo lag, según se observa en el cuadro número nº4 del anexo. Como los residuos se distribuyen siguiendo una Normal, podemos utilizar el test del multiplicador de Lagrange (LM error). La probabilidad asociada a dicho test es muy baja (0.007241), por lo que es aconsejable un modelo espacial tipo error. Sin embargo, si nos fijamos en el

⁶ En la estimación del modelo para 1981 utilizamos el test de Koenker-Basset que no requiere de normalidad en los residuos, sin embargo, como en esta ocasión los residuos sí que se distribuyen siguiendo una normal, es más adecuado el test de Breusch-Pagan.

test Robust LM y en el test de Kelejian-Robinson, que no requieren de normalidad en los residuos, el resultado es el contrario desaconsejándose, por tanto, la utilización de un modelo espacial tipo error. A pesar de esta aparente contradicción, en la medida que los resultados de los tests del multiplicador de Lagrange (Lagrange Multiplier (Lag) y Robust LM (Lag)) aconsejan la utilización de un modelo tipo lag, (sus probabilidades asociadas están más próximas a cero que en los test que comprueban la posibilidad de modelizar la dependencia espacial con un modelo tipo error), recomendamos la utilización de un modelo espacial tipo lag frente a un modelo espacial tipo error.

Como por otro lado, tal y como expusimos con anterioridad, el modelo tipo lag es superior en un nivel teórico al modelo tipo error, todos los indicios nos recomiendan la utilización de un modelo tipo lag.

3.2.1.3- Elasticidades:

Por último, calculamos las elasticidades de las variables para determinar qué proporción de la renta explican cada una de ellas y poder compararlas con las obtenidas utilizando un modelo espacial tipo lag. Así, tenemos que la contribución de la variable Tamaño Medio a la hora de explicar la renta per cápita es del 66.67%, la de la variable aglomeración es del 13.46% y la del Stock de Capital del 19.81%.

Cuadro nº6: elasticidades MCO

	Elasticidades	Poder explicativo
Tamaño Medio	0.3726436	66.67%
Aglomeración	0.0751777	13.46%
Stock de capital público	0.1106321	19.81

Fuente: elaboración propia.

3.2.2- MODELOS ESPECÍFICAMENTE ESPACIALES:

Una vez comprobada la existencia de dependencia espacial, pasamos a analizar las estimaciones obtenidas utilizando un modelo específicamente espacial. Siguiendo las indicaciones facilitadas por los diagnósticos de dependencia espacial que acabamos de estudiar, modelizamos la dependencia espacial utilizando un modelo tipo lag.

Existen dos técnicas para estimar un modelo de este tipo: la técnica basada en la función de máxima verosimilitud y la de las variables instrumentales.

Para determinar qué técnica hemos de utilizar, aplicamos el test de normalidad de Wald para comprobar si los residuos de MCO se distribuyen siguiendo una normal. Si así fuera, utilizamos la técnica de estimación de Máxima verosimilitud, si, por el contrario, no siguieran una distribución normal utilizaremos la técnica robusta de las variables instrumentales.

En este caso los residuos sí se distribuyen siguiendo una normal, ya que la probabilidad asociada al estadístico no está próxima a cero, tal y como podemos comprobar en el cuadro número 6 del anexo

3.2.2.1- Medidas de ajuste:

Al comparar las medidas de ajuste LIK, AIC y SC de este modelo, con las obtenidas en el modelo que utilizaba la técnica de estimación de los MCO, constatamos que son más satisfactorias las obtenidas con un modelo espacial tipo lag. Las medidas AIC y SC son más satisfactorias cuanto más pequeñas sean, así tenemos un AIC=-149.738 para el modelo MCO, frente a un AIC=-160.668 para el modelo tipo lag, y un SC=-142.090 para el modelo MCO, frente a un SC=-153.040 para el modelo tipo lag. Mientras que la medida de ajuste LIK es mejor cuanto más alta, así se tiene un LIK para MCO de 78.8689 frente a un LIK en el modelo tipo lag de 84.3442. (cuadro nº7 del anexo).

Por lo que se refiere a los niveles de significación de los coeficientes estimados, todos son altamente significativos, dado que sus probabilidades asociadas son próximas a cero, excepto para el caso de la variable de aglomeración en la que podemos asegurar con una probabilidad del 99.4% que es significativa. Dicha probabilidad es suficientemente alta como para poder aceptar la hipótesis nula de que el coeficiente de dicha variable es significativo.

3.2.2.2- Diagnósticos de especificación:

Los diagnósticos de especificación necesarios para la utilización de la técnica de estimación de Máxima Verosimilitud aparecen recogidos en el cuadro número 8 del anexo, siendo las conclusiones que se obtienen las que pasamos a enumerar.

En primer lugar, tal y como observamos en el cuadro 8, no detectamos la presencia de heterocedasticidad ya que las probabilidades asociadas a los tests de Breusch-Pagan no están próximas a cero, y por tanto, se puede suponer que se cumple la hipótesis nula de homocedasticidad. En segundo lugar, mediante el test de Razón de Verosimilitud se comprueba que la matriz escogida es la correcta a la hora de recoger en el modelo la dependencia espacial existente en la renta per cápita y W_{rpc} . Dicho test tiene un valor alto (62.267549) y una probabilidad asociada igual a cero, por lo que se ratifica que la elección de la matriz de ponderación espacial es correcta.

Para aceptar o rechazar el modelo, debemos comprobar si existe algún tipo de autocorrelación de carácter espacial en los residuos. Con este fin, utilizamos un test basado en el principio de los Multiplicadores de Lagrange. Para que dicho test permita aceptar que el modelo utilizado es correcto, debemos obtener un valor del estadístico bajo y una probabilidad asociada alta, tal y como ocurre en nuestro modelo. Podemos, por tanto, aceptar con una probabilidad del 98% que el modelo es correcto.

Por último, tenemos que comprobar si se ha incurrido en problemas de especificación, lo que verificamos si se cumple la regla $W > LR > LM(\text{lag})$. Como en nuestro caso nos encontramos con que:

$$\begin{aligned} W &> LR > LM(\text{lag}) \\ 133.36 &> 62.26 > 19.62 \end{aligned}$$

podemos asegurar que el orden de los estadísticos es el esperado y la especificación del modelo es correcta.

3.2.2.3- Elasticidades:

A continuación se presentan las elasticidades obtenidas utilizando la técnica de estimación de Máxima Verosimilitud en un modelo espacial tipo lag.

Cuadro n°7: elasticidades modelo espacial lag.

	Elasticidades	Poder explicativo
Tamaño Medio	0.3421754	34.31%
Aglomeración	0.0591848	5.93%
Stock de Capital público	0.0809814	8.12%
Variable autorregresiva W_rpc	0.5149079	51.63%

Fuente: elaboración propia.

Cuando utilizamos un modelo espacial tipo lag la contribución de la variable tamaño medio a la hora de explicar la renta per cápita es del 34.31% considerablemente inferior a la obtenida en el modelo convencional. Para la variable aglomeración también obtenemos un poder explicativo considerablemente inferior (5.93%), así como para la variable cuyo impacto queremos cuantificar (8.12%). Sin embargo, la variable que mayor poder explicativo proporciona es aquella que no incluíamos en el modelo convencional. Esta variable autorregresiva indica que la renta per cápita de una provincia es explicada en gran medida (51.63%) por la renta per cápita de las provincias cercanas. Este resultado puede ser excesivo, pero desde nuestro punto de vista, puede estar recogiendo una serie de procesos de las mismas características que aquellos que recogen las variables territoriales, pero que operan entre aglomeraciones cercanas en el espacio.

4- CONCLUSIONES:

1ª- Resulta imprescindible la utilización de técnicas y modelos específicamente espaciales como consecuencia de la aparición del fenómeno de la dependencia espacial. Este proceso viene originado por dos factores. En primer lugar, las particulares características que tienen los datos de series espaciales, ya que en ocasiones son recogidos en una escala agregada mayor que la que tiene el fenómeno bajo estudio, al mismo tiempo que se producen observaciones tomadas por unidades que están en el límite de las distintas regiones y, en segundo lugar, como consecuencia de la inherente organización espacial de los fenómenos en la realidad (procesos de difusión, dispersión, interacción...). La dependencia también aparece cuando trabajamos con series temporales, pero la manera de tenerlo en cuenta difiere, ya que mientras que en series temporales la dependencia es unidireccional, en el caso de las series espaciales ésta es multidireccional, por tanto, es necesaria la utilización de un conjunto de técnicas

distintas a las utilizadas por la econometría convencional. Además para obtener una correcta especificación del modelo se debe incluir una variable que refleje la importancia de este proceso, lo que únicamente será posible mediante la utilización de un modelo específicamente espacial que permita tener en cuenta la multidireccionalidad de la dependencia. Los resultados, a su vez, aconsejan la utilización de un modelo espacial tipo Lag frente a un modelo espacial tipo Error, tanto en un nivel puramente teórico como a la hora de contrastar los resultados empíricos.

2^a- Confirmamos los resultados apuntados por Ashauer, en el sentido de que la inversión pública tiene efectos positivos sobre el crecimiento, tanto por el lado de la oferta como por el de la demanda. El coeficiente de regresión de la variable stock de capital público es positivo y significativo (0.08), obteniendo un poder explicativo del 8.12% de la renta per cápita.

3^a- Ratificamos la existencia de determinados procesos que únicamente aparecen en lugares donde la concentración de recursos es elevada, como son la existencia de economías externas espaciales, la inercia locacional de la inversión del empleo y de la demanda intermedia, así como la existencia del multiplicador del gasto urbano. El indicador de aglomeración (a_5) que recoge todos estos procesos obtiene coeficiente de regresión positivo y significativo (0.059) y un poder explicativo de la renta per cápita del 5.93%.

4^a- Desde nuestro punto de vista, la variable autorregresiva obtiene un poder explicativo demasiado alto (51.74%), pudiendo significar que dicha variable está recogiendo de algún modo la existencia de las Fuerzas de Aglomeración Interurbanas. Bajo este concepto recogemos todos aquellos procesos que están relacionados de forma directa con la localización de las unidades productivas en el territorio, pero que operan entre distintas aglomeraciones, a diferencia de las Fuerzas de Aglomeración Urbanas, que recogen los mismos procesos pero dentro de una única aglomeración. Al operar entre distintas aglomeraciones nos encontramos con que la variable autorregresiva W_{rpc} , que recoge las distancias interprovinciales, está actuando como un buen indicador de este tipo de procesos, de ahí que obtenga un poder explicativo tan elevado.

5^a- Comprobamos que el indicador que recoge el tamaño medio de las empresas también obtiene un coeficiente de regresión positivo y significativo (0.3421) explicando un 34.31% de la renta provincial. Como argumentamos en el apartado teórico este indicador recoge en buena medida la importancia que tiene el cambio técnico y las economías internas de escala en el crecimiento de la renta. Ratificamos por tanto esta afirmación, ya que el poder explicativo de este indicador es muy elevado, al igual que ocurre con el papel que representa el cambio técnico en el crecimiento de la renta.

ANEXO

1- ESTIMACIÓN UTILIZANDO LA TÉCNICA DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS:

Cuadro n° 1: coeficientes de regresión obtenidos utilizando un modelo convencional.

DATA SET		DN91					
DEPENDENT VARIABLE	RRPC86MI	OBS	50	VARs	4	DF	46
R2	0.7781	R2-adj	0.7636				
LIK	78.8689	AIC	-149.738	SC		-142.090	
RSS	0.124854	F-test	53.7522	Prob	4.48854e-15		
SIG-SQ	0.00271422	(0.0520982)	SIG-SQ(ML)	0.00249708	(0.0499708)		
VARIABLE	COEFF	S.D.	t-value	Prob			
CONSTANT	0.42967	0.04734	9.076246	0.000000			
TMNA86	0.0180903	0.0023613	7.661155	0.000000			
A5	1.51126	0.588386	2.568493	0.013525			
TOT+P	0.244064	0.0511072	4.775533	0.000019			

Cuadro n° 2: matriz de varianzas-covarianzas.

COEFFICIENT VARIANCE MATRIX					
CONSTANT	0.00224108	-8.56869e-05	0.00423397	-0.00152834	
TMNA86	-8.56869e-05	5.57574e-06	-0.000878515	3.72870e-05	
A5	0.00423397	-0.000878515	0.346198	-0.00766842	
TOT+P	-0.00152834	3.72870e-05	-0.00766842	0.00261195	

Cuadro n°3: Diagnósticos de regresión necesarios para MCO.

REGRESSION DIAGNOSTICS				
MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER	17.609258			
TEST ON NORMALITY OF ERRORS				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Kiefer-Salmon	2	0.881004	0.643713	
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY				
RANDOM COEFFICIENTS				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Breusch-Pagan test	3	8.176837	0.042495	
SPECIFICATION ROBUST TEST				
TEST	DF	VALUE	PROB	
White	9	11.125391	0.267212	

Cuadro n° 4: Diagnósticos de regresión para discriminar entre modelos espaciales.

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE			
FOR WEIGHTS MATRIX SMTDUI (row-standardized weights)			
TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	0.100942	5.678205	0.000000
Lagrange Multiplier (error)	1	7.212174	0.007241
Robust LM (error)	1	0.375237	0.540163
Kelejian-Robinson (error)	4	1.161247	0.884437
Lagrange Multiplier (lag)	1	19.623225	0.000009
Robust LM (lag)	1	12.786288	0.000349
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	19.998462	0.000045

Cuadro n° 5: Predicciones y Residuos (MCO)

OBS	RRPC86MI	PREDICTED	RESIDUAL
1	1.16146	1.2297	-0.0682308
2	0.890505	0.920256	-0.029751
3	0.981835	0.954454	0.0273812
4	0.876356	0.889405	-0.0130493
5	0.950263	0.987742	-0.0374786
6	0.877496	0.876159	0.00133747
7	0.782943	0.83346	-0.0505173
8	1.13004	1.04035	0.089691
9	1.05783	1.03597	0.0218626
10	0.903881	0.882361	0.0215195
11	0.833667	0.95045	-0.116783
12	1.05546	1.02214	0.0333208
13	0.909945	0.890866	0.0190791
14	0.834865	0.871658	-0.0367923
15	0.926283	0.916663	0.00962022
16	0.869483	0.87919	-0.00970708
17	1.20706	1.07436	0.132703
18	0.794984	0.849455	-0.0544709
19	0.967471	0.969269	-0.00179803
20	1.08351	1.12341	-0.0398962
21	1.04976	1.06475	-0.0149882
22	0.886002	0.957087	-0.0710851
23	1.02421	1.06838	-0.0441766
24	0.839047	0.881178	-0.0421308
25	1.06207	1.05848	0.0035902
26	0.894986	0.901907	-0.00692131
27	1.07981	0.979602	0.100212
28	0.852056	0.856418	-0.00436136
29	1.14018	1.22304	-0.0828603
30	0.872926	0.89475	-0.0218243
31	0.92358	0.957164	-0.0335843
32	1.10408	1.09531	0.00877097
33	0.876356	0.847399	0.0289573
34	0.96902	0.932014	0.0370064
35	1.17175	1.05971	0.112044
36	0.933809	0.91997	0.0138394
37	0.931665	0.892633	0.0390326
38	0.973653	1.02622	-0.0525642
39	0.965401	0.93712	0.0282815
40	0.882043	0.974574	-0.0925307

41	0.951315	0.953396	-0.00208133
42	1.16533	1.11402	0.051308
43	0.976729	0.980832	-0.004103
44	1.01242	0.96195	0.0504732
45	0.938083	0.895269	0.0428142
46	1.04163	1.034	0.00763393
47	1.01882	0.999307	0.0195163
48	1.05688	1.08562	-0.0287388
49	0.880341	0.860703	0.0196376
50	1.08582	1.04503	0.0407914

2- MODELO ESPACIAL TIPO LAG:

Cuadro n° 6: test de normalidad de Wald.

WALD TEST FOR NORMALITY		
DATA SET:	DN91	
VARIABLE	TEST	PROB
R_RRPC86	1.024279	0.59921228

Cuadro n°7: coeficientes de regresión obtenidos utilizando un modelo espacial lag.

SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION							
DATA SET	DN91		SPATIAL WEIGHTS MATRIX		SMTDUI		
DEPENDENT VARIABLE	RRPC86MI	OBS	50	VAR	4	DF	46
R2	0.7167	Sq. Corr.	0.8066				
LIK	84.3442	AIC	-160.688	SC	-153.040		
SIG-SQ	0.00198096	(0.0445080)			
VARIABLE	COEFF	S.D.	z-value	Prob			
W_RRPC86	0.51659	0.044733	11.548303	0.000000			
TMNA86	0.0166642	0.00203232	8.199604	0.000000			
A5	1.19356	0.499019	2.391814	0.016765			
TOT+P	0.179222	0.0458899	3.905474	0.000094			

Cuadro n°8: diagnósticos de especificación modelo espacial lag.

REGRESSION DIAGNOSTICS					
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY					
RANDOM COEFFICIENTS					
TEST	DF	VALUE	PROB		
Breusch-Pagan test	3	7.805643	0.050204		
Spatial B-P test	3	7.805644	0.050204		
DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE					
SPATIAL LAG DEPENDENCE FOR WEIGHTS MATRIX SMTDUI (row-standardized weights)					
TEST	DF	VALUE	PROB		
Likelihood Ratio Test	1	62.267549	0.000000		
LAGRANGE MULTIPLIER TEST ON SPATIAL ERROR DEPENDENCE					
WEIGHT	STAND	ZERO	DF	VALUE	PROB
SMTDUI	yes	no	1	5.221695	0.022307

Cuadro n°9: predicciones y Residuos (lag)

OBS	RRPC86MI	PREDICTED	RESIDUAL
1	1,16146	1,21463	-0,0504458
2	0,890505	0,925078	-0,0324801
3	0,981835	0,958675	0,0268145
4	0,876356	0,893085	-0,00945628
5	0,950263	0,984073	-0,0317746
6	0,877496	0,884747	-0,00594601
7	0,782943	0,843769	-0,0558522
8	1,13004	1,0604	0,060416
9	1,05783	1,03845	0,0223214
10	0,903881	0,886022	0,0245403
11	0,833667	0,945958	-0,102285
12	1,05546	1,02621	0,0273956
13	0,909945	0,903327	0,0121701
14	0,834865	0,876988	-0,0330009
15	0,926283	0,918173	0,0100557
16	0,869483	0,889447	-0,0188825
17	1,20706	1,07718	0,125202
18	0,794984	0,852226	-0,0491048
19	0,967471	0,976502	-0,0058125
20	1,08351	1,10483	-0,0180711
21	1,04976	1,07462	-0,0217693
22	0,886002	0,951146	-0,0529533
23	1,02421	1,05117	-0,0310638
24	0,839047	0,884576	-0,0371488
25	1,06207	1,06213	0,00393814
26	0,894986	0,908851	-0,0120191
27	1,07981	0,994213	0,0817733
28	0,852056	0,863995	-0,0111472
29	1,14018	1,20885	-0,0680586
30	0,872926	0,892913	-0,00888849
31	0,92358	0,960016	-0,0345464
32	1,10408	1,09865	0,00845786
33	0,876356	0,855413	0,0229554
34	0,96902	0,940247	0,0301688
35	1,17175	1,05285	0,123087
36	0,933809	0,921224	0,0138499
37	0,931665	0,896145	0,0377309
38	0,973653	1,03354	-0,0570776
39	0,965401	0,940881	0,0278119
40	0,882043	0,967372	-0,0742308
41	0,951315	0,956925	-0,00425231
42	1,16533	1,10801	0,0496926
43	0,976729	0,984723	-0,00473586
44	1,01242	0,967093	0,0459332
45	0,938083	0,912837	0,0304165
46	1,04163	1,0361	0,004266
47	1,01882	1,00236	0,0167414
48	1,05688	1,09723	-0,0355001
49	0,880341	0,870022	0,0108111
50	1,08582	1,05651	0,0288962

BIBLIOGRAFÍA:

- Anselin Luc, (1988). *Spatial econometrics*, Kluwer Ac., Dordrecht
- Anselin Luc (1994). *SpaceStat TUTORIAL*. A workbook for using SpaceStat in the analisis of spatial data. Regional Research Institute, West Virginia University.
- Anselin Luc (1996) *SpaceStat VERSION 1.80 User's guide*, Regional Research Institute, West Virginia.
- Anselin Luc and Daniel A. Griffith, (1988). "Do spatial effects really matters in regresion analisis?" *Papers of the Regional Science Association* vol 65, pp 11-34.
- Anselin Luc and Sheri Hudak, (1992). "Spatial econometrics in practice, a review of software options." *Regional Science and Urban Economics* 22 pp 509-536.
- Anselin Luc, Anil K Bera, Raymond Florax and Mann J Joon, (1996). "Simple diagnostic test for spatial dependence." *Regional Science and Urban Economics* 26 pp 77-104.
- Anselin Luc, Anil K. Bera, Raymon Florax and Mann J. Yoon, (1996). "Simple diagnostic tests for spatial dependence." *Regional Science and Urban Economics* 26. pp77-104.
- Anselin, L., (1980), "Estimation methods for spatial autorregresive structures." *Regional Science Dissertation and Monograhs series* 8. (Cornell University, Ithaca NY.)
- Anselin, L., (1984), "Specification tests on the structure of interactions in Spatial Econometrics models." *Papers of Regional Science Association* nº54, pp 165-182.
- Anselin, Luc (1992). "Space and applied econometrics" *Regional Science and Urban Economics* 22. pp 307-316.
- Argimón, González-Páramo, Martín y Roldán, (1994), "Productividad e infraestructuras en la economía española". *Moneda y crédito* nº198.
- Arora and Brown (1977), "Alternative approaches to spatial autocorrelation: An improvement over current practice" *International Regional Science Review* nº2. Pp 67-78.
- Aschauer, D., (1989b) "Public investment and Productivity Growths in the group of seven", *Economic Perspectives* (Federal Reserve Bank of Chicago) Septiembre-Octubre, pp17-25.

- Aschauer, D.A., (1989a), "Does public capital crowd out private capital?". *Journal of Monetary Economics* nº24, pp 171-188.
- Aschauer, D.A., (1989a), "Is public expenditure productive?". *Journal of Monetary Economics* 23 pp 177-200.
- Bailey, P., Parisotto A., y Renshaw, G., (1996) "Las multinacionales y el empleo. La economía global de la década de los 90." Informes OIT. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- Banco Bilbao Vizcaya, (varios años). La Renta Nacional y su distribución provincial. Fundación BBV, Bilbao.
- Barro R.J., (1991) "Economic growth in a cross section of countries" *Quarterly Journal of Economics*, 106, Mayo, pp 407-43.
- Bhaduri, A., (1986), "Macroeconomics: the dynamics of commodity production." Radical Economics. Macmillan.
- Biehl, D., (1988) "Las infraestructuras y el desarrollo regional". *Papeles de Economía* nº35.
- Buckley, P.J. y Casson, M.C. (1976) "The future of the multinational enterprise." Macmillan. Londres.
- Bueno Lastra, J., (1990) "Los desequilibrios regionales, teoría y realidad española." Ediciones Pirámide.
- Callejón, M., Costa, M., T., (1996), "Geografía de la producción. Incidencia de las externalidades en la localización de las actividades en España." *Información Comercial Española* nº 754.
- Cliff and Ord (1972), "Testing for spatial autocorrelation among regression residuals." *Geographical Analysis* nº4, pp 267-284.
- Cliff and Ord, (1973), Spatial autocorrelation. Pion . Londres.
- Cliff and Ord, (1981) Spatial processes, models and applications, Pion , Londres.
- Cutanda, A., Paricio, J., (1992), "Crecimiento económico y desigualdades regionales: el impacto de las infraestructuras". *Papeles de Economía Española* nº 51.
- Dabán, T., Lamo, A., (1998) "El papel de la inversión pública en la convergencia regional de la productividad del trabajo" *I Encuentro de Economía Aplicada. Barcelona*.
- De la Fuente, A., (1996), "Infraestructuras y productividad: una evidencia empírica". *ICE Economía de las infraestructuras* nº757 (Octubre 1996).

- De la Fuente, A., (1996), "Inversión pública y redistribución regional: el caso de España en la década de los ochenta". *Papeles de Economía* nº67.
- Draper, M., Hecce, JA., (1994) "Infraestructuras y crecimiento: un panorama". *Revista de Economía Aplicada* nº6, vol. II, pp 129-168.
- Getis Arthur, (1990). "Screening for spatial dependence in regression analysis." *Papers of Regional Science Association* vol 69.
- Gil, C, Pascual,P, y Rapún, M., (1998) "Capital Público, Productividad Regional y efectos desbordamiento". V Encuentro de Economía Pública, Valencia.
- Gramlich, E. "Infrastructure Investment: A Review Essay", (1994) *Journal of Economic Literature*, vol XXXII (September 1994) pp 1176-1196.
- Griffith Daniel A, (1992). "A spatially adjusted N- way ANOVA model" *Regional Science and Urban Economics* 22, pp 347-369.
- Haining R. (1990) . *Spatial data analysis in the social and environment sciences*, Cambridge, Cambridge.
- Hood,N., and Young, S., (1979), "The Economics of Multinational Enterprise." Longman London and New York.
- Kaldor, N., (1963), "Ensayos sobre desarrollo económico." Centro de Estudios Latinoamericanos. 2ª Edición.
- Kaldor, N., (1971), "Ensayos sobre Política Económica." Editorial Tecnos.
- Kaldor, N., (1996), "Causes of growth and stagnation in the world economy". Cambridge University Press. Raffaele Mattioli Lectures.
- Koutsoyiannis A. (1973). *Theory of Econometrics*. Macmillan London.
- Krugman, P., (1991), "Increasing Returns and Economic Geography." *Journal of Economic Policy*, vol 99, nº3.
- Krugman, P., (1995), "Desarrollo, Geografía y Teoría Económica." Edición Antoni Bosch. Massachusetts Institute of Technology.
- Odland John, (1988). *Spatial autocorrelation*. Sage Pub. London.
- Sylos Labini, P., (1966), "Oligopolio y Progreso Técnico." Colección Libros de Economía Oikos.
- Tobler`s, W. R., (1979), *Cellular Geography*. In S. Gale & G. Olson (Eds.) *Philosophy in Geography*. Dordrecht: D. Reidel.
- Vayá Valcarcel, E., (1998), " Una nueva aproximación al estudio de la evolución de la localización espacial de la actividad: los estadísticos de asociación espacial." *I Encuentro de Economía Aplicada*.