

EFFECTOS DEL CAPITAL PÚBLICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD PRIVADA EN ESPAÑA

Álvarez Martínez, María Teresa

Polo Andrés, Clemente¹

Resumen.

En este artículo se analizan los efectos a largo plazo del capital público en la economía española en el periodo 1980-2003. Tras analizar las series producción, capital privado y público y servicios laborales y realizar los contrastes oportunos, se especifica y estima un modelo de vectores autorregresivos (VAR) para 15 sectores productivos y la serie agregada. Una virtud de los modelos VAR es que permiten calcular las elasticidades y productividades del resto de variables ante alteraciones en el capital público considerando endógenas todas ellas y teniendo en cuenta los efectos de retroalimentación. Tanto las estimaciones con la serie agregada como con las series sectoriales muestran efectos positivos sobre la producción privada y especialmente sobre el capital privado, descartando la posibilidad de un efecto expulsión de la inversión privada. En cuanto al factor trabajo, si bien las elasticidades acumuladas indican un efecto sustitución en algunos sectores, las productividades marginales son en general positivas.

Palabras clave: capital público, vectores autorregresivos, análisis sectorial.

Clasificación JEL: C32, E23, H54, O40.

¹M. T. Álvarez (mariateresa.alvarezm@campus.uab.cat), Becaria FPU, y C. Polo (clemente.polo@uab.es), Catedrático de Fundamentos del Análisis Económico, del Dpto. de Economía e Historia Económica de la Universidad Autónoma de Barcelona agradecen la ayuda institucional del Ministerio de Educación y Ciencia, proyecto SEJ2006-11220. Nuestro agradecimiento a A. Estrada y J. D. López Salido que pusieron a nuestra disposición todos los datos necesarios para la elaboración de este artículo y a J. L. Raymond por sus fructíferas conversaciones y sugerencias. Naturalmente, nosotros somos los únicos responsables de los posibles errores del artículo.

1. Introducción

El capital público –carreteras, puertos, canales, vías férreas, aeropuertos, etc.- ha jugado, según los historiadores, un importante papel en la expansión del mercado, la realización de economías de escala y la especialización del trabajo. El capital público acumulado en una economía proporciona servicios que, al poder ser libremente utilizados por las empresas privadas, constituyen una externalidad que altera la tecnología productiva y reduce las cantidades de factores privados que las empresas han de adquirir para alcanzar un determinado nivel de producción.

En las décadas posteriores a la II Guerra Mundial, se realizaron varios intentos de estimar el impacto del capital público en la economía con resultados más bien decepcionantes. A finales de los años ochenta, Aschauer (1989) publicó los resultados de un estudio econométrico con datos de la economía estadounidense que situaban la elasticidad de la producción privada respecto al capital público en torno a 0,4, una magnitud que implicaba una elevadísima productividad marginal del capital público sobre la productividad privada. Desde entonces se han realizado multitud de estudios econométricos utilizando datos temporales y transversales, agregados, sectoriales, regionales e individuales, así como diversas formas funcionales y técnicas econométricas muy variadas. En particular, las series empleadas se han sometido a contrastes estadísticos cada vez más exigentes (estacionariedad, exogeneidad, causalidad, cointegración, etc.) para evitar resultados espurios y la representación de la tecnología con una función Cobb-Douglas extendida (Aschauer (1989), Tatom (1991), Ford y Poret (1991), Munnell (1992), Holtz-Eakin (1994), etc.) ha cedido protagonismo en favor de formulaciones más flexibles de la tecnología (Conrad y Seitz (1994), Nadiri y Mamuneas, (1994), Morrison y Schwartz (1996), Satya (2003), etc.).

La mayoría de los estudios econométricos realizados en España en la década de los 90 han empleado también la función de producción extendida Cobb-Douglas y datos nacionales agregados. Los resultados obtenidos por Bajo y Sosvilla (1993), Argimón, González-Páramo, Martín y Roldán (1993), Mas, Maudos, Pérez y Uriel (1994), García-Fontes y Serra (1994), González-Páramo (1995) y Fernández y Polo (2001) sitúan la elasticidad de la producción privada respecto al capital público en el intervalo 0,2 – 0,6. Además de los problemas específicos atribuibles a la utilización de series temporales, una crítica aplicable a todos ellos (véase, Hulten y Schwab (1992)) es que ignoran la compleja interrelación existente entre capital público (infraestructuras) y crecimiento económico.

En respuesta a las limitaciones de los modelos uniecuacionales, algunos autores han abordado la cuestión estimando modelos de vectores autorregresivos donde todas las variables son endógenas y las elasticidades estimadas reflejan los efectos dinámicos, directos e indirectos, existentes entre la producción, el empleo, el capital privado y el capital público.² Entre los estudios realizados cabe mencionar los de Otto y Voss (1996) para Australia, Batina (1998), Pereira y Flores de Frutos (1999), Pereira (2000) y (2001), Pereira y Andraz (2003) para los EEUU y Pereira y Roca (1998), (2001) y (2003) para España. En el caso español, los resultados obtenidos con datos agregados y para cuatro sectores (Agricultura, Industria, Construcción y Servicios) indican que la acumulación de capital público tiene efectos positivos sobre la producción privada, con elasticidades acumuladas comprendidas entre 0,4 y 0,7 para el conjunto de la economía,³ y sobre el capital privado, con elasticidades comprendidas entre 0,0 y 0,4, a nivel agregado que permiten rechazar la posibilidad de que la inversión pública expulse

² En los modelos VAR, cada variable depende tanto de sus propios valores retrasados como de los valores retrasados de las restantes variables.

³ En la mayoría de los estudios también se encuentra evidencia de causación inversa, es decir, la evolución de la producción privada tiene efectos sobre la evolución del capital público.

a la privada. El efecto sobre el empleo es positivo, con elasticidades en torno a 0.4 a nivel agregado, aunque muy diferentes a nivel sectorial.

En relación con los estudios anteriores, este artículo presenta tres aportaciones de interés. En primer lugar, se presentan los resultados obtenidos al estimar un modelo VAR con datos del período 1980-2003, cuando ningún estudio anterior iba más allá de 1995. En segundo lugar, se emplean también las nuevas series de capital público y privado productivo elaboradas recientemente por el IVIE-FBBVA (2007) que reflejan la cantidad de servicios proporcionados por los distintos activos fijos, en tanto que en los estudios anteriores utilizaban las series de capital neto de depreciación o capital riqueza. Finalmente, se realiza un análisis desagregado para 15 sectores productivos no agrícolas frente a los 4 sectores utilizados por Pereira y Roca.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2, se detalla las características de los datos empleados, los contrastes de raíces unitarias, exogeneidad, cointegración y causalidad realizados antes de proceder a estimar el modelo VAR. Los resultados de simular una perturbación en la cantidad de capital público, tanto a nivel agregado como sectorial, se presentan en la sección 3. Finalmente, el último apartado resume las principales conclusiones alcanzadas.

2. Análisis de datos

A continuación se describe brevemente cada una de las variables empleadas en este estudio, posteriormente se presentan los resultados de los análisis univariantes y de cointegración y, finalmente, se describe el proceso de selección del modelo VAR a estimar.

2.1. Variables y series utilizadas

En este estudio se emplean cinco variables para cuantificar la producción y las cantidades de factores empleadas. La producción privada Y , se aproxima por el valor añadido bruto a coste de factores, los servicios del capital privado, K , y público, KG , por el capital productivo privado y capital público, respectivamente y los servicios de trabajo, por el número de ocupados, O , o el número de horas totales trabajadas, H . Las series de VABcf en base 2000 utilizadas en este estudio para 15 ramas son las elaboradas por Estrada y López-Salido (2004) para el periodo 1980-2003 obtenidas enlazando las cifras de Contabilidad Nacional en base 1986, 1995 y 2000.⁴ Las 15 ramas productivas no agrícolas contempladas son: Energía (EN), Metalurgia y productos metálicos (I1), Productos minerales no metálicos (I2), Industria química (I3), Maquinaria y equipo mecánico (I4), Equipo de transporte (I5), Alimentación, bebida y tabaco (I6), Industria textil (I7), Otras manufacturas (I8), Papel (I9), Plástico y caucho (I10), Construcción (CO), Hostelería, comercio y servicios de reparación (S1), Transporte y comunicaciones (S2) y Otros servicios de mercado (S3).⁵

Para cuantificar los servicios del capital, privado y público, se utilizan las series de capital productivo recientemente publicadas por la Fundación BBVA (2007).⁶ A diferencia de las series disponibles hasta ahora, la nueva metodología distingue entre las

⁴ El enlace de las magnitudes de la Contabilidad Nacional es una cuestión delicada pues el nivel de desagregación y el orden seguido al enlazar las series afectan al resultado final. Estrada y López-Salido siguen el procedimiento de Corrales y Taguas (1989) que asigna la discrepancia entre la serie agregada y la suma de sus componentes distribuyéndola proporcionalmente entre estos.

⁵ Al igual que en otros estudios se ha excluido Agricultura con el fin de evitar los problemas generados (véase, Balmaseda y Melguizo, 2007) por el particular comportamiento de este sector productivo. También se han excluido los Servicios de no mercado al no seguir los precios de mercado e Instituciones Financieras por las dificultades que comporta (véase, Estrada y López-Salido, 2001) estimar su producción.

⁶ *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial 1964-2005: nueva metodología*. Bilbao: Fundación BBVA. Las series de capital privado no incluyen el capital residencial, a pesar de que este genere servicios para el sector turístico. La exclusión de estas infraestructuras en las series de capital productivo es un criterio generalmente aceptado en estudios internacionales y el que también han utilizado los autores del estudio.

series de capital y las series de servicios de capital o capital productivo,⁷ resultando innecesario en este segundo caso corregir las cifras de capital por un índice de utilización de capacidad como se hacía hasta ahora. La información disponible para 43 ramas de actividad se ha agrupado en dos categorías, incluyendo en la de capital público las carreteras, infraestructuras hidráulicas, ferrocarriles, aeropuertos, puertos e infraestructuras urbanas propiedad de las AAPP. Las autopistas de peaje y el capital propiedad de entes públicos con gestión privada (RENFE, FEVE, etc.) se han incluido en capital privado.

Por último, los servicios del trabajo se aproximan por dos series alternativas, número de ocupados, O , y número de horas trabajadas, H , estimadas por Estrada y López-Salido a partir de las cifras de Contabilidad Nacional y la Encuesta Salarial, respectivamente. En principio, las horas trabajadas resulta una variable más apropiada para medir los servicios del trabajo que el número de personas ocupadas que hasta ahora había sido utilizada en todos los estudios realizados para estimar el impacto del capital público sobre la productividad privada en España.

2.2. Contrastes de raíces unitarias y estacionariedad

Como es bien sabido, la utilización de series temporales no estacionarias para estimar los coeficientes de un modelo puede llevar a conclusiones espurias cuando las series presentan raíces unitarias y no están cointegradas, siendo necesario, en este caso, diferenciar las series antes de proceder a estimar las ecuaciones. El Cuadro 1 presenta los resultados obtenidos al realizar los contrastes para todas las series agregadas y sectoriales, así como para las primeras diferencias (D).

⁷ En publicaciones anteriores de la Fundación BBVA, el concepto de capital productivo se empleaba para denotar al capital que Aschauer (1989) había denominado “capital básico” (carreteras, infraestructuras hidráulicas, ferrocarriles, aeropuertos, etc.), mientras que ahora denota el flujo de servicios del capital (privado y público).

Para las series agregadas, se presentan tres contrastes, los dos primeros, Dickey-Fuller aumentado (ADF) y Phillips-Perron (PP), contrastan la hipótesis nula de existencia de una raíz unitaria y el Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS), la estacionariedad de las series. Para las series originales, los contrastes ADF y PP no permiten rechazar la hipótesis nula de que hay raíces unitarias y el contraste KPSS permite rechazar que las series son estacionarias. Los resultados contrarios se obtienen para las series diferenciadas de producción y empleo, no pudiéndose rechazar la hipótesis de existencia de una raíz unitaria con los dos contrastes en el caso del capital público, aunque tampoco se rechaza la estacionariedad.⁸ En conjunto, los resultados de los contrastes sugiere la conveniencia de elegir una especificación de las variables en primeras diferencias

Cuadro 1. Contrastes de raíces unitarias y estacionariedad

	Variables agregadas*			Variables sectoriales**				
	ADF	PP	KPSS	Breitung	Hadri	IPS	ADF	PP
$\ln Y_t$	-0.422 (-3.001)	-0.391 (-2.998)	0.693 (0.463)	1.147 (0.874)	12.765 (0.000)	5.059 (1.000)	6.365 (1.000)	4.418 (1.000)
$D(\ln Y_t)$	-6.302 (-3.052)	-2.339 (-3.004)	0.124 (0.463)	-6.255 (0.000)	1.415 (0.078)	-9.046 (0.000)	132.28 (0.000)	178.98 (0.000)
$\ln K_t$	1.900 (-3.029)	2.258 (-2.998)	0.708 (0.463)	2.702 (0.996)	13.718 (0.000)	6.506 (1.000)	1.460 (1.000)	4.670 (1.000)
$D(\ln K_t)$	-4.045 (-3.029)	-1.653 (-3.004)	0.340 (0.463)	-2.210 (0.013)	3.307 (0.000)	-3.476 (0.000)	61.501 (0.000)	41.658 (0.000)
$\ln KG_t$	-1.947 (-3.004)	-0.640 (-2.998)	0.702 (0.463)	-	-	-	-	-
$D(\ln KG_t)$	-1.467 (-3.012)	-1.503 (-3.004)	0.178 (0.463)	-	-	-	-	-
$\ln O_t$	1.341 (-3.040)	0.525 (2.998)	0.633 (0.463)	-0.999 (0.158)	11.000 (0.000)	2.592 (0.995)	20.480 (0.903)	17.411 (0.967)
$D(\ln O_t)$	-3.522 (-3.052)	-2.324 (-3.004)	0.268 (0.463)	-3.140 (0.000)	2.118 (0.017)	-7.751 (0.000)	114.05 (0.000)	81.817 (0.000)
$\ln H_t$	1.810 (-3.040)	0.329 (-2.998)	0.581 (0.463)	0.260 (0.602)	12.442 (0.000)	0.131 (0.552)	42.004 (0.071)	42.132 (0.069)
$D(\ln H_t)$	-4.171 (-3.029)	-2.179 (-3.004)	0.339 (0.463)	-2.278 (0.011)	4.651 (0.000)	-6.530 (0.000)	97.189 (0.000)	85.564 (0.000)

Variables: Y_t valor añadido bruto a coste de factores, K_t : capital productivo privado, KG_t : capital productivo público, O_t : número de ocupados y H_t horas totales trabajadas por los ocupados.
* Los valores críticos de los contrastes aparecen en paréntesis.
** Las probabilidades de rechazar o no rechazar la hipótesis nula aparecen en paréntesis, si son inferiores a 0.05 se rechaza la hipótesis nula.

⁸ La ambigüedad de los contrastes pudiera deberse al pequeño número de observaciones disponibles.

Para las variables sectoriales se presentan cinco contrastes diferentes de raíces unitarias para datos de panel cuyos resultados aparecen también en el Cuadro 1.⁹ Los contrastes de Breitung (2000), Hadri (1999), Im, Pesaran y Shin (2003), Fisher-ADF y Fisher-PP (Maddala and Wu (1999) y Choi, (2001)) son similares a los habitualmente aplicados a series individuales, si bien poseen mayor potencia para rechazar falsas hipótesis nulas. El primer contraste asume como hipótesis nula la existencia de una raíz unitaria común a todos los sectores productivos, el segundo la no existencia de raíces unitarias comunes y los tres últimos la existencia de raíces unitarias individuales en cada uno de los sectores. El contraste de Breitung al 5% de significación no permite rechazar la hipótesis nula de existencia de una raíz unitaria común, un resultado coincidente con el contraste de Hadri que rechaza la hipótesis nula de no existencia de raíces unitarias comunes entre las series de los diferentes sectores productivos. Los tres contrastes, IPS, Fisher-ADF y Fisher-PP, también sugieren que las series son integradas de primer orden. En consecuencia, el modelo VAR debe estimarse en primeras diferencias (Phillips, 1998), ya que otro caso las funciones impulso respuesta serían inconsistentes a largo plazo.

2.3. Contrastes de cointegración

Completado el análisis univariante de las series se contrasta si existe algún tipo de relación a largo plazo entre ellas. El contraste empleado es el de Johansen (1988, 1991) y los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 2. Primero se contrasta la hipótesis nula de no existencia de relaciones de cointegración, si no se puede rechazar

⁹ Los contrastes realizados, incluyen una constante como componente determinístico. Por razones de espacio, únicamente se presentan en el Cuadro 1 los resultados del estadístico global sectorial, si bien los estadísticos para cada uno de los sectores también están disponibles.

esta hipótesis se contrasta la existencia de una relación de cointegración, y así sucesivamente hasta que la hipótesis nula es rechazada.¹⁰

Cuadro 2. Contraste de cointegración de Johansen

Sectores ¹	Hipótesis nula				Relaciones cointegración
	$H_0:r=0$	$H_0:r=1$	$H_0:r=2$	$H_0:r=3$	
En Energía	52,605	23,772	7,4895	0,038	1
I1 Metalurgia y Prod. metálicos	67,989	27,651	10,780	3,362	1
I2 Prod. minerales no metálicos	90,955	38,470	17,355	5,648	4
I3 Industria química	58,204	33,500	12,316	2,138	2
I4 Maquinaria y equip. eléctrico	90,657	49,539	20,104	7,920	4
I5 Fabricación material transporte	76,670	42,977	12,096	2,693	2
I6 Alimentación, bebida y tabaco	83,769	44,797	14,897	2,470	2
I7 Textil y calzado	58,383	33,258	17,090	4,508	4
I8 Manufacturas diversas	92,678	34,731	8,1165	0,066	2
I9 Industria del papel	67,222	35,392	12,185	0,596	2
Co Construcción	78,365	23,976	11,445	1,901	1
S1 Hostelería, comercio y reparación	91,635	52,249	18,359	4,774	4
S2 Transportes y Comunicaciones	75,752	42,333	15,555	0,248	3
S3 Otros servicios de mercados	56,356	23,643	8,2871	0,059	1
Agregado	73,030	30,548	14,214	0,044	2
Valores críticos	47,856	29,797	15,494	3,841	

Como puede comprobarse, el número de relaciones de cointegración varía entre 1 y 4 según los sectores. Cuando el número de relaciones de cointegración es igual al de variables utilizadas en el modelo, la estimación del modelo VAR podría hacerse en niveles, como ocurre en los sectores Productos minerales no metálicos (I2), Maquinaria (I4), Textil (I7), Plástico y caucho (I10) y Hostelería, comercio y reparación (S1). Salvo en el sector Transportes y comunicaciones don de aparecen 3 vectores de cointegración, el resto de sectores presenta 1 ó 2 vectores, requiriéndose tanto en este último caso como cuando hay 3 establecer una serie de restricciones para poder interpretar las relaciones de largo plazo. A la vista de la disparidad en el número de vectores, el hecho

¹⁰ Los resultados que aparecen en el Cuadro 2 son los obtenidos cuando el empleo se aproxima por el número de ocupados, si bien las conclusiones son similares a las obtenidas al utilizar el número de horas trabajadas. La principal diferencia entre ambas son los valores de los estadísticos del contraste de la traza, que en este caso no afectan al número de relaciones de cointegración. Dependiendo de cada uno de los sectores las relaciones de cointegración varían entre 1 y 4.

de que el contraste de Johansen tienda a sobreestimar el número de relaciones de cointegración,¹¹ y que las relaciones de largo plazo al imponer varias restricciones de identificación resultan poco creíbles, se ha optado por estimar los modelos VAR con variables estacionarias en primeras diferencias.

2.4. Selección y especificación del modelo VAR.

En la estimación de un modelo VAR es necesario determinar previamente el número de retardos a incluir para cada una de las variables. En la literatura econométrica existen diferentes criterios de selección para determinar el número óptimo de desfases, habiendo optado aquí por los criterios de información de Akaike (AIC) y Schwartz (SC) y el de selección de Hannan y Quinn (HQ). Asintóticamente, el AIC sobreestima el número de retardos con probabilidad positiva mientras que los otros dos lo estiman consistentemente incluso si las variables presentan raíces unitarias.

En el Cuadro 3 aparecen los resultados para cada uno de los sectores y también para el agregado. Mientras el criterio SC determina que incluir un retardo es la elección óptima en 11 sectores, el número se reduce a 7 con el criterio de HQ y a 4 con el criterio AIC, aunque este último, como ya hemos mencionado, tiende a sobre estimar el número de retardos. No obstante, habida cuenta del escaso número de observaciones disponibles, se ha preferido incluir un único retardo y proceder posteriormente a contrastar la inexistencia de autocorrelación en los residuos, al igual que las hipótesis de heterocedasticidad y normalidad.

Puesto que el contraste de autocorrelación LM no rechaza la hipótesis nula de no autorrelación ni para los datos agregados, ni para todos los sectores a excepción de Industrias manufactureras (I8), el modelo se ha estimado incluyendo un solo retardo. En

¹¹ Es lo que sugiere el hecho de que al simular una perturbación del capital público el proceso no tienda a agotarse, lo que estaría indicando que las variables son no estacionarias.

cuanto a la heterocedasticidad, el contraste de White sugiere que no hay signos de heterocedasticidad residual. Por último, tampoco se puede rechazar la hipótesis nula de normalidad.¹²

Cuadro 3. Especificación del modelo VAR

Sectores	Criterios de selección de retardos			Número retardos	Contrastes de especificación ¹ (probabilidades)		
	AIC	SC	HQ		Autocorrelación	Heterocedaticidad	Normalidad
EN	2	1	2	1	0,114	0,236	0,477
I1	1	1	1	1	0,107	0,255	0,176
I2	2	2	2	1	0,050	0,279	0,391
I3	1	1	1	1	0,485	0,330	0,301
I4	2	2	2	1	0,086	0,339	0,251
I5	2	1	1	1	0,610	0,262	0,359
I6	2	1	1	1	0,109	0,318	0,149
I7	1	1	1	1	0,847	0,346	0,264
I8	2	2	2	1	0,001	0,272	0,185
I9	2	1	2	1	0,113	0,277	0,386
I10	1	1	1	1	0,196	0,251	0,331
CO	2	1	1	1	0,814	0,315	0,204
S1	2	1	2	1	0,253	0,214	0,314
S2	2	1	2	1	0,345	0,285	0,161
S3	2	2	2	1	0,111	0,242	0,187
Agregado	2	1	2	1	0,208	0,333	0,429

¹ Los números que aparecen en el cuadro indican la probabilidad de rechazar o no rechazar la hipótesis nula. Si las probabilidades son inferiores al 0.05 se rechaza la hipótesis nula.
Sectores: ver Cuadro 2.

Una de las ventajas del modelo VAR respecto a la estimación de funciones de producción es que trata todas las variables como endógenas. Para comprobar si esta hipótesis resulta adecuada en el caso del capital público, se ha contrastado si la tasa de crecimiento del capital público puede ser considerada como una variable exógena¹³. Los resultados que aparecen en el Cuadro 4 permiten concluir que, si bien hay diferencias entre sectores, la tasa de crecimiento del capital público no se puede considerar exógena cuando se incluye un retardo en el modelo VAR. Lo mismo sucede para la variable

¹² Al igual que ya sucedía con el contraste de Johansen, los resultados se mantienen si en lugar de utilizar los ocupados como variable representativa del empleo utilizamos el número de horas totales trabajadas por los ocupados.

¹³ El contraste de causalidad de Granger se ha realizado siguiendo una aproximación multivariante, contrastando la exogeneidad en bloque de las variables en primeras diferencias.

capital privado en la mayor parte de sectores, no así para el empleo y la producción privada, donde no se rechaza la hipótesis nula de exogeneidad para muchos sectores productivos. A nivel agregado las variables no deben ser tratadas como exógenas al 5% de significación.

Cuadro 4. Causalidad de Granger: contraste de exogeneidad en bloque de Wald

Sectores	DY(t)		DK(t)		DKG1(t)		DO(t)	
	Estad.	Prob.	Estad.	Prob.	Estad.	Prob.	Estad.	Prob.
EN	0.746	0.862	4.590	0.204	2.893	0.408	9.935	0.019
I1	2.534	0.469	3.786	0.285	7.973	0.046	0.482	0.922
I2	1.428	0.699	15.34	0.001	11.248	0.010	0.827	0.842
I3	1.012	0.798	2.135	0.544	2.411	0.491	1.792	0.616
I4	1.247	0.741	14.62	0.002	7.000	0.071	1.203	0.752
I5	4.502	0.212	13.48	0.003	1.417	0.701	16.85	0.000
I6	3.568	0.311	5.841	0.119	6.599	0.085	1.414	0.702
I7	0.169	0.982	8.385	0.038	4.083	0.252	4.259	0.234
I8	4.464	0.215	26.21	0.000	14.237	0.002	3.792	0.284
I9	2.334	0.506	3.464	0.325	8.581	0.035	2.937	0.401
I10	1.358	0.715	1.715	0.633	16.146	0.001	0.252	0.968
CO	4.355	0.225	8.422	0.038	7.221	0.065	7.932	0.047
S1	8.617	0.034	7.475	0.058	10.695	0.013	2.860	0.413
S2	5.892	0.116	0.726	0.867	1.526	0.676	1.712	0.634
S3	0.831	0.841	7.539	0.056	12.414	0.006	2.229	0.526
Agregado	14.212	0.002	37.069	0.000	9.020	0.029	9.115	0.027

Variables: DY(t): tasa de crecimiento del valor añadido bruto a coste de factores, DKG(t): tasa de crecimiento del capital productivo público, DK(t): tasa de crecimiento del capital productivo privado, DO(t): tasa de crecimiento del número de ocupados.
Sectores: ver Cuadro 2.

3. El modelo VAR: análisis empírico

Como se ha mencionado en la introducción, la principal ventaja de los modelos VAR es que además de considerar todas las variables endógenas permiten estimar funciones impulso-respuesta que muestran la evolución temporal de las variables endógenas cuando se altera de forma aleatoria el valor de equilibrio de una de ellas. Empleando estas funciones resulta posible calcular las elasticidades y productividades marginales acumuladas hasta que el efecto de la perturbación se agota, teniendo en cuenta todas las posibles interacciones dinámicas entre las variables.

En un modelo VAR, la evolución de una variable se explica tanto por sus valores pasados como por los valores pasados de las demás variables endógenas.

$$X_t = A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + A_p X_{t-p} + \Phi D_t + \xi_t$$

Donde $X_t \equiv (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt})'$ es un conjunto de variables endógenas, A_j es una matriz cuadrada de coeficientes autorregresivos para $j=1,2,\dots,p$, y Φ un matriz de coeficientes determinísticos. ξ_t es el vector de errores. El modelo en nuestro caso incluye cuatro variables, la producción privada, el capital productivo privado y público y la ocupación, expresadas en diferencias logarítmicas¹⁴, y el objetivo es estimar las elasticidades y productividades acumuladas de la producción privada, el capital privado y el empleo cuando se incrementa en 1 punto porcentual la tasa de crecimiento del capital público. El horizonte temporal contemplado es de 25 años, tiempo suficiente para que el impacto de una perturbación del capital público sobre las demás variables se desvanezca.

3.1. Identificación del modelo

Una vez que el modelo está correctamente especificado, para poder realizar una interpretación estructural es necesario identificarlo resolviendo la dificultad que plantea el hecho de que los errores estén correlacionados. Para sortear esta dificultad, se ordenan las variables mediante la descomposición de Cholesky de manera que la primera concentra los efectos comunes y no responde contemporáneamente a la evolución de las restantes, la segunda responde sólo a la primera, la tercera a las dos primeras y así sucesivamente, con el objetivo de obtener una matriz residual diagonal.

¹⁴ Se utilizan diferencias logarítmicas porque para obtener funciones impulso-respuesta estables se requiere que las variables sean estacionarias.

Puesto que la ordenación elegida influye en los resultados resulta importante que la ordenación respete la lógica económica.

En este estudio se ha elegido el mismo orden que en Pereira y Flores de Frutos (1998), Pereira y Roca (2001), Pereira y Andraz (2003) y Kamps (2004), suponiendo que el capital público es la primera variable del sistema y, por tanto, que no reacciona a cambios contemporáneos de otras variables pero sí a cambios producidos en periodos anteriores. El capital productivo privado no está afectado contemporáneamente ni por el número de ocupados ni por la producción privada, pero si por los cambios que se producen en el capital público. Finalmente el empleo (número de ocupados u horas trabajadas por los ocupados) está afectado contemporáneamente por el capital privado y público mientras que la producción privada está afectada por los cambios que se generen en todas las variables.

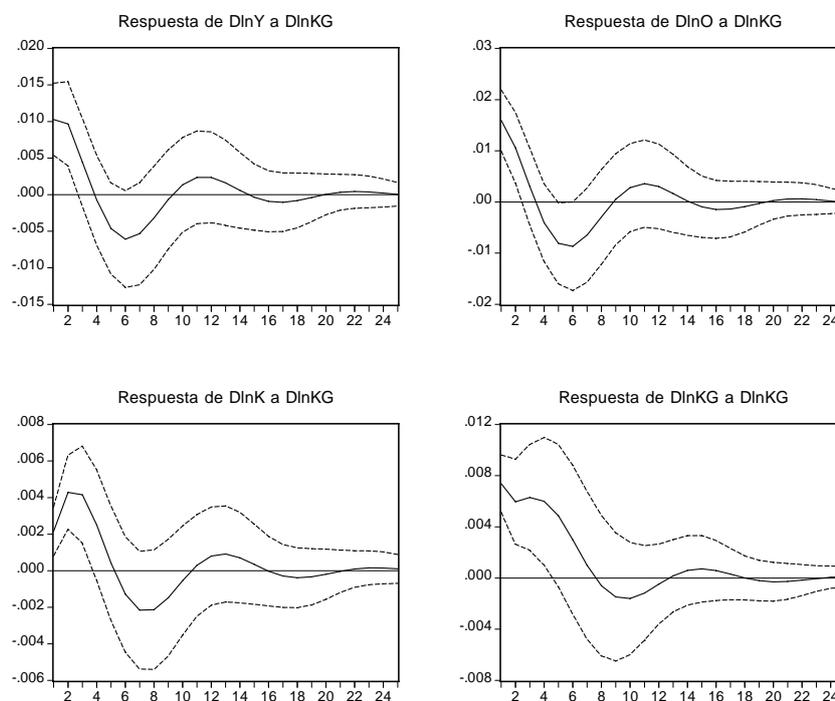
La ordenación de las variables elegida se justifica por el tiempo de maduración que implica la puesta en marcha de políticas públicas. Parece lógico asumir que la inversión pública, y por tanto el nivel de capital público, se planea con cierta antelación y no resulta fácil alterar las decisiones en función de la evolución contemporánea de las demás variables económicas. En otras palabras, la reducción de la actividad puede recortar los ingresos públicos y generar una caída en las inversiones de carreteras del año siguiente, pero no en el año en que se produce

3.2. Elasticidades estimadas

El modelo VAR se ha estimado empleando la serie agregada y las series de los 15 sectores e incluyendo una constante y una tendencia que resultan significativas en la mayoría de los sectores. En todos los casos, los servicios de trabajo se han aproximado por las dos variables disponibles, número de ocupados y horas totales. Las funciones

impulso-respuesta¹⁵ para las series agregadas a partir de las cuales se obtienen las elasticidades acumuladas cuando aumenta 1 punto porcentual la tasa de crecimiento del capital público aparecen en el gráfico 1. El Cuadro 5 presenta los valores de las elasticidades acumuladas. A nivel agregado, un incremento en la tasa de crecimiento del capital público tiene efectos positivos sobre las demás variables, especialmente sobre la producción privada, 0.292-0.326, aunque sin alcanzar los valores tan elevados, 0.5-0.7, obtenidos por Pereira y Roca (2001) y Roca y Pereira (1998) respectivamente, para el periodo temporal 1970-1993. Obsérvese también que a nivel agregado la variable empleo utilizada no altera sustancialmente las conclusiones, si bien el impacto del capital público sobre el empleo resulta algo mayor y sobre la producción privada algo menor cuando la variable empleada son horas trabajadas.

Gráfico 1. Funciones impulso-respuesta de las variables agregadas



¹⁵ Las funciones impulso-respuesta presentadas se refieren a las series agregadas, aunque están disponibles para todos los sectores a petición del lector. En los gráficos se emplea el número de ocupados como variable del empleo, no obstante la evolución de las variables es la misma si se emplea en número de horas trabajadas.

Las elasticidades estimadas varían considerablemente según los sectores y también según la variable utilizada para aproximar los servicios laborales, si bien en este último caso, los signos se mantienen en casi todos los sectores. En general, los resultados obtenidos indican la existencia de un efecto positivo sobre la producción¹⁶ (en 11 sectores) y el capital privado (en 14 sectores) y un efecto negativo sobre los servicios laborales de algunos casos (en 7 sectores). Destacan por su importancia cuantitativa el valor de las elasticidades de la producción respecto al capital público en los sectores Productos minerales no metálicos con una elasticidad de 1,862 (1,850)¹⁷, Industrias manufactureras diversas¹⁸, 1,484 (1,496) y Transportes y comunicaciones (S2), 1,058 (1,052), cuando la variable es el número de ocupados (horas trabajadas). En cuanto a la respuesta del capital privado, la elasticidad acumulada más elevada se observa en el sector de Material de transporte, 1,840 (1,956), Industria del papel, 1,113 (1,127), Industria del caucho 0,934 (0,971) y Productos minerales no metálicos 0,848 (0,863). En conjunto, los resultados anteriores avalan la razonable hipótesis de que la construcción de nuevas carreteras, infraestructuras ferroviarias y portuarias, etc., estimula la producción y la acumulación de capital privado en sectores como Productos minerales no metálicos, Material de Transporte, Transporte y comunicaciones, etc.

En cuanto al empleo, destacan las elasticidades positivas en Construcción 1,069 (1,005), Otros servicios de mercado 0,664 (1,103) y Productos minerales no metálicos 0,602 (0,900). Por otra parte, los efectos negativos más importantes se observan en

¹⁶ Hay cinco sectores que presentan una elasticidad acumulada de la producción respecto al capital público negativa: I1, metalurgia y productos metálicos, I3, industria química, I5, fabricación de material de transporte, I9, industria del papel y S1, Hostelería, comercio y reparación. En realidad, los efectos de una alteración del capital público sobre la producción de estos sectores es prácticamente nula. El problema es que a la hora de calcular las elasticidades acumuladas esto se traduce en una elasticidad negativa, cuando en realidad debería interpretarse como si fuese una elasticidad acumulada casi nula. Problemas similares encuentran Pereira y Andraz (2003) para algunos sectores en EEUU, Pereira y Roca (2003) para algunas regiones españolas y Kamps (2004) para algunos países europeos.

¹⁷ La primera cifra corresponde al modelo estimado con el número de ocupados y la que aparece en paréntesis con el número de horas.

¹⁸ Como consecuencia de los deficientes resultados obtenidos en el contraste de autocorrelación realizados para este sector productivo el valor de su elasticidad debe tomarse con cierta precaución.

Material de transporte -1,008 (-1,249), Maquinaria y equipo -0,694 (-0,497) y Energía -0,422 (-0,250). A pesar de esta disparidad sectorial, el efecto agregado sobre el empleo es claramente positivo, 0,270 (0,369).

Cuadro 5. Elasticidades acumuladas respecto al capital público a largo plazo

Sectores	Ocupados			Horas totales ocupados		
	Y(t)	K(t)	L(t)	Y(t)	K(t)	L(t)
EN	0,479	-0,349	-0,422	0,481	-0,330	-0,250
I1	-0,253	0,328	-0,077	-0,290	0,301	-0,303
I2	1,862	0,848	0,602	1,850	0,863	0,900
I3	-0,447	0,588	-0,092	-0,490	0,513	0,189
I4	0,134	0,505	-0,694	0,099	0,534	-0,497
I5	-0,181	1,840	-1,008	-0,425	1,956	-1,249
I6	0,127	0,375	-0,288	0,074	0,348	-0,154
I7	0,324	0,456	-0,078	0,280	0,403	0,004
I8	1,484	0,752	0,326	1,496	0,509	-0,023
I9	-0,361	1,113	0,536	-0,357	1,127	0,840
I10	0,423	0,934	0,554	0,480	0,971	0,846
CO	0,293	0,346	1,069	0,282	0,341	1,005
S1	-0,447	0,300	-0,238	-0,558	0,247	-0,145
S2	1,058	0,166	0,243	1,052	0,086	0,347
S3	0,441	0,345	0,664	0,368	0,312	1,103
Agregado	0,326	0,267	0,270	0,292	0,250	0,369
Sectores: ver Cuadro 2.						

3.2. Productividades marginales acumuladas

A partir de los valores estimados de las elasticidades acumuladas, se pueden obtener las correspondientes productividades marginales acumuladas de la producción, el capital privado y el empleo ante una variación unitaria del capital público. En el Cuadro 6, aparecen los valores de las productividades marginales obtenidos al aumentar un euro el capital público empleando las dos series de servicios laborales, número de ocupados y horas trabajadas.

Cuadro 6. Productos marginales acumulados respecto al capital

Sectores	Ocupados			Horas totales ocupados		
	Y(t)	K(t)	L*(t)	Y(t)	K(t)	L**(t)
EN	0,035	-0,162	-0,269	0,035	-0,153	-268
I1	-0,018	0,094	-0,138	-0,020	0,086	-104
I2	0,065	0,123	0,547	0,064	0,125	1.420
I3	-0,020	0,079	-0,064	-0,022	0,069	250
I4	0,007	0,057	-1,169	0,006	0,061	-1.525
I5	-0,009	0,211	-1,276	-0,021	0,224	-2.830
I6	0,008	0,096	-0,593	0,005	0,089	-549
I7	0,011	0,034	-0,138	0,009	0,030	12
I8	0,049	0,049	0,471	0,050	0,033	-65
I9	-0,014	0,113	0,519	-0,014	0,114	1.424
I10	0,008	0,052	0,305	0,009	0,054	802
CO	0,063	0,087	7,639	0,060	0,085	14.410
S1	-0,221	0,199	-3,741	-0,276	0,164	-4.428
S2	0,197	0,126	1,047	0,196	0,065	2.703
S3	0,327	0,378	6,707	0,272	0,342	30.219
Suma sectores	0,489	1,541	9,846	0,354	1,394	41.470
Agregado	0,711	1,228	13,795	0,636	1,147	38.707

Nota: el nombre de los sectores aparece en el Cuadro 2.
* Variación del número de ocupados cuando se incrementa el capital público en un millón de euros
** Variación en horas trabajadas cuando se incrementa el capital público en un millón de euros

Con las series agregadas y aproximando los servicios laborales por el número de ocupados (horas trabajadas), la producción del sector privado aumenta en 0,711 (0,636) euros por cada euro adicional invertido en capital público, una cifra en todo caso muy inferior a 5,5, el valor estimado por Pereira y Roca (2001). Más potentes son los efectos sobre el capital privado, 1,228 (1,147) que sugieren que por cada euro invertido en capital público se invierte más de 1 euro en capital privado. Finalmente, los efectos sobre el empleo indican que 1 millón de euros invertido en capital público genera 13,795 ocupados o 38.707 horas trabajadas.

A nivel sectorial, destacan el aumento de la producción en los sectores¹⁹ de Otros servicios de mercado, 0,327 (0,272) y Transportes y comunicaciones 0,197 (0,196). El hecho de que el efecto total sobre el conjunto de sectores, 0,489 (0,354), sea

¹⁹ En este cuadro se puede observar como los sectores que presentaban una elasticidad acumulada negativa de la producción respecto al capital público tienen en general una productividad marginal negativa prácticamente nula.

inferior al obtenido con datos agregados podrían achacarse a la presencia de efectos desbordamiento, si, como es plausible, los efectos del capital público en un sector no se agotan en el propio sector sino que se transmiten a través de él a otros sectores.

Los valores de las productividades dependen del valor de la elasticidad y del tamaño relativo de cada sector, pudiendo ocurrir que una rama, pese a tener un peso relativamente pequeño en el total, presente productividades marginales acumuladas muy altas y acapare una proporción significativa de los beneficios generados por un aumento del capital público. Es el caso del sector de Productos minerales no metálicos (I2) que, a pese a su escaso peso (1,61 por ciento) sobre la producción total, presenta una elevada elasticidad, 1,862, y una productividad marginal de 0,065 equivalente al 8,4 por ciento de los beneficios totales generados por el aumento del capital público.²⁰ Comentarios similares pueden hacerse de Otras industrias manufactureras (I8) que, con una elasticidad acumulada de 1,484 y un peso del 1,54 por ciento, presenta una productividad marginal de 0,049 que supone el 6,40 por ciento de los beneficios generados. Hay sectores, como Otros servicios de mercado (S3) que, merced a su elevada participación en la producción (34,05 por ciento) acapara el 42,5 por ciento de los beneficios a pesar de que la elasticidad sea mucho más baja. Asimismo importantes, resultan los beneficios de Transportes y comunicaciones (S2) que presenta una elasticidad elevada (1,058), una participación intermedia (9,0%) y recibe el 25,6 por ciento de los beneficios generados. En el caso opuesto se encuentra Hostelería, comercio y servicios de reparación (S1) que con un peso en la economía de 23% no se ve positivamente afectado por un incremento del capital público.

Las productividades marginales acumuladas más elevadas del capital privado respecto al capital público se observan en cuatro sectores. A los dos ya mencionados,

²⁰ Estas cifras y cálculos corresponden a las estimaciones con el número de ocupados.

Otros servicios de mercado 0,378 (0,342) y Transportes y Comunicaciones, 0,126 (0,065), hay que añadir Fabricación de material de transporte 0,211 (0,224) y Hostelería, comercio y reparación, 0,199 (0,164). Los efectos sobre el sector de la construcción (CO) son mucho más pequeños, 0,087 (0,085). Sin embargo, si comparamos el tamaño de cada sector productivo con los beneficios obtenidos por la simulación del shock, se observa que el más beneficiado es el sector de material de transporte (I5) con una participación en el capital privado de 2,5 por ciento y unos beneficios del 12,4 por ciento. En el lado opuesto está el sector energético (EN) que, pese a su importancia relativa (10 por ciento), presenta una productividad marginal acumulada negativa.

En cuanto al empleo, Construcción (CO) es el sector que registra el mayor aumento en el número de ocupados, 7,639, cuando aumenta en 1 millón de euros el capital público. Aunque el sector únicamente emplea al 14 por ciento de los ocupados, genera el 44 por ciento de los 17,235 nuevos empleos generados. En sentido contrario destaca Hostelería, comercio y reparación (S1) que pese a ocupar el 30 por ciento del total presenta una contracción importante del empleo (-3,741) tras el aumento del capital público. Estos resultados no difieren sustancialmente de los obtenidos al aproximar los servicios laborales con el número de horas trabajadas, si bien en este caso la ordenación de los sectores en que se crea más empleo se invierte, situándose en primer lugar Otros servicios de mercado y en segundo lugar Construcción. Las diferencias en el peso de estos dos sectores en la variable empleo son mayores si se emplea la serie temporal horas trabajadas que la serie número de ocupados. Utilizando la variable horas trabajadas es mayor el porcentaje sobre el total de horas trabajadas del sector Otros servicios de mercado que del sector construcción. Además, como ya se menciona anteriormente la elasticidad del empleo privado respecto al capital público es

mayor en el sector Otros servicios de mercado que en el sector construcción cuando se emplea el número de horas trabajadas. Lo contrario sucede con el número de ocupados.

En este estudio, al igual que en análisis previos, existe una cierta diferencia entre las productividades marginales agregadas y la suma de las productividades marginales sectoriales que como se ha comentado pueden tener su origen en la imposibilidad de captar los efectos desbordamiento al analizar cada sector independientemente.

4. Conclusiones

El objetivo principal de este artículo ha sido estimar a nivel desagregado el impacto de la acumulación de capital público sobre la producción, el capital privado y el empleo en la economía española. A diferencia de la mayoría de los estudios realizados basados en la función de producción Cobb-Douglas extendida, las elasticidades y productividades que se presentan aquí se han obtenido estimando modelos VAR que tratan todas las variables como endógenas y permiten captar los efectos de retroalimentación de las variables tras una perturbación. Al impacto directo que puede tener el capital público sobre el resto de variables tras una perturbación, hay que sumar los efectos cruzados entre las otras variables hasta que la perturbación se agota con el paso del tiempo,

Para ello se han utilizado series de 15 sectores productivos no agrarios correspondientes el periodo 1980-2003 elaboradas por Estrada y López Salido (2004). Asimismo, se ha estimado también un modelo con series agregadas.

Con el objetivo de estimar funciones impulso-respuesta consistentes a largo plazo se han realizado varios contrastes de raíces unitarias y cointegración para las series agregadas y sectoriales, sugiriendo la necesidad de hacer estimaciones en primeras diferencias. También se han realizado otros contrastes de selección de retardos,

autocorrelación, heterocedasticidad, normalidad y causalidad para realizar una mejor selección del modelo VAR a estimar.

Estos modelos indican los efectos acumulados tras aumentar en un 1 por ciento la tasa de crecimiento del capital productivo público. Las estimaciones a nivel agregado muestran que aumentar el stock de capital propiedad de las AAPP en España tiene un efecto positivo sobre las demás variables del modelo. El incremento de esta inversión en un millón de euros generaría un crecimiento en la producción privada y el capital productivo privado de 711.000 y 1.228.000 euros, respectivamente, y un crecimiento del empleo con 13,795 nuevos ocupados.

A nivel sectorial los resultados son muy diferentes entre ramas productivas, aunque la agregación de las mismas también sugiere que el capital público tiene importantes efectos positivos sobre las otras tres variables. Los sectores con un gran peso en la economía, como Transportes y comunicaciones u Otros servicios de mercado, obtienen una elevada proporción de los beneficios generados por el incremento del capital público. Sin embargo, sectores más pequeños, como productos minerales no metálicos u otras industrias manufactureras, también obtienen elevados beneficios del incremento de capital público. Estos resultados indican que existe un importante efecto arrastre por parte del capital público, que dinamiza la actividad de los sectores que producen bienes o servicios empleados en la construcción de carreteras, infraestructuras hidráulicas, etc.

Las conclusiones se mantienen independientemente de la variable representativa del empleo que se utilice, si bien en la mayoría de los casos al utilizar el número de horas trabajadas por los ocupados el empleo obtiene mayores beneficios del capital público que al utilizar el número de ocupados. El capital público no tiene efectos expulsión ni sobre el capital privado ni sobre el empleo.

La inversión en capital público aparece como un importante dinamizador de la economía que no solo ha generado beneficios en la décadas de los setenta y ochenta, sino también en los años noventa y principios del 2000. Esta variable aparece como un factor clave para generar empleo en épocas de recesión, si bien es importante tener en cuenta cuales son los efectos sectoriales de esta política.

5. Referencias,

- Argimón, I, J,M, González-Páramo, M, J, Martín y J, M, Roldán (1993) “Productividad e infraestructuras en la economía española”, Documento de trabajo 9313, Banco de España.
- Aschauer, D, (1989) “Is public expenditure productive?”, *Journal of Monetary Economics* 23, pp,41-62.
- Bajo Rubio, O, y S, Sosvilla-Rivero (1993) “Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case, 1964-1988”, *Economic Modelling* 10, pp, 179-185.
- Balmaseda, M, y A, Melguizo (2007) “I+D como factor productivo en la economía española: un análisis empírico regional y sectorial”, *Hacienda Pública Española*, 80, pp, 9-34.
- Batina, R,G, (1998) “On the long-run effects of public capital and disaggregated public capital on aggregate output”, *International Tax and Public Finance* 5, pp, 263-281.
- Conrad, K, y H, Steiz (1994) “The economic benefits of public infrastructure” *Applied Economics* 26, pp, 303-311.
- Díaz Roldán, C, y D, Martínez López (2006) “Inversión pública y crecimiento: un panorama” *Hacienda Pública Española* 1, pp, 107-140.
- Estrada, A, y J, D, López-Salido (2004) “Sectoral and aggregate technology growth in Spain”, *Spanish Economic Review* 6, pp,3-27.
- Everaert, G, (2003) “Balanced growth and public capital: an empirical analysis with I(2) trends in capital stock data”, *Economic Modelling* 20, pp, 741-763.
- Fernández, M y C, Polo (2001) “Capital público y productividad privada en España: una panorámica”, *Revista Galega de Economía* 10, pp, 1-28.
- Ford, R,, y P, Poret (1991) “Infrastructure and private sector productivity”, *OECD Economic Studies* 17, pp, 63-89.

- González-Páramo, J,M, (1995) “Infraestructuras, productividad y bienestar”, *Investigaciones Económicas* 19, pp, 155-168.
- Holtz-Eakin, D, (1994) “Private sector productivity and the productivity puzzle” *The Review of Economics and Statistics* 76, pp, 12-21.
- Hulten, C, R, y R, Schwab (1993) “Public capital formation and the growth of regional manufacturing industries”, *National Tax Journal*, 46, pp, 261-273.
- Kamps, C, (2004) “The dynamic macroeconomic effects of public capital, Theory and evidence for OECD countries”, *Kiel Studies* 331, Springer.
- Kwiatkowski, D,, P,C,B, Phillips, P, Schmidt y Y, Shin (1992) “Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of unit root”, *Journal of Econometrics* 54, pp, 159-178.
- Mas, M,, F, Pérez y E, Uriel, (2005) “El stock de capital en España y su distribución territorial (1964-2003)”, Fundación BBVA.
- Mas, M,, J, Maudos, F, Pérez y E, Uriel (1994) “Capital público y productividad en las regiones españolas”, *Moneda y Crédito* 198, pp, 207-241.
- Munnell, A, (1992) “Infrastructure investment and productivity growth”, *Journal of Economic Perspectives* 6, pp, 189-198.
- Nadiri, M,I, y T, P, Mamuneas (1994) “The effects of public infrastructure an R&D capital on the cost structure and performance of U, S, Manufacturing industries”, *The Review of Economics and Statistics* 76, pp, 22-37.
- Otto, G,D, y G,M, Voss (1996), “Public capital and private production in Australia”, *Southern Economic Journal* 62, pp, 723-738.
- Pereira, A, M, (2000) “Is all public capital created equal?”, *Review of Economics and Statistics* 82, pp, 513-518.
- Pereira, A, M, (2001a) “On the effects of public investment on private investment: What crowds in what?”, *Public Finance Review* 29, pp, 3-25.
- Pereira A,M, y O, Roca Sagalés (1998) “Impacto de la inversión en infraestructuras sobre el producto, la ocupación y la inversión privada en España”, *Revista Española de Economía* 15, pp, 281-294.
- Pereira A,M y O, Roca Sagalés (2001) “Infrastructures and private sector performance in Spain”, *Journal of Policy Modelling*, 23, pp, 371-384.
- Pereira A,M, and O, Roca Sagalés (2003) “Spillover effects of public capital formation: evidence from the Spanish regions”, *Journal of Urban Economics* 53, pp, 238-256.

- Pereira, A, M, y J, M, Andraz (2003) "On the impact of public investment on the performance of U,S, industries", *Public Finance Review* 31,pp, 66-90.
- Pereira, A,M, y R, Flores de Frutos (1999) "Public capital accumulation and private sector performance" *Journal of Urban Economics* 46, pp,300-322.
- Phillips, P,C,B, (1998) "Impulse response and forecast error variance asymptotic in non stationary VAR's", *Journal of Econometrics* 83, pp,21-56.
- Satya, P, (2003) "Effects of public infrastructure on cost structure and productivity in the private sector" *The Economic Record* 79, pp, 446-461.
- Sturm, J,E, (1998) "Public capital expenditure in OECD countries, the causes and impact of the decline in public capital spending", Edward Elgar.
- Tatom, J, A, (1991) "Public capital and private sector performance", *Federal Reserve Bank of St, Louis Review* 73, pp,3-15.