

PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL PÚBLICO EN PRESENCIA DE CAPITAL TECNOLÓGICO Y HUMANO*

MELCHOR FERNÁNDEZ

Universidade de Santiago de Compostela

CLEMENTE POLO

Universitat Autònoma de Barcelona

El presente trabajo examina el impacto de las AA.PP. en la productividad del sector privado en España. El análisis se inspira en los modelos de crecimiento que asignan un papel protagonista a la inversión en actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) y en capital humano, en contraste con los modelos más tradicionales con progreso técnico exógeno. El principal resultado es que aunque actividades públicas tales como acumulación de capital público, tecnológico y humano son un factor relevante en la explicación del crecimiento económico, el impacto del capital público se reduce de forma considerable cuando se tienen en cuenta las otras actividades de las AA.PP.

Palabras clave: crecimiento económico, productividad, capital público, capital humano, capital tecnológico, España.

Clasificación JEL: D24, H52, H54, O32, O47.

El propósito general de este artículo es analizar el papel desempeñado por las Administraciones Públicas en el proceso de crecimiento de la economía española entre 1964 y 1991. Recientemente, Bajo y Sosvilla (1993), Mas *et al.* (1994), García-Fontes y Serra (1994), Argimón *et al.* (1994) y González-Páramo (1995) han estimado los efectos de varias medidas del capital público sobre la productividad privada a nivel agregado. Los resultados obtenidos otorgan una elevada productividad al capital público, en general, y una elevadísima productividad a las infraestructuras, en particular. El reciente estudio de Fernández y Polo (2001), si bien confirma la existencia de un efecto significativo del capital público sobre la productividad privada en el marco de análisis de la función de producción ampliada de Aschauer (1989), también pone de manifiesto que la elevada productividad de las infraestructuras públicas estimada por algunos

(*) Los autores agradecen los comentarios y sugerencias recibidas por parte de los evaluadores, así como la financiación de la DGES, PB96-1161 y BEC2000-0163. Asimismo, agradecen la ayuda de la Fundación de Cajas de Ahorros Confederadas para la Investigación Económica y Social (FUNCAS) y los comentarios de los participantes en el seminario que la Fundación organizó para presentar este trabajo.

autores se desvanece cuando se incluyen otras variables que pudieran ser relevantes, como lo es el resto del capital público. Adicionalmente, nuestros resultados sugieren que el efecto del capital público sobre la productividad privada es posiblemente sensible a la introducción de otras variables que afectan a la productividad y cuya omisión podría, por tanto, sesgar los coeficientes del capital público.

Dos son las variables cuyos efectos sobre la productividad privada estimamos aquí: el capital tecnológico financiado por las Administraciones Públicas (AA.PP.) y el capital humano. El primero, lo hemos aproximado a partir de las cifras de inversión en investigación y desarrollo (I+D), en tanto que para el capital humano hemos utilizado el porcentaje de ocupados que han completado un determinado nivel de estudios. Los resultados obtenidos con estas especificaciones confirman la hipótesis de sobrestimación de los efectos de las infraestructuras y del capital público en general sobre la productividad privada, llegándose incluso en algunos casos a aceptar la hipótesis de que su influencia sobre la productividad privada es nula. En nuestra opinión, estos resultados arrojan serias dudas sobre la validez de las estimaciones publicadas hasta ahora, especialmente las que otorgan a las infraestructuras una rentabilidad muy superior a la del capital privado. Aunque estos resultados deben tomarse con cierta precaución, queremos resaltar que la evidencia disponible no favorece la inclusión del capital público en la función de producción frente a las otras alternativas aquí consideradas: el capital tecnológico y el capital humano.

El resto del artículo incluye cuatro secciones. En la sección 1, se resume brevemente el estado de las estimaciones de funciones ampliadas que incluyen el capital público junto al trabajo y al capital privado para España. A continuación se especifica la ecuación más general que hemos estimado. En la sección 3, se presentan los resultados de un modelo restringido donde se han omitido las variables de capital humano. Finalmente, la sección 4 resume las principales conclusiones obtenidas del ejercicio.

1. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN AMPLIADA DE ASCHAUER

El punto de partida de nuestro trabajo es la función de producción ampliada de Aschauer (1989):

$$Y_t = A_t F(K_p, L_p, KG_t)$$

donde Y_t representa el valor añadido, A_t el índice de progreso técnico o productividad total de los factores, L_t y K_t los servicios del trabajo y del capital, respectivamente, y KG_t el capital público. La especificación más empleada en el trabajo aplicado es¹:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \beta_L \ln L_t + \beta_K \ln K_t + \beta_G \ln KG_t \quad [E.1]$$

(1) Aunque existen enfoques alternativos (estimación de funciones de coste, análisis VAR, estudios de corte transversal usando datos de países o regiones, modelos estructurales calibrados, etc.) la estimación de funciones de producción ha sido la herramienta habitualmente empleada en los estudios sobre la economía española.

donde β_i representa la elasticidad de la producción privada respecto al factor i -ésimo y cu_i la capacidad de utilización². Aschauer obtuvo con datos de los EE.UU. el sorprendente resultado de que la elasticidad de la producción privada respecto al capital público era del 0,4% y su productividad marginal próxima al 100%. Obviamente, estos resultados hacían de la acumulación de capital público uno de los instrumentos más eficaces de la política fiscal. Los estudios posteriores han arrojado serias dudas sobre la magnitud (e incluso el signo) del efecto del capital público sobre la productividad privada. Gramlich (1994), Draper y Herce (1994) y Pfähler, Hofmann y Bönnte (1996) ofrecen recientes panorámicas críticas de la literatura³.

En el caso de España, hay dos tipos de estudios que han empleado la función de producción ampliada: Bajo y Sosvilla (1993), Mas *et al.* (1993a), Argimón *et al.* (1994), García-Fontes y Serra (1994) y González-Páramo (1995) emplean diversas combinaciones de series temporales para el conjunto de la economía, mientras que García-Fontes y Serra (1994), Mas *et al.* (1993a, 1993b, 1994 y 1996), De la Fuente y Vives (1995), De la Fuente (1996), y Dabán y Murgui (1997) utilizan un panel de Comunidades Autónomas. Nuestro interés es contrastar los resultados de los primeros. En conjunto, la evidencia obtenida indica que la acumulación de capital público tiene una influencia considerable sobre la productividad privada⁴. Ahora bien, los resultados obtenidos son insatisfactorios en varios aspectos. Primero, los valores estimados en algunos casos para los factores privados (trabajo o capital) son muy bajos. Segundo, existen diferencias muy notables entre los valores estimados por los diversos autores para el coeficiente del capital público que van desde un mínimo de 0,18 de Bajo y Sosvilla hasta 0,59 de Argimón *et al.* Tercero, en muchos casos estos valores implican que la productividad del capital público es muy elevada como para ser creíble⁵. Cuarto, los valores estimados para el capital público en infraestructuras se reducen drásticamente cuando se introduce otra variable que representa al resto del capital público o una tendencia exógena [véase Fernández y Polo (2001)].

(2) Hay diversas especificaciones de la función de producción ampliada. La especificación [E.1] es la utilizada por Tatom (1991) donde la capacidad de utilización se emplea para calcular los flujos de capital privado y público.

(3) La conclusión de Pfähler *et al.* es que la evidencia disponible no permite alcanzar ninguna conclusión definitiva sobre el papel del capital público en la producción privada. Por ejemplo, la revisión de 40 estudios con datos de los Estados Unidos arroja el siguiente balance: el 40% ofrece efectos productivos positivos y significativos, el 44% no detecta ningún efecto positivo, y el 16% valores inaceptables por ser muy elevados o negativos.

(4) Casi todos los autores emplean técnicas econométricas más sofisticadas que Aschauer por lo que sus resultados no pueden descartarse como espurios. García-Fontes y Serra (1994) diferencian las series, mientras que Bajo y Sosvilla (1993), Argimón *et al.* (1994), y González-Páramo (1995) realizan contrastes de cointegración. La mayoría de los autores rechazan la falta de cointegración, y, por tanto, desechan que las estimaciones en niveles sean espurias.

(5) Puesto que el cociente producción privada respecto al capital público era aproximadamente igual a 2 en 1991, y aún más alto si consideramos sólo las infraestructuras, una elasticidad del capital público en torno a 0.6 implican productividades del capital público superiores al 120%. Este valor, además de ser mucho más alto que el correspondiente al capital privado (20%), sugiere que la sociedad podría recuperar el coste de la inversión (incluyendo posibles pérdidas de bienestar causadas por la distorsión impositiva) en un año.

El conjunto de la evidencia empírica disponible, aunque no plenamente satisfactoria, nos permite sacar dos conclusiones preliminares. Primero, la elasticidad de la producción privada respecto al capital público es más probable que se encuentre en el intervalo [0,15-0,30] que en el intervalo [0,50-0,60]. Segundo, los cambios en los valores estimados cuando se modifica la especificación sugieren que es posible que la omisión de alguna variable relevante haya podido sesgar al alza los coeficientes del capital público tangible.

2. LA PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL PÚBLICO EN PRESENCIA DE CAPITAL TECNOLÓGICO Y HUMANO

La literatura reciente sobre crecimiento sugiere dos candidatos obvios: el capital acumulado como resultado del esfuerzo de inversión en innovación y desarrollo y el capital humano. De hecho, el estudio del impacto de estas dos variables sobre la productividad es casi un clásico en comparación con el debate mucho más reciente que suscitaron los resultados de Aschauer.

Aunque tanto la formación de capital humano como la inversión en I+D son actividades que presentan algunas peculiaridades bien conocidas que justifican la intervención pública a fin de evitar que ambos gastos se sitúen a un nivel inferior al socialmente óptimo, y de hecho las AA.PP. dedican recursos sustanciales a financiarlas, son escasos los estudios que incorporan ambas variables al análisis de la productividad.

Entre los escasos estudios realizados que hasta ahora han abordado la inclusión de alguna de estas variables y el capital público⁶, hay que mencionar los De la Fuente (1994) y De la Fuente y Vives (1995), quienes utilizando un panel de Comunidades Autónomas obtienen coeficientes significativos para ambas variables si bien el del capital humano (0,37) es mayor y más significativo que el del capital público (0,14). También con un panel de CC.AA., Dabán y Murgui (1997) estimaron una especificación similar de la función de producción regional y obtuvieron que ambos coeficientes son significativos, si bien en este caso el coeficiente del capital público resulta ser mayor y más significativo.

A la vista de las elevadas elasticidades estimadas para el capital público en España con la función de producción ampliada de Aschauer, los resultados contradictorios de De la Fuente y Vives, por una parte, y Dabán y Murgui, por otra, y el notable efecto del capital tecnológico sobre la productividad privada estimado por Lafuente *et al.*, Grandón y Rodríguez-Romero⁷, resulta apropiado examinar conjuntamente la

(6) Es posible que la inexistencia o escasez de información estadística haya frenado la investigación en España hasta fechas recientes sobre todo en el caso de la educación. El estudio de la Fundació Bancaixa (1995) ha mejorado considerablemente nuestro conocimiento del nivel educativo de la población española. Serrano (1996 y 1997) ha empleado esta información para analizar las repercusiones de la acumulación de capital humano sobre la productividad utilizando una muestra de CC.AA. Sus resultados indican la existencia de un efecto positivo y significativo para varias medidas alternativas del capital humano.

(7) Busom (1994) presenta un panorama muy completo de las aproximaciones teóricas y la evidencia empírica acumulada hasta hace unos pocos años. Los resultados de Lafuente *et al.* (1985) indican que la productividad del capital tecnológico privado y público en el período 1966-1981 era

influencia de los tres tipos de capital sobre la productividad privada. En concreto, planteamos estimar la siguiente especificación de la función de producción:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \beta_l \ln L_t + \beta_K cu_t \ln K_t + \beta_g \ln cu_t KG_t + \beta_T \ln KT_t^g + \beta_{hm} \ln KH_t^m \quad [E.2]$$

donde KT_t^g representa el capital tecnológico financiado con fondos públicos⁸ y KH_t^m el capital humano aproximado por el número de ocupados que han completado el grado medio de escolarización.

La ecuación se ha estimado por MCO⁹ utilizando las distintas series de capital público disponibles y un desfase de dos períodos para el capital tecnológico, igual al utilizado por Grandón y Rodríguez-Romero (1991). En las columnas 1, 3 y 5 del cuadro 1 aparecen los valores obtenidos al estimar la especificación [E.1] y en las columnas 2, 4 y 6 los resultados de estimar [E.2] utilizando tres series de capital público: la de Corrales y Taguas para las AA.PP, la de infraestructuras del Estado de Argimón *et al.* y la del capital productivo de la Fundación BBV¹⁰. Las estimaciones son insatisfactorias porque los errores estándares de los valores estimados de los coeficientes del capital público, el capital tecnológico y el capital tecnológico y humano presentan errores estándares muy altos en casi todos los casos; además, el D.W. de la última estimación es muy bajo.

No obstante, los resultados obtenidos indican con toda claridad que partiendo de un modelo general que incluye las variables consideradas relevantes a priori no hay ninguna razón para restringir el modelo excluyendo el capital tecnológico o el capital humano. En las ecuaciones 2 y 4 el capital público es la variable menos relevante y en la ecuación 6 el signo del capital público es incluso negativo. Por otra

muy elevada. Más recientemente, Grandón y Rodríguez-Romero (1991) y Rodríguez-Romero (1992) han obtenido estimaciones del rendimiento del capital tecnológico industrial con un panel de la Encuesta de Grandes Empresas Industriales que confirman la idea de que hay importantes efectos sobre la productividad, si bien la magnitud de los mismos difiere entre sectores y varía con el paso del tiempo.

(8) El capital tecnológico se ha estimado a partir de los datos de inversión en investigación y desarrollo (I+D) recogidos en la publicación de la OCDE *Basic Science and Technology Statistics* siguiendo el método utilizado por Coe y Helpman (1995).

(9) El corto período de la muestra y el elevado número de variables independientes impide obtener estimaciones razonables del modelo de corrección de error por mínimos cuadrados no lineales.

(10) A efectos de comparar nuestros resultados con los obtenidos previamente por otros autores, las estimaciones se han realizado respetando en la medida de lo posible tanto las series como el período muestral utilizados en los trabajos originales. Así en las estimaciones de las columnas 1 a 4 se ha utilizado la serie de capital privado de Corrales y Taguas (1989) para el período 1964-88 mientras que en las estimaciones con las series de capital de la Fundación BBV (columnas 5-6) se presentan los resultados para el período 1964-91. En todos los casos la serie de empleo del sector privado es la serie enlazada de García-Perea y Gómez (1994) mientras que la producción privada se ha aproximado por el valor añadido bruto real del sector privado a coste de factores. Se presentan únicamente los resultados para tres series de capital público y una variable de capital humano. El lector interesado encontrará en Fernández y Polo (1999) los resultados de esta y una especificación alternativa, donde se corrige el número de ocupados por un indicador de eficiencia [véase Mulligan y Sala-i-Martin (2000)], para el conjunto de series de capital público disponibles.

parte, los valores estimados de los coeficientes del trabajo y capital privado son muy razonables (0,76-0,79 para el trabajo y entre 0,24-0,29 para el capital privado). Además, la suma de ambos coeficientes está muy próxima a la unidad (rendimientos constantes a escala en los factores privados).

Cuadro 1: CAPITAL PÚBLICO FÍSICO, TECNOLÓGICO Y HUMANO
(ECUACIONES E.1 Y E.2)

Ecuación	1 E.1	2 E.2	3 E.1	4 E.2	5 E.1	6 E.2
Cte.	6,58 (15,37)	5,49 (4,57)	6,73 (10,18)	5,13 (2,50)	1,50 (5,59)	8,31 (5,56)
E	0,41 (9,48)	0,76 (7,02)	0,08 (1,24)	0,76 (6,74)	0,37 (7,46)	0,79 (7,37)
KP	0,39 (12,94)	0,29 (6,94)	0,31 (4,26)	0,26 (3,22)	0,46 (11,34)	0,24 (4,41)
KG	0,29 (8,33)	0,03 (0,26)	0,45 (4,49)	0,04 (0,29)	0,28 (6,68)	-0,13 (-1,37)
KTG		0,09 (1,45)		0,10 (1,15)		-0,004 (-0,08)
KH		0,14 (1,06)		0,13 (0,86)		0,37 (3,36)
AR ²	0,9979	0,9957	0,9955	0,9957	0,9965	0,9967
EER	0,0120	0,0095	0,0170	0,0095	0,0160	0,0108
SCR	0,0029	0,0012	0,0065	0,0012	0,0062	0,0020
DW	1,80	1,83	1,11	1,84	0,90	1,23
ADF	-4,31**	-4,13	-3,10	-4,39	-3,37	-5,20**
Método	MCO	MCO	MCO	MCO	MCO	MCO
Período	1964-88	1969-88	1964-88	1969-88	1964-91	1969-91

Notas: Los valores entre paréntesis son estadísticos t; EER, error estándar; SCR suma de cuadrados de los residuos; DW, estadístico Durbin Watson; ADF estadístico t para el contraste de estacionariedad de los residuos * sig. al 10%; ** sig. al 5%.

Variable dependiente: producción privada real a c.f. de Díaz y Taguas (DyT) y Contabilidad Nacional. Variables Independientes: E, empleo privado de García-Perea y Gómez (GPYG); KP capital productivo privado (DyT) en col. [1-4] e IVIE en col. [5-6]; KG capital público total de Corrales y Taguas (CyT) en col. [1-2]; capital público en infraestructuras del Estado en col. [3-4]; capital público productivo de la Fundación BBV en col. [5-6]. El capital privado y público están corregidos por la capacidad de utilización de CyT.

3. CAPITAL PÚBLICO TANGIBLE Y CAPITAL TECNOLÓGICO

Aunque los resultados del cuadro 1 no justifican eliminar el capital tecnológico o el capital humano podemos preguntarnos qué ocurre cuando omitimos el capital humano de la función de producción. Los resultados de estimar la ecuación restringida:

$$\ln Y_t = \ln A_t + \beta_l \ln L_t + \beta_K \ln K_t + \beta_g \ln KG_t + \beta_T \ln KT_t^g \quad [E.3]$$

aparecen en el cuadro 2. Obsérvese que los valores del ADF no siempre nos permiten estar satisfechos, siendo especialmente bajos los obtenidos con las series de la Fundación BBV, como ocurre también con el estadístico de Durbin-Watson. Si nos limitamos a las columnas 1 y 2, los coeficientes de los dos tipos de capital público están en torno a 0,10 y los del capital tecnológico en torno a 0,14 y ambos son significativos¹¹. En todo caso, estos resultados difieren notablemente de los obtenidos con la función ampliada de Aschauer y sugieren que los efectos de la inversión en I+D sobre la productividad privada son comparables, si no superiores, a los efectos del capital público tangible¹².

Finalmente, queremos subrayar que los valores estimados de las elasticidades de la producción respecto al empleo y al capital privado en el cuadro 2 exhiben mayor estabilidad y están más próximos a las participaciones de ambos factores en el producto que los obtenidos cuando se omite el capital tecnológico. En este caso, como en la sección anterior, los valores de estos parámetros permiten aceptar la hipótesis de RCE en los factores privados.

(11) Estos valores están en línea con los obtenidos por Lafuente *et al.* (1985) en el caso español y por Coe y Helpman (1995).

(12) Puesto que el nivel y la tasa de crecimiento del capital tecnológico público es sensible a la tasa de depreciación y valor inicial empleados en su elaboración, se han empleado también series de capital tecnológico para tasas de depreciación del 0 y 15 por cien. Los resultados obtenidos son, sin embargo, similares.

Cuadro 2: CAPITAL PÚBLICO Y TECNOLÓGICO (ECUACIÓN E.3)

Ecuación	1 E.3	2 E.3	3 E.3
Cte.	4,50 (6,00)	3,45 (5,53)	3,75 (4,77)
E	0,71 (7,49)	0,70 (7,70)	0,60 (5,24)
KP	0,29 (6,91)	0,20 (4,74)	0,26 (3,76)
KG	0,12 (2,22)	0,17 (2,34)	0,10 (1,29)
KTG	0,14 (3,14)	0,18 (6,96)	0,14 (2,81)
AR ²	0,9957	0,9958	0,9931
EER	0,0095	0,0094	0,0136
SCR	0,0014	0,0013	0,0033
DW	1,75	1,87	0,60
ADF	-3,89	-4,52**	-3,23
Método	MCO	MCO	MCO
Período	1969-88	1969-88	1969-91

Notas: Los valores entre paréntesis son estadísticos t; EER, error estándar; SCR suma de cuadrados de los residuos; DW, estadístico Durbin Watson; ADF estadístico t para el contraste de estacionariedad de los residuos * sig. al 10%; ** sig. al 5%.

Variable dependiente: producción privada real a c.f. de Díaz y Taguas (DyT) y Contabilidad Nacional. Variables Independientes: E, empleo privado de García-Perea y Gómez (GPyG); KP capital productivo privado (DyT) en col. [1-2] e IVIE en el col. [3]; KG capital público total de Corrales y Taguas (CyT) en el col. [1]; capital público en infraestructuras del Estado en col. [2]; capital público productivo de la Fundación BBV en col. [3]. El capital privado y público están corregidos por la capacidad de utilización de CyT.

4. CONCLUSIONES

Los economistas, a excepción de los historiadores económicos que tradicionalmente han destacado el importante papel desempeñado por las infraestructuras públicas en los procesos de ampliación del mercado y crecimiento económico, han prestado escasa atención al estudio de los efectos de las políticas públicas sobre la producción privada. Éste ha sido siempre un tema controvertido por dos razones: la carga ideológica del debate y la dificultad de establecer un nexo inequívoco entre crecimiento económico y las actividades de las AA.PP. Los llamativos resultados de Aschauer (1989) añadieron credibilidad empírica a la razonable hipótesis de que la acumulación de capital público, especialmente el productivo,

incrementaba la eficiencia del sector privado. Estas conclusiones han sido, sin embargo, cuestionadas y matizadas por resultados posteriores.

En el caso español, la mayor parte de los autores han estimado funciones de producción ampliadas empleando técnicas de estimación relativamente sofisticadas. La conclusión principal de estos estudios ha sido que la productividad del capital público en la economía española es muy elevada y que la productividad de las infraestructuras es extraordinariamente alta. En Fernández y Polo (2001) se examina de forma bastante exhaustiva la sensibilidad de los parámetros a distintas especificaciones, la definición de las variables y el período muestral, para alcanzar la conclusión de que el valor estimado de la productividad de las infraestructuras es sensible a la omisión de otras variables relevantes, como la capacidad de utilización o el resto del capital público. La hipótesis que allí se hacía era que las elevadas productividades del capital público podían reducirse o incluso desvanecerse, si se incluían otras variables que pueden afectar a la productividad total de los factores.

Los resultados que hemos presentado confirman esta hipótesis. La inclusión de variables tales como el capital tecnológico y el capital humano proporcionan estimaciones de la productividad del capital muy inferiores a las obtenidas en estudios previos, siendo en algunos casos los coeficientes estimados no significativos. De hecho, las estimaciones obtenidas sugieren que el impacto del capital tecnológico sobre la productividad privada es más significativo que el del capital público. Y también que el efecto de las imperfectas aproximaciones al capital humano empleadas en este artículo resulta, cuando menos, comparable al del capital público.

¿Qué conclusiones preliminares podemos extraer? Primera, las políticas públicas en general tienen efectos significativos sobre la productividad privada. Segundo, el impacto del capital tecnológico sobre la productividad es notable, en comparación con el de que tiene la acumulación de capital real en infraestructuras. Tercero, el capital humano también tiene un efecto positivo sobre la productividad privada. Confiamos en que la ampliación del período muestral y, sobre todo, la elaboración de variables que aproximen mejor los conceptos teóricos permita en el futuro dilucidar la validez de estas conclusiones.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argimón, I. y M.J. Martín (1993): “Series de stock de infraestructuras del Estado y de las Administraciones Públicas en España”, D.T. 9315. Banco de España.
- Argimón, I., J.M. González-Páramo, M.J. Martín y J.M. Roldán (1994): “Productividad e infraestructuras en la economía española”, *Moneda y Crédito*, 198, págs. 207-252.
- Aschauer, D.A. (1989): “Is public expenditure productive?”, *Journal of Monetary Economics*, 23, págs. 177-200.
- Bajo, O. y S. Sosvilla (1993): “Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case 1964-1988”, *Economic Modelling*, 10, págs. 179-185.
- Busom, I. (1994): “Esfuerzo tecnológico, política tecnológica y crecimiento. Breve panorámica y evidencia empírica”, en *Crecimiento y Convergencia Regional en España y Europa*, J.M. Esteban y X. Vives (eds.), vol II. Barcelona: Instituto de Análisis Económico-CSIC.

- Coe, D. y E. Helpman (1995): "International R&D spillovers", *European Economic Review*, 39, págs 859-887.
- Corrales, A. y D. Taguas (1989): "Series macroeconómicas para el período 1954-88. Un intento de homogeneización", Monografía n 75. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales.
- Dabán, T. y M.J. Murgui (1997): "Convergencia y rendimientos a escala en las regiones españolas: la base de datos BD.MORES", *Revista del ICE*, 762, págs. 66-86.
- De la Fuente, A. (1994): "Capital público y productividad", en *Crecimiento y Convergencia Regional en España y Europa*, J.M. Esteban y X. Vives (eds.), vol II. Barcelona: Instituto de Análisis Económico-CSIC, págs. 479-505.
- De la Fuente, A. y X. Vives (1995): "Infrastructure and education as instruments of regional policy. Evidence from Spain", *Economic Policy*, 20, págs. 11-51.
- Díaz A. y D. Taguas (1995): "Desagregación Sectorial y Regional del Valor Añadido. El Grado de Especialización de las Regiones Españolas", Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria, Ministerio de Economía y Hacienda, D-95008.
- Draper, M. y J.A. Herce (1994): "Infraestructura y crecimiento: un panorama", *Revista de Economía Aplicada*, 6, págs. 129-168.
- Fernández, M. y C. Polo (1999): "La productividad privada del capital público en presencia de capital tecnológico y humano", Documento de Trabajo 64.99 Universidad Autónoma de Barcelona.
- Fernández, M. y C. Polo (2001): "Capital público y productividad privada en España: una panorámica", *Revista Galega de Economía*, Vol 10, 1, págs. 105-132.
- Fundación Bancaixa (1995): *Capital humano, series históricas 1964-1992*.
- Fundación BBV (1995): *El stock de Capital en España y sus Comunidades Autónomas*. Bilbao.
- García-Fontes, W. y D. Serra (1994): "Capital público, infraestructura y crecimiento", en *Crecimiento y Convergencia Regional en España y Europa*, J.M. Esteban y X. Vives (eds.), v. II. págs. 453-475, Barcelona: Instituto de Análisis Económico-CSIC.
- García-Perea, P. y R. Gómez (1994): "Elaboración de series históricas de empleo a partir de la encuesta de población activa (1964-1992)", D.T. 9409. Madrid: Banco de España.
- Grandón, V. y L. Rodríguez-Romero (1991): "Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española (1975-1981)", *Investigaciones Económicas*, Suplemento 1991, págs. 19-24.
- González-Páramo, J.M. (1995): "Infraestructuras, productividad y bienestar", *Investigaciones económicas*, XIX, págs. 155-168.
- Gramlich, E. (1994): "Infrastructure investment: A review essay", *Journal of Economic Literature*, XXXII, págs. 1176-1196.
- Lafuente, A., V. Salas y M.J. Yague (1985): *Productividad capital tecnológico e investigación en la economía española*. Madrid: Ministerio de Industria y Energía.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1993a): "Capital público y productividad de la economía española", WP-EC 93-08, IVIE.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1993b): "Competitividad, productividad industrial y dotaciones de capital público", *Papeles de Economía Española*, 56, págs. 144-160.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1994): "Capital público y productividad en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, 198, págs. 163-192.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1996): "Infrastructure and productivity in the Spanish regions", *Regional Studies*, 30, págs. 641-650.
- Mulligan, C. y X. Sala-i-Martin (2000): "Measuring aggregate human capital", *Journal of Economic Growth*, 5, págs. 215-252.

OCDE (1993): *Basic Science and Technology Statistics*.

Pfähler, W., U. Hofmann, y W. Bönte (1996): "Does extra public infrastructure capital matter?" *Finanzarchiv*, 53, págs. 68-112.

Rodríguez-Romero, L. (1992): "Actividad económica y actividad tecnológica: un análisis simultáneo de datos de panel", D.T. 92-03, Universidad Carlos III.

Serrano, L. (1996): "Indicadores de capital humano y productividad", *Revista de Economía Aplicada*, 10, págs. 177-190.

Serrano, L. (1997): "Productividad del trabajo y capital humano en la economía española", *Moneda y Crédito*, 205, págs. 79-101.

Tatom, J. (1991): "Public capital and private sector performance", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 73(3), págs. 3-15.

Fecha de recepción del original: septiembre, 1999

Versión final: septiembre, 2001

ABSTRACT

This paper examines the impact of public capital on private sector productivity in Spain. Our analysis has been guided by the modern growth models, which have shown that there is indeed a positive influence of R&D and human capital investments on output growth, by contrast with traditional models with exogenous technical progress. The main result is that public activities such as the provision of infrastructures, investment in R&D and public expenditure on education, are relevant factors to explain economic growth. However, the impact of public capital decreases significantly when we incorporate other public activities.

Key words: economic growth, productivity, public capital, human capital, technological capital, Spain.

JEL Classification: D24, H52, H54, O32, O47.