

## CAPITAL PÚBLICO Y PRODUCTIVIDAD PRIVADA EN ESPAÑA: UNA PANORÁMICA

MELCHOR FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ\* / CLEMENTE POLO ANDRÉS\*\*<sup>1</sup>

\*Departamento de Fundamentos del Análisis Económico  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Universidad de Santiago de Compostela

\*\*Departamento de Economía e Historia Económica  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Universidad Autónoma de Barcelona

Recibido: 13 enero 2000

Aceptado: 15 mayo 2001

---

**Resumen:** En los últimos años, se han publicado varios estudios que estiman el impacto del capital público sobre la productividad privada para la economía española. Las elevadas elasticidades estimadas, sobre todo al emplear series de infraestructuras públicas, suscitan dudas sobre la robustez de los valores estimados y sobre la solidez de sus implicaciones de política económica. En este artículo examinamos sistemáticamente los resultados obtenidos y presentamos nuevas estimaciones empleando diversas especificaciones, series de capital público y métodos de estimación. Los resultados obtenidos, aunque confirman la existencia de un efecto sustancial del capital público en infraestructuras, sugieren que este efecto no es tan potente como se creía y apuntan a que aún podría ser incluso menor si se incorporasen otras variables que afectan a la productividad privada.

**Palabras clave:** Productividad / Capital público / Infraestructuras / España.

### **PUBLIC CAPITAL AND PRIVATE PRODUCTIVITY IN SPAIN: A SURVEY**

**Abstract:** During the last decade, various studies that estimate the impact of public capital on private sector productivity in Spain have been published. Specially when the studies include infrastructure series, have estimated a higher elasticity for public capital which have generated doubts on the robustness of the values estimated and the implications of economic policy. In this paper, we analyse the different result and shown new estimations using different specifications, series of public capital and estimation methods. The results confirm the substantial effect of public capital. However, they suggest that the effect is not so important as we think and even it would less if we incorporate other variables correlate with private productivity.

**Keywords:** Productivity / Public capital / Infrastructure / Spain.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El papel de los servicios públicos en el proceso de crecimiento económico ha sido ignorado hasta muy recientemente, aunque la gran mayoría de los economistas estaban dispuestos a admitir que las inversiones públicas en infraestructuras, el gasto público en educación y la financiación pública de procesos de innovación y desarrollo, etc., generaban capital cuyos servicios aumentaban la productividad del sector privado. Aunque la idea de que el capital público aumenta la productividad

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen la ayuda de la Fundación de las Cajas de Ahorro Confederadas para la Investigación Económica y Social. Asimismo, agradecen la ayuda institucional de la DGES, PB96-1161. La lectura cuidadosa y los comentarios de dos evaluadores anónimos de un borrador previo nos resultaron muy útiles. Naturalmente, la responsabilidad de la versión final es únicamente nuestra.

privada se encuentra en la literatura económica al menos desde la aparición del Estado intervencionista (Meade, 1952; Hirschman, 1958), ha sido el reciente estudio de Aschauer (1989a) y sus sorprendentes resultados empíricos los que han despertado el interés por cuantificar el impacto de la acumulación de capital público sobre la productividad privada<sup>2</sup>.

Resulta importante destacar la justificación novedosa que proporciona la hipótesis del capital público a la intervención pública. Obsérvese, que el actual debate nada tiene que ver con las discusiones de los años 60 y 70, centradas en torno a los efectos a corto plazo de un aumento del gasto público y la demanda agregada sobre la producción y el empleo, un debate cuyo aspecto crítico era la magnitud del efecto expulsión originado por la política pública sobre la inversión privada. Hoy en día, lo que se debate es si los efectos de algunas partidas del gasto público (inversión en infraestructuras, educación pública, I+D, etc.) generan externalidades que aumentan la productividad privada. En otras palabras, el interés en el papel del gasto como estabilizador de la demanda agregada ha dejado paso a su consideración como factor dinamizador del crecimiento económico.

Espoleados por el trabajo de Aschauer, diversos autores han analizado los efectos del capital público sobre la producción, la productividad de los factores privados y el crecimiento de la economía española. En general, estos estudios estiman una alta rentabilidad social de los recursos asignados a aumentar y mejorar las infraestructuras públicas, superior incluso a la obtenida por el capital productivo privado. Y aunque algunos de los resultados obtenidos están en línea con los de Aschauer y Munnell para la economía americana, las elevadas elasticidades estimadas por varios autores suscitan dudas acerca de la robustez de los valores estimados y sus implicaciones de política económica. En nuestra opinión, la diversidad de series, períodos muestrales y de métodos de estimación empleados, así como la utilización de variables explicativas e hipótesis impuestas diferentes, justifica plenamente la realización de un nuevo estudio sobre el tema.

El presente artículo tiene un doble objetivo: en primer lugar, examinar críticamente los resultados obtenidos por otros autores, y, en segundo lugar, obtener nuevas estimaciones de la elasticidad de la producción privada respecto del capital público, analizando la sensibilidad de los resultados a las series de capital público empleadas, la inclusión de variables omitidas y la elección del período muestral y del método de estimación. En un tema con implicaciones tan importantes de política económica, resulta insoslayable constatar la robustez de la evidencia empírica.

En su conjunto, los resultados confirman la existencia de una elasticidad positiva y significativa de la producción privada respecto al capital público. En todos los casos, la inclusión de una nueva variable explicativa, el índice de utilización de capacidad, y la estimación del modelo por métodos alternativos (MCO y MCNL),

---

<sup>2</sup> Mera (1973), con datos de Japón, y Ratner (1983), con datos de los Estados Unidos, ya habían abordado el tema, pero sus resultados no constataron efectos notables de la acumulación de capital público sobre la productividad privada.

cuando el número de parámetros lo permite, no causan grandes diferencias en los parámetros estimados. Sin embargo, la estimación de especificaciones distintas (inclusión de una tendencia, del capital público de otras AA.PP. o del capital social), aunque confirman la importancia del capital público, parecen indicar que su valor se ha sobrestimado cuando se han empleado algunas series de infraestructuras.

El resto del artículo se ha estructurado en cuatro secciones. En la sección 2 resumimos las aportaciones principales y los resultados obtenidos por diversos autores para la economía española. En la sección 3 se especifican varias ecuaciones alternativas de la función ampliada de producción y se examina el orden de integración de las variables incluidas en cada una de ellas. En la sección 4 se reproducen aproximadamente los resultados de los distintos autores, analizando su sensibilidad a cambios en las series, definición de las variables, períodos muestrales y métodos de estimación. Finalmente, la sección 5 resume los resultados obtenidos y examina posibles direcciones a las que se podría extender este estudio.

## 2. BREVE REPASO A LA LITERATURA Y RESULTADOS PARA EL CASO ESPAÑOL

En esta sección introducimos la función ampliada de producción y el debate que suscitaron los primeros resultados obtenidos por varios autores para los EE.UU. A continuación, se presentan y examinan los resultados más relevantes alcanzados en el caso español.

### 2.1. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN AMPLIADA: PRIMEROS RESULTADOS

En el estudio pionero de Aschauer (1989a), el punto de partida es la función de producción ampliada que incluye el capital público como un factor productivo más y que cabe interpretar como un intento de endogeneizar parcialmente el índice de progreso técnico de Solow (1957). El capital público, sin embargo, no recibe retribución alguna por su productividad marginal, siendo su aportación al proceso productivo absorbida por la retribución de los factores privados. La función de producción puede expresarse de forma sintética en los siguientes términos:

$$Y_t = A_t F(K_t, L_t, KG_t)$$

donde  $Y_t$  es el valor añadido;  $A_t$  el índice de progreso técnico o productividad total de los factores;  $K_t$  y  $L_t$  los servicios de trabajo y capital, respectivamente; y  $KG_t$  el capital público. Si, siguiendo a Aschauer, suponemos que  $F(\cdot)$  es una función Cobb-Douglas,

$$Y_t = A_t K_t^{\beta_K} L_t^{\beta_L} KG_t^{\beta_G}$$

obtenemos la ecuación básica

$$\text{Ln}Y_t = \text{Ln}A_t + \beta_K \text{Ln}K_t + \beta_L \text{Ln}L_t + \beta_G \text{Ln}KG_t \quad (\text{E.0})$$

donde  $\beta_i$  representa la elasticidad de la producción privada respecto del factor  $i$ -ésimo. Para estimar esta ecuación, Aschauer incluyó también la capacidad de utilización,  $cu_t$ , para controlar los efectos del ciclo sobre la productividad, por lo que la ecuación finalmente estimada fue

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t} = \text{Ln}A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t} + (\beta_L + \beta_K - 1) \text{Ln}K_t + \beta_G \text{Ln}KG_t + \beta_{cu} \ln cu_t \quad (\text{ASC})$$

Empleando series de capital público civil (CPC), producción y empleo del sector privado de los EE.UU., Aschauer obtuvo un resultado sorprendente: la elasticidad de la producción privada respecto del CPC era del 0,4% y la productividad marginal del CPC estaba próxima al 100%. Basándose en estos resultados, Aschauer conjeturó que el bajo crecimiento de la productividad privada en los EE.UU. entre 1971 y 1985 era precisamente la consecuencia de la baja tasa de crecimiento del CPC en ese período. Obviamente, la confirmación de este resultado haría de la acumulación de capital público uno de los instrumentos más eficaces de la política fiscal. Por ello, cuantificar el impacto de la acumulación de capital público en la productividad privada pasó a ser un tema del máximo interés.

Los estudios posteriores han suscitado serias dudas sobre la magnitud (e incluso el signo) del efecto del capital público sobre la productividad privada y, en consecuencia, han puesto en cuarentena las implicaciones normativas. Aunque los resultados de Aschauer (1989b), Munnell (1990), García-Mila y McGuire (1992) confirmaban los resultados iniciales de Aschauer<sup>3</sup>, ni el análisis de Hulten y Schwab (1991) del residuo de Solow por regiones, ni los estudios econométricos de Tatom (1991), Holtz-Eakin (1994) y Evans y Carras (1994) han detectado efectos positivos (más bien, al contrario) del capital público sobre la productividad privada. Gramlich (1994), Draper y Herce (1994) y Pfähler, Hofmann y Bönthe (1996) ofrecen recientes panorámicas críticas de la literatura<sup>4</sup>.

En concreto, varios autores criticaron la utilización de series en niveles<sup>5</sup> y propusieron como alternativa diferenciar las series antes de proceder a estimar el modelo. Munnell (1992) contraargumentó que esta solución era demasiado radical, ya que la diferenciación de las series supone asumir que el crecimiento de la producción de cada año depende únicamente del crecimiento de los factores ese mismo año, hipótesis que no tiene en cuenta el carácter de red del capital público. En otras

<sup>3</sup> En los estudios con muestras transversales de Estados se obtuvieron elasticidades sustancialmente inferiores.

<sup>4</sup> La conclusión de Pfähler *et al.* (1996) es que la evidencia disponible no permite alcanzar ninguna conclusión definitiva sobre el papel del capital público en la producción privada. En efecto, 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% presenta valores inaceptables por ser muy elevados o negativos.

<sup>5</sup> Granger y Newbold (1974) fueron los primeros en mostrar los serios problemas que el empleo de variables integradas puede originar al estimar un modelo.

palabras, aunque hubiera una relación a largo plazo entre la productividad y el capital público, pudiera no existir una relación estable entre la inversión pública y el incremento de la renta en un intervalo corto de tiempo, por lo que al estimar el modelo en diferencias no se captaría la relación a largo plazo.

Posiblemente, la manera más apropiada de estimar las relaciones a largo plazo entre las variables económicas sea haciendo uso de las técnicas de cointegración desarrolladas por Engle y Granger (1987)<sup>6</sup>. La importancia estadística del concepto de cointegración estriba en que cuando las variables no estacionarias de un modelo de regresión están cointegradas, la estimación por MCO continúa teniendo buenas propiedades. En concreto, la validez de las estimaciones de modelos en niveles puede decidirse utilizando los contrastes de cointegración que permiten detectar la existencia de relaciones espurias, siendo los más empleados el estadístico ADF, en las estimaciones por MCO, y el estadístico  $t$  del coeficiente del término de corrección de error (ECT), en las estimaciones por mínimos cuadrados no lineales (MCNL) del modelo de corrección de error (MCE).

## 2.2. ECUACIONES ESTIMADAS Y RESULTADOS PARA ESPAÑA

En el caso de España, la función ampliada de producción se ha estimado con dos tipos de datos: Bajo y Sosvilla (1993), Mas *et al.* (1993a), Argimón *et al.* (1994), García-Fontes y Serra (1994) y González-Páramo (1995) han utilizado series temporales agregadas; y García-Fontes y Serra (1994), Mas *et al.* (1993a, 1993b, 1994 y 1996) y De la Fuente (1996) un panel de comunidades autónomas. Aquí, pasaremos revista únicamente a los estudios agregados cuyos resultados más significativos aparecen en la tabla 1<sup>7</sup>.

Bajo y Sosvilla (1993) estimaron la ecuación (ASC) y otra ecuación ligeramente distinta

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t cu_t} = \text{Ln} A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t cu_t} + (\beta_L + \beta_K - 1) \text{Ln} K_t cu_t + \beta_G \text{Ln} KG_t cu_t \quad (\text{ByS})$$

que difiere únicamente en la forma en que se introduce el índice de utilización de capacidad,  $cu_t$ , especificación ya empleada por Ratner (1983) y Tatom (1991), que supone que son los flujos de capital privado y capital público las variables relevantes y no sus existencias. Sin embargo, dado que ambos capitales tienen características completamente diferentes en cuanto a su utilización (el capital privado difícilmente presenta problemas de congestión en su uso) la corrección por la capaci-

<sup>6</sup> Engle y Granger (1987) consideran siete procedimientos distintos para contrastar la hipótesis nula de no cointegración. Dolado *et al.* (1990) y Anchuelo (1993) proporcionan panorámicas de la literatura.

<sup>7</sup> Flores *et al.* (1994), adoptando un enfoque completamente distinto, han estimado un modelo VAR que confirma la existencia de una relación de equilibrio a largo entre las variables relevantes: PIB privado, empleo y capital privado y público. Esta relación se puede interpretar como una función Cobb-Douglas con RCE, donde la elasticidad del PIB privado respecto del capital público es de 0,21, una cifra similar a la obtenida por Bajo y Sosvilla.

dad de utilización de ambos capitales puede resultar excesiva<sup>8</sup>. En las especificaciones (ASC) y (ByS), cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente del capital privado es cero y no se rechaza la hipótesis de que el coeficiente del capital privado es igual en valor absoluto pero de signo contrario al del capital público, las ecuaciones a estimar, imponiendo la restricción de rendimientos constantes a escala (RCE) en los tres factores, serían respectivamente:

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t} = \text{Ln} A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t} + \beta_G \text{Ln} \frac{KG_t}{K_t} + \beta_{cu} \ln cu_t$$

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t cu_t} = \text{Ln} A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t cu_t} + \beta_G \text{Ln} \frac{KG_t}{K_t}$$

Los autores estiman estas dos ecuaciones siguiendo el método de Phillips y Hansen (1990), a fin de obviar los problemas que suscita la presencia de correlación serial y la posible endogeneidad del capital público. El período muestral abarca los años 1964-88 y las variables empleadas son: el PIB privado real a c.f., los asalariados del sector privado y las existencias de capital privado y público. Los valores estimados aparecen en las dos primeras columnas de la tabla 1. Las elasticidades estimadas para el empleo y el capital privado y público son de 0,4, 0,4 y 0,2, aproximadamente, lo que supone una productividad marginal del capital público de 0,61, casi el doble que la del privado (0,36).

García-Fontes y Serra (1994) estiman la ecuación (ASC) por MCO aplicados a las variables en niveles y en primeras diferencias, procedimientos correctos si las variables están cointegradas o son  $I(1)$ , respectivamente. Las variables que emplean no se definen con claridad, indicando los autores únicamente que aproximan la producción por el PIB (no sabemos si privado o total) y el capital público por una serie de infraestructuras obtenida de Molinas *et al.* (1991). Además, no se aclara qué series emplean para las variables empleo y capital privado (productivo o total). Los resultados de ambas estimaciones aparecen en las columnas 3 y 4 de la tabla 1. Las elasticidades estimadas (0,55 para el empleo, 0,40 para el capital privado y 0,2 para las infraestructuras) son similares a las obtenidas por Bajo y Sosvilla.

Mas *et al.* (1993a) estiman la ecuación

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{L_t} = \text{Ln} A_t + (\beta_L + \beta_K - 1) \text{Ln} L_t + \beta_K \text{Ln} \frac{K_t}{L_t} + \beta_G \text{Ln} KG_t \quad (\text{MAS})$$

<sup>8</sup> Andrews y Swanson (1995) defienden la inclusión de la tasa de paro para recoger los efectos del ciclo. Su argumento se basa en que la tasa de paro, además de controlar los posibles efectos del ciclo, permite captar los efectos de cambios demográficos o estructurales.

que no incluye corrección alguna por utilización de capacidad. En esta especificación un coeficiente positivo significativo para la variable empleo indica la existencia de rendimientos crecientes de escala (RCRE) en los factores privados y, por ende, también en los tres factores. La ecuación se estimó para el período 1965-1989 aplicando MCO corregidos por autocorrelación de primer orden a las siguientes series: PIB neto de la producción de servicios no destinados a la venta, ocupados en la *Encuesta de Población Activa*, y series de capital privado y público (total y productivo) elaboradas por el IVIE para la Fundación BBV (1995). Las elasticidades estimadas para el capital público total y productivo aparecen en las columnas 5 y 6, respectivamente. Obsérvese que los resultados obtenidos, 0,63-0,59 para el empleo, y 0,61-0,57 para el capital privado, sugieren la existencia de RCRE incluso en los dos factores privados. Por otra parte, el valor de la elasticidad del capital público sobre la productividad del sector privado es de 0,29 para el capital público total (columna 5) y de 0,36 para el capital público productivo (columna 6), valores que de nuevo suponen una productividad del capital público muy superior a la del capital privado.

Argimón *et al.* (1994) estiman la ecuación

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t} = \text{Ln} A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t} + (\beta_L + \beta_K + \beta_G - 1) \text{Ln} K_t + \beta_G \text{Ln} \frac{KG_t}{K_t} \quad (\text{ARG})$$

En esta especificación, la aceptación de que el parámetro del capital es 0 equivale a aceptar RCE en todos los factores. Uno de las aportaciones de este trabajo es la aproximación del capital público por cuatro series de infraestructuras en transportes y comunicaciones elaboradas por Argimón y Martín (1993): una serie de infraestructuras para el conjunto de las AA.PP. y tres series para el Estado central, la primera calculada siguiendo los criterios de Contabilidad Nacional (CN), y las otras dos siguiendo los criterios de la Contabilidad Pública (CP), que excluyen e incluyen, respectivamente, las transferencias de capital. En cuanto a las restantes variables, los autores emplean las series de producción y capital privado de Corrales y Taguas (1989) y las series de empleo de García-Perea y Gómez (1994).

Los resultados obtenidos para cada serie por MCO y por MCNL para el MCE son muy similares cuando se impone la hipótesis (aceptada) de RCE en los tres factores<sup>9</sup>. Hay dos resultados sobre los que deseamos llamar la atención. Primero, la gran diferencia existente entre los valores estimados cuando se emplea la serie de las AA.PP. y cuando se utiliza cualquiera de las series del Estado. En efecto, para la serie de las AA.PP. las elasticidades de la producción privada respecto del empleo y las infraestructuras son de 0,36 y de 0,21 (columna 7, tabla 1), respectivamente, mientras que para la serie CP restringida estos valores son de 0,31 y de 0,59 (columna 8, tabla 1), respectivamente. Segundo, las estimaciones con series

<sup>9</sup> La excepción es la estimación con la serie de capital público del Estado elaborada con los criterios de CP y que incluye las transferencias de capital del Estado (véase, Argimón *et al.*, cuadro 2, p. 222).

del Estado implican unos valores para la elasticidad respecto del capital privado muy bajos (0,10).

En cuanto a la evidencia en favor de la hipótesis de cointegración, los resultados son contradictorios, ya que si los valores del ADF permiten rechazar la hipótesis de cointegración en las estimaciones por MCO, los valores del estadístico  $t$  del ECT en las estimaciones por MCNL llevan a su aceptación para las series del Estado.

Finalmente, queremos mencionar el estudio de González-Páramo (1995), que presenta nuevas estimaciones de la ecuación de Mas *et al.* reformulada en términos del MCE. Los valores estimados (columna 9, tabla 1) varían drásticamente, pasando de 0,29 en la estimación original a 0,51 en la reestimación realizada por González-Páramo, discrepancia que el autor achaca al deficiente método de estimación empleado por Mas *et al.* (MCO corregidos por autocorrelación de primer orden). Es posible, sin embargo, que la razón del elevado coeficiente que obtiene González-Páramo se deba a que el autor impone RCE en los tres factores, aunque los resultados de Mas *et al.* indicaban la existencia de RCRE, incluso en los dos factores privados.

**Tabla 1.-** Estudios con series temporales de nivel agregado

| Fuente       | Bajo y Sosvilla (A) | Bajo y Sosvilla (B) | García-Fontes y Serra (N) | García-Fontes y Serra ( $\Delta$ ) | Mas <i>et al.</i> KGT | Mas <i>et al.</i> KGPr | Argimón <i>et al.</i> | Argimón <i>et al.</i> | González-Páramo |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Ecuación     | E.1                 | E.2                 | E.1                       | E.1                                | E.0                   | E.0                    | E.0                   | E.0                   | E.0             |
| Cte.         | 0.45<br>(191.2)     | 0.47<br>(193.6)     | -320.24<br>(-7.73)        | 0.28<br>(0.27)                     |                       |                        |                       |                       |                 |
| $\beta_l$    | 0.39<br>(5518.2)    | 0.39<br>(5592.2)    | 0.59<br>(10.70)           | 0.55<br>(2.91)                     | 0.63                  | 0.59                   | 0.36<br>(10.46)       | 0.31<br>(20.26)       | 0.16<br>(2.74)  |
| $\beta_k$    | 0.42                | 0.43                | 0.40<br>(15.64)           | 0.45<br>(5.29)                     | 0.61<br>(9.78)        | 0.57<br>(7.69)         | 0.43                  | 0.10                  | 0.23            |
| $\beta_g$    | 0.19<br>(76.20)     | 0.18<br>(50.28)     | 0.27<br>(11.69)           | 0.18<br>(1.02)                     | 0.29<br>(4.52)        | 0.36<br>(4.62)         | 0.21<br>(2.83)        | 0.59<br>(8.34)        | 0.51<br>(4.21)  |
| $\beta_{cu}$ | 0.43<br>(36.17)     |                     | 0.23<br>(2.89)            | 0.24<br>(2.57)                     |                       |                        |                       |                       |                 |
| $R^2$        | 0.99                | 0.99                |                           |                                    | 0.998                 | 0.998                  |                       |                       |                 |
| $AR^2$       |                     |                     | 0.99                      | 0.85                               |                       |                        |                       |                       |                 |
| EER          |                     |                     |                           |                                    | 0.014                 | 0.014                  | 0.012                 | 0.008                 | 0.012           |
| (CR)DW       | 1.44                | 1.33                |                           |                                    | 1.76                  | 1.72                   | 1.97                  | 2.22                  |                 |
| (CR)ADF      | -4.59*              | -4.23*              |                           |                                    |                       |                        | -2.79                 | -6.00*                |                 |
| H.I.         | RCE                 | RCE                 |                           |                                    |                       |                        | RCE TO                | RCE TO                | RCE TO          |
| $H_0$        |                     |                     | RCE TO: A                 | RCE TO:A                           | RCRE:A                | RCRE:A                 |                       |                       |                 |
| F- $H_0$     |                     |                     | 0.039                     | 0.0004                             |                       |                        |                       |                       |                 |
| Método       | P-H                 | P-H                 | MCO                       | MCO                                | MCO AR(1)             | MCO AR(1)              | MCNL                  | MCNL                  | MCNL            |
| Período      | 1964-88             | 1964-88             | 1969-88                   | 1969-88                            | 1964-89               | 1964-89                | 1964-89               | 1964-89               | 1964-89         |

NOTAS: Los valores entre paréntesis son estadísticos  $t$ , excepto en las estimaciones de Bajo y Sosvilla que son estadísticos de Wald. EER, error estándar reg. P-H, Phillips-Hansen; DW, estadístico Durbin Watson; ADF estadístico  $t$  para el contraste de estacionariedad de los residuos, RCE TO, rend. ctes. a escala todos los factores; RCRE, rend. crec. a escala; \* sig. ó 10%; \*\* sig. ó 5% .

### 2.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Aunque tanto las técnicas econométricas como las bases de datos utilizadas difieren según los trabajos de que se trate, los resultados coinciden en destacar el proceso de acumulación de capital público como un importante factor explicativo del crecimiento de la economía española. Además, casi todos los autores se han beneficiado de las críticas econométricas que suscitó el trabajo de Aschauer, por lo que emplearon técnicas de estimación más sofisticadas casi todos ellos. Unos, como García-Fontes y Serra (1994), diferenciando las series; otros, como Bajo y Sosvilla (1993), Argimón *et al.* (1994) y González-Páramo (1995), haciendo uso de los contrastes de cointegración. En la mayor parte de los casos la hipótesis de cointegración se acepta, lo que permite rechazar la hipótesis de regresiones espurias y asegurar la consistencia de los estimadores en niveles.

Ahora bien, las estimaciones que aparecen en la tabla 1 son insatisfactorias al menos en dos aspectos. En primer lugar, los valores estimados son demasiado elevados para ser creíbles<sup>10</sup>. En segundo lugar, existen diferencias muy importantes entre los valores estimados por diversos autores: 0,18 (Bajo y Sosvilla, columna 1) y 0,59 (Argimón *et al.*, columna 8). ¿A qué cabe achacar estas diferencias? ¿Son robustos los altos valores obtenidos por algunos autores? Ya se ha mencionado que el trabajo de González-Páramo intenta responder parcialmente a estas preguntas, reestimando por MCNL los modelos de otros autores; pero su conclusión de que las diferencias en los resultados se pueden achacar al método de estimación utilizado y no a las diferentes series de capital público empleadas no parece convincente en el caso de Mas *et al.*, como ya hemos advertido, y, por otra parte, Bajo y Sosvilla ya utilizaron un método de estimación que les permitió evitar la obtención de resultados espurios. Por lo tanto, el trabajo de González-Páramo no resuelve, en nuestra opinión, los problemas ya detectados: una muy baja elasticidad respecto del capital privado y una disparidad de estimaciones de la elasticidad respecto del capital público que, además, en algunos casos resultan muy elevadas para ser razonables, como el propio autor reconoce.

En suma, a pesar de los estudios realizados todavía subsisten considerables discrepancias respecto a cuáles son las elasticidades de los distintos factores, la existencia o no de rendimientos constantes –en los factores privados o en los tres factores–, e incertidumbre acerca de la sensibilidad de los resultados a la inclusión de variables que controlan la influencia del ciclo y al período de la muestra. En nuestra opinión, la evidencia acumulada no permite zanjar ninguna de estas cuestiones y exige una revisión con detenimiento que explore sistemáticamente la especificación de la ecuación a estimar, la validez de los métodos de estimación, el empleo de series adecuadas y su análisis previo.

---

<sup>10</sup> Puesto que el cociente producción privada respecto del capital público era aproximadamente igual a 2 en 1991, estimaciones de la elasticidad del capital público en el intervalo [0,2-0,6] implican productividades del capital público entre el 40 y el 120%. Este valor, además de ser mucho más alto que el correspondiente al capital privado (20%), sugiere que en muchos casos la sociedad podría recuperar el coste de la inversión (incluyendo posibles pérdidas de bienestar producidas por los efectos distorsionadores de los impuestos) en el plazo de un año. Notar que, si consideramos exclusivamente las infraestructuras, las productividades serían más elevadas.

### 3. ECUACIONES A ESTIMAR Y ESPECIFICACIONES ECONOMETRICAS

En esta sección se presentan varios modelos alternativos para contrastar la hipótesis del capital público y se estudian las distintas series utilizadas para estimar la función de producción ampliada de la economía española.

#### 3.1. ECUACIONES A ESTIMAR

El objetivo de este trabajo es estimar los efectos productivos del capital público sobre la producción privada en la economía española. El punto de partida es la ecuación básica E.0, que permite obtener diversas especificaciones dependiendo de las variables incluidas y la hipótesis sobre rendimientos a escala que se desee contrastar o imponer. Si, siguiendo a Aschauer (1989a), incluimos la capacidad de utilización para controlar los efectos del ciclo sobre la productividad, obtenemos la expresión

$$\text{Ln}Y_t = \text{Ln}A_t + \beta_K \text{Ln}K_t + \beta_L \text{Ln}L_t + \beta_G \text{Ln}KG_t + \beta_{cu} \ln cu_t \quad (\text{E.1})$$

Alternativamente, la capacidad de utilización puede introducirse, como en Tatom (1991), modificando los flujos de capital privado y de capital público derivados de las correspondientes existencias

$$\text{Ln}Y_t = \text{Ln}A_t + \beta_K \text{Ln}K_t cu_t + \beta_L \text{Ln}L_t + \beta_G \text{Ln}KG_t cu_t \quad (\text{E.2})$$

Finalmente, cabe emplear una tercera especificación que únicamente corregiría el capital privado por el índice de utilización

$$\text{Ln}Y_t = \text{Ln}A_t + \beta_K \text{Ln}K_t cu_t + \beta_L \text{Ln}L_t + \beta_G \text{Ln}KG_t \quad (\text{E.3})$$

Alternativamente, es posible volver a parametrizar las ecuaciones anteriores de forma que podamos contrastar el tipo de rendimientos asociados a los *inputs* privados y a la totalidad de los *inputs* (privados y públicos)<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Por ejemplo, a fin de contrastar el tipo de rendimientos a escala en los *inputs* privados, podemos reparametrizar las ecuaciones anteriores con lo que obtendríamos las siguientes expresiones,

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t} = \text{Ln}A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t} + (\beta_L + \beta_K - 1) \text{Ln}K_t + \beta_G \text{Ln}KG_t + \beta_{cu} \ln cu_t \quad (\text{E.1}' \text{ o ASC})$$

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t cu_t} = \text{Ln}A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t cu_t} + (\beta_L + \beta_K - 1) \text{Ln}K_t cu_t + \beta_G \text{Ln}KG_t cu_t \quad (\text{E.2}' \text{ o ByS})$$

$$\text{Ln} \frac{Y_t}{K_t cu_t} = \text{Ln}A_t + \beta_L \text{Ln} \frac{L_t}{K_t cu_t} + (\beta_L + \beta_K - 1) \text{Ln}K_t cu_t + \beta_G \text{Ln}KG_t \quad (\text{E.3}')$$

La no significatividad del parámetro del capital privado ( $\beta_L + \beta_K - 1$ ) será indicio de la presencia de rendimientos a escala constantes asociados a los *inputs* privados. Si esta hipótesis se rechaza y la hipótesis de que el valor de este parámetro es de signo opuesto y similar en magnitud al valor estimado  $\beta_G$ , las ecuaciones se podrían estimar de nuevo imponiendo RCE en los tres factores.

### 3.2. FUENTES ESTADÍSTICAS Y ANÁLISIS DE LAS SERIES

Para estimar las ecuaciones anteriores se emplean diversas series agregadas que cubren el período 1964-1991 o el subperíodo 1964-88. El lector interesado puede consultar el apéndice en el que se describen las series empleadas con más detalle.

En las réplicas de las estimaciones de Bajo y Sosvilla (1993), García-Fontes y Serra (1994) y Argimón *et al.* (1994) se han empleado las series de capital privado productivo y producción privada de Corrales y Taguas (1989). La serie de empleo del sector privado es la serie enlazada por García Perea y Gómez (1994), utilizándose en este estudio la media anual de sus observaciones trimestrales. En cuanto al capital público, se emplea la serie de capital total de las administraciones públicas de Corrales y Taguas y los cuatro conceptos de infraestructuras de Argimón y Martín (1993). Por ello no podemos esperar replicar exactamente los resultados de Bajo y Sosvilla o de García-Fontes y Serra, que utilizan series de empleo diferentes.

Para analizar los resultados de Mas *et al.*, empleamos las series de producción privada proporcionadas por el INE (Contabilidad Nacional, 1992) y de empleo de García-Perea y Gómez. Las series de capital privado y público provienen del estudio financiado por la Fundación BBV (1995) y constituye una estimación alternativa y más desagregada que las series de Corrales y Taguas.

Ya se ha mencionado el considerable peligro de obtener regresiones espurias si las series no son estacionarias y la posible salida al problema que se perfila: explotar los resultados de los análisis de cointegración en lugar de estimar los modelos en diferencias<sup>12</sup>. En la práctica, el método a seguir es sencillo: si las variables analizadas están integradas y al estimar la ecuación en niveles se acepta la hipótesis de que las variables están cointegradas, los estimadores de los parámetros poblacionales son superconsistentes y la ecuación capta la relación a largo plazo. El primer paso, por lo tanto, consiste en analizar el carácter estacionario o integrado de todas las variables incluidas en las ecuaciones E.1, E.2, y E.3. La tabla 2 resume las principales conclusiones respecto de la orden de integrabilidad de las series al aplicar el contraste aumentado de Dickey-Fuller (ADF), cuya hipótesis nula es la existencia de una raíz unitaria<sup>13</sup>. De ellos se desprende que sólo las series corregidas por la capacidad de utilización y la serie de capacidad de utilización son claramente  $I(1)$ . En cuanto al resto de las series, la evidencia disponible no es determinante, aunque hay cierta evidencia en favor de su inclusión como series  $I(2)$ . Estos resultados indican que en las ecuaciones E.0 y E.1 algunas series son  $I(2)$  y otras son claramente  $I(1)$ , por lo que las conclusiones obtenidas con ambas especificaciones deben tomarse con prudencia, ya que se pretende explicar variables  $I(2)$

<sup>12</sup> La estimación de las ecuaciones propuestas en primeras diferencias presenta dos importantes desventajas, como destacan Pfähler, Hofmann y Bönke (1996). En primer lugar, es una solución adecuada solamente si las series temporales son  $I(1)$ ; es decir, integradas de orden uno. En segundo lugar, esta solución no permite captar la posible relación a largo plazo, hecho especialmente preocupante si, como es presumible, los efectos productivos del capital público se materializan a largo plazo.

<sup>13</sup> El lector interesado puede consultar el trabajo de Fernández y Polo (1999a) en el que se presentan con detalle la aplicación de los contrastes de raíces unitarias desarrollados por Dickey y Fuller (1981).

utilizando variables explicativas que son  $I(1)$ , imposibilitando la interpretación de los resultados como los valores de equilibrio a largo plazo entre las variables. Por el contrario, todas las variables incluidas en las ecuaciones E.2 y E.3 son claramente  $I(1)$ , pudiendo estar cointegradas.

**Tabla 2.-** Contraste de raíces unitarias

| BASE 80   |  | $I(1)$ | $I(2)$ | BASE 80   |  | $I(1)$ | $I(2)$ |
|---|--|--------|--------|---|--|--------|--------|
| Producto-capital privado ( $y-kp$ )               |  | X*     |        | Producto-capital privado ( $y-kp-cu$ )            |  | X      |        |
| Empleo-capital privado ( $l-kp$ )                 |  | X      |        | Empleo-capital privado ( $l-kp-cu$ )              |  | X      |        |
| Capital privado ( $kp$ )                          |  |        | X      | Capital privado ( $kp-cu$ )                       |  | X      |        |
| Capacidad de utilización ( $cu$ )                 |  | X      |        | Capacidad de utilización ( $cu$ )                 |  | X      |        |
| Capital público-capital privado ( $kg-kp$ )       |  |        |        | Capital público-capital privado ( $kg-kp-cu$ )    |  |        |        |
| AA.PP. (MOISEES)                                  |  | X*     |        | AA.PP. (MOISEES)                                  |  | X      |        |
| AA.PP. (Argimón <i>et al.</i> )                   |  |        | X      | AA.PP. (Argimón <i>et al.</i> )                   |  | X      |        |
| Estado ( $cn$ ) (Argimón <i>et al.</i> )          |  | X      |        | Estado ( $cn$ ) (Argimón <i>et al.</i> )          |  | X      |        |
| Estado ( $cp$ ) (Argimón <i>et al.</i> )          |  | X      |        | Estado ( $cp$ ) (Argimón <i>et al.</i> )          |  | X      |        |
| Estado ( $cp$ con $tk$ ) (Argimón <i>et al.</i> ) |  | X      |        | Estado ( $cp$ con $tk$ ) (Argimón <i>et al.</i> ) |  | X      |        |
| BASE 90   |  |        |        | BASE 90   |  |        |        |
| Producto-capital privado ( $y-kp$ )               |  | X*     |        | Producto-capital privado ( $y-kp-cu$ )            |  | X      |        |
| Empleo-capital privado ( $l-kp$ )                 |  |        | X      | Empleo-capital privado ( $l-kp-cu$ )              |  | X      |        |
| Capital privado ( $kp$ )                          |  |        | X      | Capital privado ( $kp-cu$ )                       |  | X      |        |
| Capital público-capital privado ( $kg-kp$ )       |  |        |        | Capital público-capital privado ( $kg-kp-cu$ )    |  |        |        |
| AA.PP. total (IVIE)                               |  |        | X      | AA.PP. total (IVIE)                               |  | X      |        |
| AA.PP. productivo (IVIE)                          |  | X*     |        | AA.PP. productivo (IVIE)                          |  | X      |        |
| Sector público total (IVIE)                       |  | X      |        | Sector público total (IVIE)                       |  | X      |        |
| Infraestructura AA.PP. (IVIE)                     |  | X      |        | Infraestructura AA.PP. (IVIE)                     |  | X      |        |

\* Al 10% de significación.

El siguiente paso ha sido, precisamente, determinar si existe una relación de cointegración entre las variables presentes en las ecuaciones E.2 y E.3 siguiendo la metodología de Engle y Granger (1987). En primer lugar, se estima por MCO la regresión en niveles de las variables hipotéticamente cointegradas. A continuación, se comprueba la existencia de una raíz unitaria en los residuos de la regresión. Si los residuos de la regresión son estacionarios, la regresión en niveles puede aceptarse como la relación a largo plazo.

Alternativamente, si suponemos la existencia de una relación de cointegración, pero estamos interesados en obtener información sobre la relación a corto plazo, se puede estimar por MCNL el modelo de MCE que incluye los residuos retardados como término de corrección de error. En otras palabras, el modelo de MCE permite modelar el corto plazo sin perder la información sobre la relación de equilibrio a largo plazo. Por otra parte, el contraste de cointegración que permite efectuar es más potente que el basado en el estadístico ADF<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Banerjee *et al.* (1993) han mostrado que el contraste ADF sobre los residuos de las estimaciones por MCO puede ser poco potente. En Argimón *et al.* (1994) y Fernández y Polo (1999a) se explican brevemente ambos contrastes de cointegración y se aplican a diversas especificaciones de la función de producción ampliada de la economía española.

## **4. EL CAPITAL PÚBLICO Y LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN PRIVADA: RESULTADOS**

En las tablas que a continuación se presentan se incluyen, junto a la estimación original y a nuestra estimación que aproxima los resultados originales, otras estimaciones que permiten analizar la sensibilidad de aquéllos al incluir variables omitidas, modificar el período muestral, eliminar las hipótesis impuestas o variar el método de estimación. El objetivo de nuestra investigación no es replicar los resultados ya obtenidos, sino examinar la solidez de las conclusiones avanzadas por cada investigador<sup>15</sup>.

### **4.1. ESTIMACIONES CON LAS SERIES DE CAPITAL PÚBLICO DE CORRALES Y TAGUAS**

Las tablas 3 y 4 presentan las estimaciones obtenidas con las series de capital público de Corrales y Taguas. Recordamos que esta serie fue también la que emplearon Bajo y Sosvilla y la que sirvió de base para el cálculo de la serie de infraestructuras de García-Fontes y Serra.

#### **4.1.1. Bajo y Sosvilla**

En las columnas 1 y 6 de la tabla 3 se presentan las estimaciones de Bajo y Sosvilla de las ecuaciones E.1 y E.2 bajo la hipótesis aceptada de RCE en los tres factores por el método de Phillips y Hansen. En las columnas 2 y 7 se presentan nuestras estimaciones de ambas ecuaciones por MCO bajo la misma hipótesis impuesta, siendo los valores estimados muy similares a los originales, aunque los coeficientes del capital público son algo más altos. Sin embargo, al estimar las ecuaciones sin imponer RCE en los tres factores (columnas 3 y 8), los coeficientes del empleo se elevan considerablemente y la hipótesis de RCE resulta claramente rechazada en la especificación E.1 y, aunque no con tanta contundencia, también en la E.2. El coeficiente del capital público aumenta ligeramente, por lo que las diferencias respecto de los resultados originales se acentúan. Por otra parte, los estadísticos ADF, especialmente para la especificación E.2, sugieren que las variables están cointegradas, por lo que la estimación en niveles resulta apropiada. Obsérvese que la inclusión de una tendencia determinista (columnas 4 y 9 de la tabla 3) no resulta significativa, aunque en la especificación E.2, para la que el estadístico *t* es más elevado, se reduce el tamaño y la significatividad del parámetro del capital público.

---

<sup>15</sup> Ya hemos mencionado que en algunos casos se han empleado series distintas a las originales debido a la disponibilidad de nuevas series más fiables o porque los autores no precisan suficientemente las series empleadas. Por ello, nuestros resultados únicamente pretenden aproximar los resultados originales como punto de partida del análisis posterior.

Los resultados de estimar el MCE aparecen en las columnas 5 y 10. En ambos casos se observa una caída del coeficiente del capital privado y un aumento de los coeficientes del empleo y del capital público, resultados coincidentes con los obtenidos por González-Páramo (1995) al reestimar especificaciones de otros autores por MCNL. No hay que olvidar que los resultados por MCNL, al aplicarse a un período muestral corto y requerir la estimación de un número elevado de parámetros, son muy sensibles a variaciones en la especificación del modelo como, por ejemplo, a la inclusión de una tendencia determinista. En todo caso, el estadístico del ECT sugiere la existencia de una relación a largo plazo en ambos casos<sup>16</sup>.

En conjunto, estas estimaciones ponen de manifiesto la existencia de un efecto sustancial del capital público sobre la productividad privada. La elasticidad obtenida al aplicar MCO se sitúa en torno a 0,30 y los elevados valores obtenidos por MCNL hay que tomarlos con precaución por las razones ya expuestas.

**Tabla 3.-** Bajo y Sosvilla (1993)

|                | (1)              | (2)              | (3)             | (4)               | (5)            | (6)              | (7)              | (8)             | (9)             | (10)           |
|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Ecuación       | Original         | E.1+RCE          | E.1             | E.1+T             | E.1+MCE        | Original         | E.2+RCE          | E.2             | E.2+T           | E.2+MCE        |
| Cte.           | 0.45<br>(191.2)  | 7.28<br>(155.40) | 5.71<br>(12.11) | 6.07<br>(9.46)    |                | 0.47<br>(193.6)  | 7.31<br>(196.08) | 6.58<br>(15.37) | 5.74<br>(8.09)  |                |
| T              |                  |                  |                 | -0.005<br>(-0.82) |                |                  |                  |                 | 0.007<br>(1.46) |                |
| E              | 0.39<br>(5518.2) | 0.34<br>(50.45)  | 0.50<br>(10.38) | 0.41<br>(3.34)    | 0.49<br>(7.09) | 0.39<br>(5592.2) | 0.34<br>(62.12)  | 0.41<br>(9.48)  | 0.57<br>(4.85)  | 0.56<br>(8.54) |
| KP             | 0.42             | 0.42             | 0.38<br>(15.64) | 0.37<br>(5.29)    | 0.30<br>(9.78) | 0.43             | 0.41             | 0.39<br>(12.94) | 0.39<br>(13.22) | 0.16<br>(2.35) |
| KG             | 0.19<br>(76.20)  | 0.24<br>(8.18)   | 0.29<br>(10.11) | 0.38<br>(3.63)    | 0.39<br>(9.47) | 0.18<br>(50.28)  | 0.25<br>(8.65)   | 0.28<br>(8.34)  | 0.18<br>(2.32)  | 0.52<br>(7.57) |
| CU             | 0.43<br>(36.17)  | 0.57<br>(5.93)   | 0.40<br>(4.22)  | 0.39<br>(9.45)    | 0.50<br>(4.84) |                  |                  |                 |                 |                |
| Método         | P-H              | MCO              | MCO             | MCO               | MCE            | P-H              | MCO              | MCO             | MCO             | MCE            |
| R <sup>2</sup> | 0.99             | 0.998            | 0.998           | 0.998             | 0.924          | 0.99             | 0.998            | 0.998           | 0.998           | 0.960          |
| SE             |                  | 0.012            | 0.010           | 0.010             | 0.008          |                  | 0.012            | 0.012           | 0.011           | 0.007          |
| SSR            |                  | 3.212            | 2.062           | 1.991             | 0.954          |                  | 3.360            | 2.952           | 2.668           | 0.839          |
| DW             | 1.44             | 1.26             | 1.64            | 1.65              | 2.12           | 1.33             | 1.49             | 1.80            | 1.72            | 2.65           |
| ADF            | -4.59**          | -3.30            | -4.51           | -4.64             |                | -4.23**          | -3.75*           | -4.61**         | -4.13           |                |
| ECT            |                  |                  |                 |                   | -4.84**        |                  |                  |                 |                 | -5.30**        |
| Período        | 1964-88          | 1964-88          | 1969-88         | 1969-88           | 1964-88        | 1964-88          | 1964-88          | 1964-88         | 1964-88         | 1964-88        |

NOTAS: ver notas de la tabla 1; R<sup>2</sup> coeficiente de determinación; SE error estándar; SSR, suma cuadrados residuos; ECT estadístico t del término de corrección de error  $\lambda$  del MCE; \*significativo al 10%; \*\*significativo al 5%.

VARIABLES: dependiente: producción privada real a c.f. de Corrales y Taguas (CyT); independientes: E empleo privado de García Perea y Gómez (GPYG); KP capital productivo privado, KG capital público total y CU capacidad de utilización (CyT).

<sup>16</sup> Aunque no presentamos los resultados, además de las especificaciones E.1 y E.2 hemos utilizado también la E.3 para ver cuál explica mejor los datos disponibles. En este último caso, los coeficientes estimados son semejantes a los obtenidos al estimar E.1 y E.2, resultando de nuevo rechazada la hipótesis de RCE en los tres factores y la no significatividad del coeficiente estimado del progreso técnico. Igualmente, los valores de los ADF no permiten rechazar la hipótesis de que las variables están cointegradas.

#### 4.1.2. García-Fontes y Serra

En la tabla 4 aparecen los valores estimados de los parámetros de la ecuación E.1 obtenidos por García-Fontes y Serra (1994) en niveles para varias especificaciones. Ya se ha mencionado que las variables empleadas en este trabajo no están claramente definidas por lo que, para intentar replicar aproximadamente los resultados originales, hemos probado con diversas series y hemos obtenido los mejores resultados al emplear las de producción y empleo total (privado más público) y capital privado y capital público de Corrales y Taguas. Los valores que aparecen en las columnas 2 y 8 de la tabla 4 corresponden a nuestra estimación de la ecuación E.1, pudiéndose comprobar que son muy similares a los valores originales.

**Tabla 4.-** García-Fontes y Serra (1994)

|                | (1)                | (2)              | (3)              | (4)              | (5)              | (6)             | (7)            | (8)             | (9)             | (10)             |
|----------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Ecuación       | Original           | E.1              | E.1              | E.1              | E.1+T            | E.1+MCE         | Original       | E.1+Δ           | E.2             | E.2+T            |
| Cte.           | -320.24<br>(-7.73) | -2.44<br>(-4.69) | -1.36<br>(-2.29) | -1.10<br>(-1.85) | -2.24<br>(-2.74) |                 | 0.28<br>(0.26) | 0.003<br>(0.34) | 0.81<br>(1.52)  | -1.10<br>(-1.38) |
| T              |                    |                  |                  |                  | 0.01<br>(1.91)   |                 |                |                 |                 | 0.011<br>(2.92)  |
| E              | 0.59<br>(10.70)    | 0.60<br>(11.42)  | 0.51<br>(7.88)   | 0.49<br>(7.43)   | 0.72<br>(5.10)   | 0.33<br>(34.14) | 0.55<br>(2.91) | 0.60<br>(3.04)  | 0.32<br>(5.75)  | 0.65<br>(5.30)   |
| KP             | 0.40<br>(15.64)    | 0.38<br>(14.14)  | 0.37<br>(12.30)  | 0.37<br>(11.76)  | 0.39<br>(12.35)  | 0.31            | 0.45<br>(5.29) | 0.45<br>(4.69)  | 0.36<br>(11.68) | 0.36<br>(13.71)  |
| KG             | 0.27<br>(11.69)    | 0.29<br>(12.89)  | 0.30<br>(9.92)   | 0.29<br>(9.46)   | 0.09<br>(0.83)   | 0.36<br>(12.75) | 0.18<br>(1.02) | 0.18<br>(0.92)  | 0.29<br>(8.95)  | 0.11<br>(1.51)   |
| CU             | 0.23<br>(2.89)     | 0.21<br>(2.31)   | 0.27<br>(2.77)   | 0.28<br>(2.73)   | 0.31<br>(3.15)   | 0.42<br>(5.41)  | 0.24<br>(2.57) | 0.22<br>(2.38)  |                 |                  |
| Método         | MCO                | MCO              | MCO              | MCO              | MCO              | MCE             | MCO            | MCO             | MCO             | MCO              |
| R <sup>2</sup> | 0.99               | 0.998            | 0.998            | 0.998            | 0.998            | 0.99            | 0.85           | 0.87            | 0.998           | 0.968            |
| SE             |                    | 0.008            | 0.011            | 0.011            | 0.010            | 0.007           |                | 0.011           | 0.012           | 0.011            |
| SSR            |                    | 0.935            | 2.240            | 2.446            | 2.053            | 0.713           |                | 2.256           | 3.091           | 2.169            |
| DW             |                    | 2.07             | 1.24             | 1.22             | 1.53             | 2.22            |                | 2.65            | 1.62            | 1.74             |
| ADF            |                    | -4.90*           | -4.55*           | -4.62*           | -5.10**          |                 |                |                 | -4.36*          | -4.16*           |
| ECT            |                    |                  |                  |                  |                  | -5.82**         |                |                 |                 |                  |
| Período        | 1969-88            | 1969-88          | 1969-88          | 1964-88          | 1964-88          | 1964-88         | 1969-88        | 1969-88         | 1964-88         | 1964-88          |

NOTAS: ver notas de la tabla 3.  
 VARIABLES: dependiente: producción privada real a c.f. de Corrales y Taguas (CyT); independientes: E empleo de García Perea y Gómez (GPyG); KP capital privado, KG capital público total y CU capacidad de utilización (CyT).

La tabla 4 incluye, además, las siguientes estimaciones: en la columna 3 se han empleado idénticas variables pero un período más largo; en la columna 4, el período más largo y la serie de empleo de García-Perea y Gómez; en la columna 5 se ha incluido una tendencia; y, en la columna 6 los valores obtenidos por MCNL. Estas estimaciones ponen de manifiesto que la extensión de la muestra y la serie de empleo utilizada no influyen en los valores estimados del coeficiente del capital público o privado. Por el contrario, al incluir la tendencia se reduce el valor y la significación del coeficiente del capital público, mientras que al estimar el MCE se incrementa algo este coeficiente. Los valores del estadístico ADF y del estadístico *t* del ECT sugieren la existencia de una relación de cointegración entre las varia-

bles propuestas. Por ello, la tabla 4 incluye únicamente los valores originales y nuestra réplica para la especificación en diferencias, constatándose que los valores estimados se mantienen en sus valores habituales (columnas 7 y 8). Por último, presentamos para estas mismas series los valores estimados de los parámetros de la especificación E.2 utilizando el capital privado productivo en lugar del capital privado total. En la regresión por MCO (columnas 9), los coeficientes estimados para el capital público se mantienen en torno a 0,30, en tanto que se reducen considerablemente los valores estimados de los coeficientes del empleo. En este caso, la inclusión de una tendencia reduce sustancialmente el coeficiente del capital público y la estimación del MCE reproduce los resultados ya conocidos: fuerte reducción del coeficiente del capital privado y sustancial elevación del coeficiente del capital público.

#### 4.1.3. Conclusiones

Los resultados más significativos que se alcanzan son los siguientes: primero, existe evidencia de cointegración entre las variables en la mayoría de las especificaciones; segundo, el coeficiente del capital público en las estimaciones por MCO se sitúa en torno a 0,30 y en las estimaciones por MCNL del MCE en torno a 0,40; y, tercero, la inclusión de una tendencia exógena tiende a reducir sustancialmente el coeficiente del capital público. Asimismo, estos resultados no parecen depender de la serie de empleo o capital privado utilizada.

#### 4.2. ESTIMACIONES CON LAS SERIES CAPITAL PÚBLICO DE ARGIMÓN Y MARTÍN

Las estimaciones originales de Argimón *et al.* (1994) de la ecuación E.0 con RCE aparecen en las columnas 1 de las tablas 5 y 6, el primero para la serie de las AA.PP. y el segundo para la serie del Estado elaborada con el mismo criterio (CN).

En las columnas 2 de las tablas 5 y 6, comprobamos que, al estimar por MCO bajo la hipótesis de RCE en los tres factores, obtenemos con nuestra muestra unos resultados casi idénticos a los originales, manteniéndose los elevados valores del coeficiente del capital público para la serie del Estado y los bajos valores del ADF en ambos casos. Por ello, resulta natural modificar la especificación en busca de resultados más satisfactorios.

Una primera observación es que al estimar la ecuación E.0 sin restricciones, se rechaza la hipótesis de RCE en los tres factores (columnas 3, tablas 5 y 6). En segundo lugar, la inclusión de la capacidad de utilización (ecuaciones E.1 y E.2) mejora los valores del estadístico ADF para la serie de las AA.PP. (columnas 4-6 de la tabla 5) y la inclusión de la tendencia reduce drásticamente el coeficiente esti-

mado del capital público para la serie del Estado (columna 6, tabla 6) y eleva el estadístico ADF.

**Tabla 5.- Argimón *et al.* I. Capital público en infraestructuras de las AA.PP.**

|                | (1)             | (2)             | (3)             | (4)             | (5)             | (6)             | (7)             | (8)             | (9)               | (10)            |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Ecuación       | Original        | E.0+RCE         | E.0             | E.1             | E.2             | E.2+T           | E.2+MCE         | E.3             | E.3+T             | E.3+MCE         |
| Cte.           |                 | 5.89<br>(37.37) | 3.87<br>(7.46)  | 5.01<br>(10.56) | 6.10<br>(13.14) | 5.33<br>(8.96)  |                 | 5.16<br>(12.54) | 5.25<br>(10.86)   |                 |
| T              |                 |                 |                 |                 |                 | 0.007<br>(1.93) |                 |                 | -0.002<br>(-0.36) |                 |
| E              | 0.35<br>(45.26) | 0.34<br>(39.42) | 0.50<br>(12.11) | 0.40<br>(9.71)  | 0.29<br>(7.83)  | 0.52<br>(4.23)  | 0.31<br>(25.91) | 0.38<br>(11.78) | 0.34<br>(2.70)    | 0.44<br>(12.71) |
| KP             | 0.44            | 0.43            | 0.41<br>(15.34) | 0.43<br>(20.91) | 0.45<br>(18.02) | 0.42<br>(15.69) | 0.42<br>-       | 0.43<br>(21.21) | 0.43<br>(18.76)   | 0.35<br>(9.09)  |
| KG             | 0.21<br>(6.52)  | 0.23<br>(6.06)  | 0.28<br>(8.85)  | 0.27<br>(10.94) | 0.25<br>(8.24)  | 0.15<br>(2.58)  | 0.27<br>(6.75)  | 0.27<br>(11.14) | 0.29<br>(4.11)    | 0.35<br>(8.58)  |
| CU             |                 |                 |                 | 0.37<br>(4.18)  |                 |                 |                 |                 |                   |                 |
| Método         | MCO             | MCO             | MCO             | MCO             | MCO             | MCO             | MCE             | MCO             | MCO               | MCO             |
| R <sup>2</sup> |                 | 0.996           | 0.997           | 0.998           | 0.998           | 0.998           | 0.998           | 0.998           | 0.999             | 0.951           |
| SE             | 0.016           | 0.017           | 0.013           | 0.009           | 0.012           | 0.011           | 0.010           | 0.009           | 0.009             | 0.008           |
| SSR            |                 | 6.007           | 3.389           | 1.807           | 3.009           | 2.538           | 1.804           | 1.845           | 1.833             | 0.996           |
| DW             | 0.71            | 0.706           | 1.33            | 1.78            | 1.83            | 1.80            | 1.98            | 1.84            | 1.85              | 1.79            |
| ADF            | -2.38           | -2.23           | -3.49           | -4.55*          | -4.40*          | -4.54           |                 | -4.65**         | -4.58**           |                 |
| ECT            |                 |                 |                 |                 |                 |                 | -3.96**         |                 |                   | -5.37**         |
| Período        | 1969-89         | 1969-88         | 1969-88         | 1964-88         | 1964-88         | 1964-88         | 1969-88         | 1969-88         | 1964-88           | 1964-88         |

NOTA: ver notas de la tabla 3.

**Tabla 6.- Argimón *et al.* II. Capital público en infraestructuras del Estado**

|                | (1)             | (2)             | (3)            | (4)            | (5)             | (6)             | (7)            | (8)            | (9)             | (10)           |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Ecuación       | Original        | E.0+RCE         | E.0            | E.1            | E.2             | E.2+T           | E.2+MCE        | E.3            | E.3+T           | E.3+MCE        |
| Cte.           |                 | 4.29<br>(11.68) | 3.81<br>(5.99) | 4.79<br>(6.37) | 6.73<br>(10.18) | 4.76<br>(8.69)  |                | 4.65<br>(6.65) | 4.10<br>(7.52)  |                |
| T              |                 |                 |                |                |                 | 0.013<br>(5.63) |                |                | 0.011<br>(4.09) |                |
| E              | 0.22<br>(10.86) | 0.21<br>(8.65)  | 0.25<br>(4.90) | 0.18<br>(3.21) | 0.08<br>(1.24)  | 0.60<br>(5.95)  | 0.20<br>(3.89) | 0.20<br>(4.91) | 0.57<br>(6.04)  | 0.25<br>(4.91) |
| KP             | 0.18            | 0.16            | 0.16<br>(2.43) | 0.21<br>(3.15) | 0.31<br>(4.26)  | 0.32<br>(6.75)  | 0.20           | 0.21<br>(3.37) | 0.27<br>(5.45)  | 0.11<br>(1.04) |
| KG             | 0.60<br>(7.74)  | 0.63<br>(6.98)  | 0.63<br>(7.01) | 0.58<br>(6.65) | 0.45<br>(4.49)  | 0.20<br>(2.63)  | 0.60<br>(3.23) | 0.57<br>(6.78) | 0.30<br>(3.33)  | 0.69<br>(5.00) |
| CU             |                 |                 |                | 0.28<br>(2.10) |                 |                 |                |                |                 |                |
| Método         | MCO             | MCO             | MCO            | MCO            | MCO             | MCO             | MCE            | MCO            | MCO             | MCE            |
| R <sup>2</sup> |                 | 0.997           | 0.997          | 0.998          | 0.996           | 0.998           | 0.870          | 0.997          | 0.998           | 0.907          |
| SE             | 0.014           | 0.015           | 0.015          | 0.014          | 0.017           | 0.011           | 0.011          | 0.014          | 0.010           | 0.008          |
| SSR            |                 | 4.992           | 4.799          | 3.929          | 6.496           | 2.514           | 2.246          | 3.994          | 2.174           | 1.506          |
| DW             | 1.28            | 1.18            | 1.22           | 1.09           | 1.11            | 1.77            | 2.23           | 1.09           | 1.64            | 1.97           |
| ADF            | -3.79*          | -3.29           | -3.49          | -3.50          | -3.10           | -4.59**         |                | -3.40          | -4.33*          |                |
| ECT            |                 |                 |                |                |                 |                 | -2.97          |                |                 | -3.80*         |
| Período        | 1964-89         | 1964-88         | 1964-88        | 1964-88        | 1964-88         | 1964-88         | 1969-88        | 1969-88        | 1964-88         | 1964-88        |

NOTA: ver notas de la tabla 3.

En definitiva, la conclusión que podemos extraer de las estimaciones presentadas en las tablas 5 y 6 es que para las series de capital del Estado la especificación empleada por Argimón *et al.* no es la más satisfactoria. La ecuación E.2 proporciona estimaciones más satisfactorias cuando incluyen una tendencia exógena que reduce la elasticidad de la productividad privada respecto del capital público a valores más razonables (0,2-0,3), similares a los obtenidos para otras series de capital<sup>17</sup>.

Argimón *et al.* presentan también resultados que sugieren que el capital de las AA.PP. territoriales (APT)<sup>18</sup> no afectan a la productividad del sector privado (columnas 1 y 4, tabla 7). Este hecho, según los autores, explicaría el bajo coeficiente obtenido para el capital público cuando se emplea la serie de las AA.PP.; sin embargo, los resultados que presentamos en la tabla 7 contradicen esta conclusión. Obsérvese que, aunque el coeficiente del capital de las APT no es significativo cuando se imponen RCE (columna 2), resulta significativo cuando se reestima sin esta restricción (columna 3). Aún más importante, la significatividad se mantiene incluso cuando se introduce el capital del Estado (columna 6), cuyos coeficientes se reducen notablemente, acentuándose estos efectos cuando se estiman las ecuaciones E.2 y E.3 (columnas 7 y 8). Ciertamente, los resultados indican todavía que la elasticidad de la producción respecto del capital de las APT es inferior a la del Estado (salvo para la ecuación E.2), hecho que podría reflejar la escasa importancia de las inversiones realizadas por las APT hasta mediados de los 80. De todos modos, la falta de evidencia de cointegración en las estimaciones que incluyen únicamente el capital público de las APT no permite obtener conclusiones definitivas.

Finalmente, queremos examinar la hipótesis de si sólo las infraestructuras tienen un impacto apreciable sobre la productividad privada, como sugieren los elevados valores estimados por Argimón *et al.* para las series de infraestructuras del Estado, en comparación con los valores mucho más bajos obtenidos por Bajo y Sosvilla, García-Fontes y Serra y Mas *et al.* utilizando series más amplias de capital público. En la tabla 7 se presentan también los resultados de estimar la ecuación E.2 con el capital público social (CPS), definido como la diferencia entre las series de capital público total y la serie de infraestructuras de las AA.PP. Los resultados más significativos son: primero, la relevancia del capital público social; y, segundo, la reducción del valor estimado del coeficiente de la variable infraestructuras del Estado, que es incluso negativo aunque no significativo. Estos resultados, confirmados por la estimación de la especificación E.3, refuerzan nuestra impresión de que los elevados coeficientes estimados por Argimón *et al.* para las infraestructuras del Estado son consecuencia de la omisión de variables relevantes.

---

<sup>17</sup> Un resultado similar se obtiene con la especificación E.3.

<sup>18</sup> Las APT comprenden todas las AA.PP. a excepción del Estado.

Tabla 7.- Argimón *et al.* III

|                         | (1)            | (2)            | (3)             | (4)             | (5)            | (6)            | (7)             |                          | (8)             | (9)            | (10)             |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Ecuac.                  | Original       | E.0+RCE        | E.0             | Original        | E.0+RCE        | E.0            | E.2             |                          | E.2             | E.2            | E.2              |
| Cte.                    |                |                | 3.67<br>(5.97)  |                 |                | 3.40<br>(6.12) | 5.49<br>(11.07) | Cte.                     | 4.39<br>(7.16)  | 5.23<br>(3.88) | 4.33<br>(6.39)   |
| <i>E</i>                | 0.46<br>(9.84) | 0.45<br>(9.26) | 0.74<br>(11.34) | 0.21<br>(7.12)  | 0.20<br>(7.11) | 0.53<br>(5.21) | 0.52<br>(5.58)  | <i>E</i>                 | 0.45<br>(9.65)  | 0.37<br>(3.17) | 0.46<br>(5.09)   |
| <i>KP</i>               | 0.52           | 0.51           | 0.52<br>(31.65) | 0.12            | 0.11           | 0.33<br>(4.18) | 0.51<br>(8.32)  | <i>KP</i>                | 0.38<br>(11.50) | 0.41<br>(7.19) | 0.39<br>(7.22)   |
| <i>KG<sub>EST</sub></i> |                |                |                 | 0.67<br>(7.23)  | 0.69<br>(7.79) | 0.33<br>(2.59) | 0.05<br>(0.48)  | <i>KG<sub>INFR</sub></i> |                 | 0.12<br>(0.70) | -0.03<br>(-0.21) |
| <i>KG<sub>APT</sub></i> | 0.02<br>(0.67) | 0.04<br>(1.12) | 0.06<br>(7.48)  | 0.007<br>(0.88) | 0.01<br>(1.57) | 0.04<br>(3.04) | 0.06<br>(5.29)  | <i>KG<sub>SOC</sub></i>  | 0.29<br>(8.24)  | 0.14<br>(0.70) | 0.30<br>(4.82)   |
| Método                  | MCE            | MCE            | MCO             | MCE             | MCE            | MCO            | MCO             | Método                   | MCO             | MCO            | MCO              |
| <i>R</i> <sup>2</sup>   | 0.697          | 0.765          | 0.997           | 0.868           | 0.918          | 0.998          | 0.998           | <i>R</i> <sup>2</sup>    | 0.998           | 0.998          | 0.998            |
| SE                      | 0.012          | 0.012          | 0.014           | 0.008           | 0.008          | 0.012          | 0.012           | SE                       | 0.012           | 0.012          | 0.012            |
| SSR                     |                | 2.725          | 4.379           |                 | 0.935          | 3.280          | 2.710           | SSR                      | 3.010           | 2.937          | 3.003            |
| DW                      |                | 2.32           | 1.09            |                 | 1.94           | 1.41           | 1.87            | DW                       | 1.76            | 1.82           | 1.75             |
| ADF                     |                |                | -3.47           |                 |                | -4.43          | -4.95*          | ADF                      | -4.57**         | -4.65*         | -4.56*           |
| ECT                     | -2.08          | -1.97          |                 | -5.77**         | 6.26**         |                |                 | ECT                      |                 |                |                  |
| Periodo                 | 1964-89        | 1964-88        | 1964-88         | 1964-89         | 1964-88        | 1964-88        | 1964-88         | Periodo                  | 1964-88         | 1964-88        | 1964-88          |

NOTAS: ver notas tabla 3; *KG<sub>EST</sub>* capital público en infraestructuras del Estado; *KG<sub>APT</sub>* capital público AA.PP. territoriales, *KG<sub>INFR</sub>* capital público infraestructuras y *KG<sub>SOC</sub>* capital público social.

#### 4.3. RESULTADOS CON LAS SERIES DE CAPITAL PÚBLICO DE LA FUNDACIÓN BBV

Para analizar los resultados de Mas *et al.* empleamos las series empleadas por los autores<sup>19</sup>, a excepción de la serie de empleo que, en nuestro caso, es la serie enlazada de García-Perea y Gómez. En concreto, se utilizan cinco series de capital público: infraestructuras (carreteras y puertos), capital productivo (infraestructuras más infraestructuras hidráulicas y estructuras urbanas), capital público social (capital en sanidad y educación), capital total de las AA.PP. (capital productivo más capital social) y capital público total (capital total AA.PP. más el capital de los organismos autónomos). En cobertura, la serie de infraestructuras de las AA.PP. es comparable a la correspondiente serie de Argimón *et al.* y la utilizamos para ver si se obtienen coeficientes tan elevados como los que obtenían estos autores.

En las tablas 8 y 9 se presentan los valores estimados para las series de capital total de las AA.PP. y capital productivo de las AA.PP. En la columna 1 aparecen los valores originales de Mas *et al.* y en la columna 2 nuestras réplicas empleando el mismo método de estimación (MCO AR(1)) y período muestral (1964-89). En las columnas 3 y 4 se presentan los resultados para el período 1964-91, corrigiendo y sin corregir por autocorrelación de primer orden. Los datos empleados proporcionan unas réplicas aceptables de los resultados originales que no experimentan modificaciones importantes al variar el período muestral o al estimar por MCO. En todos los casos, los coeficientes de los factores privados son altamente significati-

<sup>19</sup> Esta afirmación no es completamente exacta, ya que la estimación de Mas *et al.* se realizó con anterioridad a la publicación de los datos definitivos sobre capital privado y público que empleamos aquí.

vos y se mantiene la hipótesis de RCRE en los tres factores. El coeficiente del capital público se reduce algo al expandir el período muestral, con valores en la estimación por MCO (columna 4) de 0,24 para el capital productivo y de 0,19 para el capital total, y unos valores del estadístico ADF que permiten aceptar la hipótesis de cointegración.

**Tabla 8.- Mas et al. I.  $KG_{TOT}$  AAPP**

|            | (1)            | (2)              | (3)              | (4)              | (5)             | (6)               | (7)            | (8)             | (9)              | (10)           |
|------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
|            | Original       | E.0              | E.0              | E.0              | E.2             | E.2+T             | E.2+MCE        | E.3             | E.3+T            | E.3+MCE        |
| Cte.       |                | -1.81<br>(-0.98) | -1.22<br>(-0.46) | -1.77<br>(-2.50) | 1.19<br>(1.97)  | 0.98<br>(1.10)    |                | 0.71<br>(1.16)  | -1.71<br>(-0.98) |                |
| $T$        |                |                  |                  |                  |                 | -0.002<br>(-0.33) |                |                 | -0.02<br>(-1.47) |                |
| $E$        | 0.63           | 0.63<br>(4.67)   | 0.57<br>(3.55)   | 0.63<br>(10.89)  | 0.44<br>(8.47)  | 0.40<br>(2.87)    | 0.19<br>(0.55) | 0.50<br>(9.09)  | 0.24<br>(1.35)   | 0.48<br>(2.79) |
| $KP$       | 0.61<br>(9.78) | 0.52<br>(5.04)   | 0.59<br>(4.42)   | 0.21<br>(3.15)   | 0.48<br>(11.75) | 0.48<br>(11.28)   | 0.09<br>(0.18) | 0.49<br>(12.34) | 0.47<br>(11.81)  | 0.52           |
| $KG_{TOT}$ | 0.29<br>(4.52) | 0.23<br>(2.86)   | 0.15<br>(1.83)   | 0.58<br>(6.65)   | 0.22<br>(6.12)  | 0.27<br>(1.95)    | 0.46<br>(1.28) | 0.21<br>(6.03)  | 0.54<br>(2.37)   | 0.11<br>(0.53) |
| Método     | AR(1)          | AR(1)            | AR(1)            | MCO              | MCO             | MCO               | MCE            | MCO             | MCO              | MCE            |
| $R^2$      | 0.998          | 0.998            | 0.998            | 0.996            | 0.996           | 0.996             | 0.867          | 0.982           | 0.996            | 0.843          |
| SE         | 0.014          | 0.013            | 0.013            | 0.018            | 0.017           | 0.017             | 0.010          | 0.017           | 0.017            | 0.011          |
| SSR        |                | 3.370            | 3.810            | 7.923            | 6.924           | 6.892             | 2.182          | 7.059           | 6.450            | 0.003          |
| DW         | 1.76           | 1.45             | 1.35             | 0.57             | 0.78            | 0.85              | 1.56           | 0.52            | 0.62             | 1.49           |
| ADF        |                |                  |                  | -4.62**          | -3.20           | -3.34             |                | -3.29           | -3.00            |                |
| ECT        |                |                  |                  |                  |                 |                   | -1.04          |                 |                  | -1.09          |
| Período    | 1965-89        | 1965-89          | 1965-91          | 1964-91          | 1964-91         | 1964-91           | 1965-91        | 1964-91         | 1964-91          | 1965-91        |

NOTAS: ver notas de la tabla 3.  
 VARIABLES: dependiente: producción privada real a c.f. (INE); independientes:  $E$  empleo privado (GPYG);  $KP$  capital privado productivo (IVIE);  $KG_{TOT}$  capital público total de las AA.PP. (IVIE).

**Tabla 9.- Mas et al. II.  $KG_{PRO}$  AAPP**

|            | (1)            | (2)              | (3)              | (4)              | (5)             | (6)               | (7)            | (8)             | (9)              | (10)           |
|------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
|            | Original       | E.0              | E.0              | E.0              | E.2             | E.2+T             | E.2+MCE        | E.3             | E.3+T            | E.3+MCE        |
| Cte.       |                | -1.94<br>(-1.37) | -1.38<br>(-0.56) | -1.52<br>(-2.15) | 1.50<br>(5.59)  | 1.39<br>(2.02)    |                | 0.88<br>(1.53)  | -0.56<br>(-0.53) |                |
| $T$        |                |                  |                  |                  |                 | -0.001<br>(-0.31) |                |                 | -0.01<br>(-1.60) |                |
| $E$        | 0.59           | 0.60<br>(5.62)   | 0.54<br>(3.36)   | 0.57<br>(10.07)  | 0.37<br>(7.46)  | 0.33<br>(2.47)    | 0.27<br>(2.55) | 0.44<br>(8.82)  | 0.21<br>(1.38)   | 0.37<br>(2.44) |
| $KP$       | 0.57<br>(7.69) | 0.48<br>(5.25)   | 0.60<br>(4.87)   | 0.53<br>(10.76)  | 0.46<br>(11.34) | 0.46<br>(10.88)   | 0.30<br>(2.13) | 0.48<br>(12.01) | 0.46<br>(11.41)  | 0.36<br>(1.94) |
| $KG_{PRO}$ | 0.36<br>(4.62) | 0.31<br>(3.49)   | 0.17<br>(1.89)   | 0.24<br>(5.24)   | 0.28<br>(6.68)  | 0.31<br>(2.62)    | 0.41<br>(3.16) | 0.26<br>(6.61)  | 0.52<br>(3.10)   | 0.32<br>(2.00) |
| Método     | AR(1)          | AR(1)            | AR(1)            | MCO              | MCO             | MCO               | MCE            | MCO             | MCO              | MCE            |
| $R^2$      | 0.998          | 0.998            | 0.998            | 0.997            | 0.996           | 0.996             | 0.873          | 0.984           | 0.996            | 0.857          |
| SE         | 0.014          | 0.012            | 0.013            | 0.018            | 0.016           | 0.016             | 0.010          | 0.016           | 0.016            | 0.010          |
| SSR        |                | 0.003            | 3.810            | 7.923            | 6.213           | 6.186             | 2.087          | 0.006           | 5.667            | 0.002          |
| DW         | 1.72           | 1.44             | 1.35             | 0.57             | 0.90            | 0.97              | 1.29           | 0.55            | 0.66             | 1.39           |
| ADF        |                |                  |                  | -4.62**          | -3.37           | -3.52             |                | -3.29           | -3.17            |                |
| ECT        |                |                  |                  |                  |                 |                   | -2.63          |                 |                  | -1.57          |
| Período    | 1965-89        | 1965-89          | 1965-91          | 1964-91          | 1964-91         | 1964-91           | 1965-91        | 1964-91         | 1964-91          | 1965-91        |

NOTAS: ver notas de las tablas 3 y 8;  $KG_{PRO}$  capital público productivo de las AA.PP. (IVIE).

Las columnas 6, 7 y 8 de las tablas 8 y 9 contienen los valores estimados para las especificaciones E.2 y E.3. Los resultados no son muy satisfactorios, ya que tanto los valores de los estadísticos ADF como el contraste del ECT no permiten aceptar la hipótesis de que las variables están cointegradas, por lo que no resulta sorprendente que al estimar las ecuaciones por MCNL (columnas 7 y 10) se produzcan cambios sustanciales en los coeficientes estimados. Poco valor puede darse, por lo tanto, a los elevados valores estimados para los coeficientes del capital público.

Por último, las ecuaciones E.2 y E.3 se han estimado empleando las series de capital público total, infraestructuras y capital público social. Los resultados de la tabla 10 tampoco son satisfactorios, puesto que en todos los casos los valores del estadístico ADF permiten rechazar la hipótesis de cointegración. En todo caso, hay que destacar: primero, que el valor estimado para el capital público total (columnas 1 y 2) es superior al de las infraestructuras (columnas 3 y 4); segundo, que el capital público social tiene un coeficiente (columnas 5 y 6) superior incluso al de las infraestructuras; y, tercero, que la significatividad del capital público social se mantiene incluso cuando se incluye el capital productivo (columnas 7 y 8).

**Tabla 10.-** Mas *et al.* III

|            | $KG_{TOT}$<br>sector público |                | $KG_{INF}$ AA.PP. |                 | $KG_{SOC}$ AA.PP. |                |                |                 |
|------------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|
|            | (1)                          | (2)            | (3)               | (4)             | (5)               | (6)            | (7)            | (8)             |
| Ecuación   | E.2                          | E.3            | E.2               | E.3             | E.2               | E.3            | E.2            | E.3             |
| Cte.       | 1.91<br>(3.32)               | 1.03<br>(1.72) | 1.52<br>(2.12)    | 0.98<br>(1.40)  | 4.64<br>(2.30)    | 4.53<br>(2.77) | 4.63<br>(4.18) | 3.26<br>(3.29)  |
| $E$        | 0.43<br>(8.97)               | 0.51<br>(9.39) | 0.32<br>(4.94)    | 0.38<br>(6.22)  | 0.42<br>(5.40)    | 0.50<br>(6.14) | 0.38<br>(8.88) | 0.50<br>(10.27) |
| $KP$       | 0.30<br>(4.75)               | 0.36<br>(5.85) | 0.54<br>(12.32)   | 0.54<br>(13.07) | 0.29<br>(1.34)    | 0.21<br>(1.07) | 0.10<br>(0.85) | 0.16<br>(1.35)  |
| $KG$       | 0.38<br>(6.97)               | 0.32<br>(6.17) | 0.24<br>(4.61)    | 0.22<br>(4.60)  | 0.27<br>(2.07)    | 0.31<br>(2.61) | 0.22<br>(3.16) | 0.20<br>(2.78)  |
| $KG_{PRO}$ |                              |                |                   |                 |                   |                | 0.27<br>(7.55) | 0.24<br>(6.67)  |
| Método     | MCO                          | MCO            | MCO               | MCO             | MCO               | MCO            | MCO            | MCO             |
| $R^2$      | 0.996                        | 0.983          | 0.994             | 0.994           | 0.991             | 0.992          | 0.997          | 0.997           |
| SE         | 0.016                        | 0.017          | 0.019             | 0.020           | 0.025             | 0.023          | 0.013          | 0.014           |
| SSR        | 5.877                        | 6.856          | 9.417             | 9.446           | 15.702            | 13.816         | 1.334          | 4.706           |
| DW         | 0.88                         | 0.49           | 0.72              | 0.48            | 0.29              | 0.27           | 1.02           | 0.75            |
| ADF        | -3.34                        | -3.01          | -3.02             | -3.41           | -1.70             | -1.86          | -4.37          | -3.35           |
| Período    | 1964-91                      | 1964-91        | 1964-91           | 1964-91         | 1964-91           | 1964-91        | 1964-91        | 1964-91         |

NOTAS: ver notas de las tablas 3 y 9.

De todas formas, como ya hemos apuntado, los resultados de las estimaciones realizadas con las series de capital público de la Fundación BBV son insatisfactorios desde un punto de vista econométrico. En el estudio de Mas *et al.* se recurrió a estimar el modelo por MCO AR(1). Los resultados de los contrastes de cointegración de las tablas 8, 9 y 10 ponen de manifiesto que, salvo contadas excepciones, no permiten rechazar la hipótesis de ausencia de cointegración y, por lo tanto, el

carácter espurio de los resultados aún considerando la poca potencia de este test en muestras finitas (Banerjee *et al.*, 1993). Obtener conclusiones de estos modelos sobre la productividad del capital público sería, pues, un tanto temerario<sup>20</sup>.

## 5. CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

El análisis de la contribución de las políticas públicas al crecimiento económico es un tema que ha suscitado notable interés a partir de los resultados empíricos de Aschauer (1989a). En el caso de la economía española se han producido en la primera mitad de los 90 contribuciones interesantes que, en general, obtuvieron resultados similares a los de Aschauer y Munnell. No obstante, las elevadas elasticidades estimadas para el capital público por algunos autores y las diferencias en la especificación de la ecuación a estimar, método de estimación empleado, tamaño de la muestra, etc. han levantado dudas razonables sobre su validez.

En este artículo hemos abordado el análisis empírico de los efectos del capital público sobre la productividad privada de forma sistemática. En primer lugar, hemos especificado claramente las diversas ecuaciones que surgen del análisis de la función ampliada de producción. En segundo lugar, hemos examinado cada una de las series que se emplean para aproximar alguna de las variables incluidas en las ecuaciones a estimar y hemos determinado su orden de integración. En tercer lugar, se han replicado aproximadamente los resultados obtenidos por otros autores. Por último, se ha analizado la sensibilidad de los resultados a cambios en la especificación de las ecuaciones y método de estimación, prestando especial importancia a los contrastes de la hipótesis de cointegración que permiten tener confianza en que los resultados no son espurios.

El conjunto de la evidencia empírica aportada en la sección 4, aunque no plenamente satisfactoria<sup>21</sup>, nos permite concluir que la elasticidad de la producción privada respecto del capital público está probablemente comprendida en el intervalo 0,15-0,30, confirmando el orden de magnitud estimado por Bajo y Sosvilla, García-Fontes y Serra y Mas *et al.* Aunque Argimón *et al.* han estimado valores mucho más elevados (en torno a 0,6) con series de infraestructuras del Estado y González-Páramo ha obtenido también valores altos al reestimar por MCNL el modelo MCE con datos de Mas *et al.*, estos resultados no son, en nuestra opinión, concluyentes.

---

<sup>20</sup> Una alternativa es la estimación de los modelos E.2 y E.3 en primeras diferencias, procedimiento justificable porque las variables son  $I(1)$ . Sin embargo, la estimación en diferencias presume la existencia de una relación entre tasas de crecimiento de las dos variables, en tanto que, desde un punto de vista conceptual, el efecto sobre la productividad privada es del total de capital público; en otras palabras, la importancia del efecto no depende del aumento en el margen sino del total de capital público disponible. En cualquier caso, los coeficientes estimados para el capital público en los modelos en diferencias se encuentran comprendidos entre 0,1 y 0,3 y son muy similares a los obtenidos al estimar en niveles.

<sup>21</sup> Además de los problemas econométricos especificados, los resultados siguen ofreciendo estimaciones de la productividad privada del capital público excesivamente elevadas.

Por una parte, nuestros resultados ponen de manifiesto que los elevados coeficientes estimados por Argimón *et al.* se reducen a los valores habituales (0,2-0,3) cuando se utilizan las especificaciones E.2 y E.3 en lugar de la suya (ARG), introduciéndose una tendencia cuyo coeficiente resulta ser positivo y significativo. Más importante incluso: la exclusión de las infraestructuras no acometidas por el Estado representa la omisión de una variable potencialmente significativa que, al incluirla en la ecuación a estimar, reduce el coeficiente estimado de las infraestructuras del Estado a valores similares o inferiores a los obtenidos por otros autores, dependiendo de la especificación. Finalmente, resulta poco convincente atribuir los elevados valores estimados por Argimón *et al.* a la utilización de una serie de infraestructuras, puesto que al incluir la variable capital público social en la ecuación a estimar, su coeficiente es positivo y significativo, mientras que el de la variable infraestructuras del Estado se torna pequeño e insignificante<sup>22</sup>.

Nuestros resultados confirman, sin embargo, que al reestimar las especificaciones de otros autores (Bajo y Sosvilla, García-Fontes y Serra, y Mas *et al.*) empleando el modelo MCE se obtienen generalmente valores más elevados para el coeficiente del capital público, incluso si no se imponen RCE en los tres factores. Hay, sin embargo, que tomarlos con precaución al menos por dos razones: primera, el modelo de corrección de error presupone la existencia previa de una relación de cointegración que los contrastes no siempre confirman (Mas *et al.*); segunda, cuando los contrastes permiten aceptar la hipótesis de cointegración al estimar por MCO, ¿por qué dar preferencia a la estimación del modelo MCE que involucra muchos más parámetros?

Las estimaciones con la base de datos de capital de la Fundación BBV proporcionan resultados bastante insatisfactorios, ya que ni los valores de los estadísticos ADF, ni los del estadístico *t* del ECT, permiten aceptar la hipótesis de cointegración. No obstante, las estimaciones en diferencias siguen proporcionando valores próximos a 0,2, similares a los obtenidos en las estimaciones en niveles. Resulta, por lo tanto, arriesgado deducir de estos resultados que la productividad del capital público ha disminuido a medida que se acumulaba capital público, como han sugerido Mas *et al.*

Finalmente, señalar tres extensiones que nos permitirían completar el análisis de los efectos de las políticas de acumulación de capital público. En primer lugar, los valores estimados siguen ofreciendo productividades para el capital público excesivamente elevadas, lo que permite pensar que las ecuaciones estimadas excluyan variables relevantes, tales como el capital humano o tecnológico, cuya exclusión podría sesgar al alza los valores estimados de la elasticidad de la productividad privada respecto del capital público como han puesto de manifiesto recientes

---

<sup>22</sup> La relevancia del denominado capital público social, constatada con independencia de las series de capital público utilizadas, no debería sorprendernos si la acumulación de capital humano es un determinante del crecimiento (De la Fuente y Da Rocha, 1996; Serrano, 1996), ya que la acumulación de capital humano está muy correlacionada con el nivel de gasto social de las AA.PP.

trabajos empíricos (Fernández y Polo, 1999b). En segundo lugar, sería interesante examinar inicialmente si los resultados obtenidos a escala agregada se mantienen cuando la función ampliada de producción se estima con una muestra de observaciones sectoriales. Posteriormente, el análisis se puede completar con un estudio individual de cada sector si, como cabe suponer *a priori*, el capital público no tiene un impacto similar en la productividad de los distintos sectores productivos. Por último, los efectos de la acumulación de capital público no se agotan en las externalidades productivas examinadas en este artículo. A propósito de esto, sobre la oferta cabe añadir el impacto de las políticas de acumulación pública sobre la distribución de la renta, el gasto y el bienestar de los agentes privados. En otras palabras, un análisis integral de las políticas de capital público debería integrarse en un modelo de equilibrio general dinámico.

## APÉNDICE: DEFINICIÓN DE VARIABLES Y DE FUENTES ESTADÍSTICAS

Para la realización de este trabajo se ha utilizado información referida al período 1964-1991 a escala agregada, proveniente de distintas fuentes que a continuación se especifican brevemente.

♦ *Producción y empleo.* La producción privada se ha aproximado por el valor añadido bruto (VAB) real del sector privado a coste de factores. Se han utilizado dos series: el PIBFCFN, que es la diferencia entre las series enlazadas de VAB total a coste de factores y VAB a precios constantes del sector servicios no destinados a la venta (Contabilidad Nacional, 1992) expresadas en pesetas de 1990; y el PIBCF, que es la suma de los valores añadidos a coste de factores de las 16 ramas privadas de la desagregación de Díaz y Taguas (1995) en pesetas de 1980. Además de la diferencia en el año base, la construcción de la serie ofrece un tratamiento contable de los impuestos sobre la producción diferente. La serie de empleo del sector privado es la serie enlazada por García-Perea y Gómez (1994), habiéndose utilizado en este estudio la media anual de sus observaciones trimestrales.

♦ *Capital.* En este trabajo hemos utilizado varias series de capital público y privado provenientes de distintas fuentes.

*Capital privado.* Hemos empleado dos series: la de capital privado productivo de Corrales y Taguas (1989) y la de capital privado productivo elaborada por el IVIE y publicada por la Fundación BBV (1995).

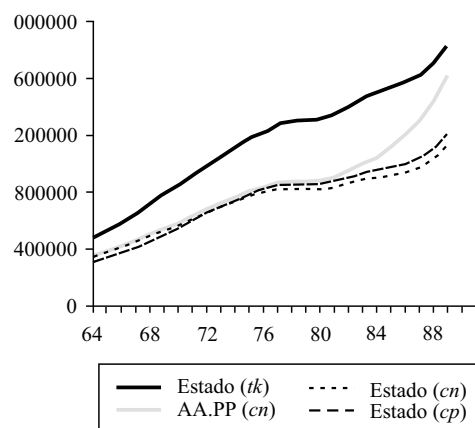
*Capital público.* Se han utilizado varias series que atienden a diferentes fuentes y conceptos de capital público.

En las secciones 4.1 y 4.2 se emplean las series de Corrales y Taguas (1989). En la sección 4.3 se utilizan para el capital público las series de infraestructuras de Argimón y Martín (1993), que incluyen únicamente el capital en transporte y comunicaciones de las AA.PP. o del Estado. Las series se calculan con dos criterios:

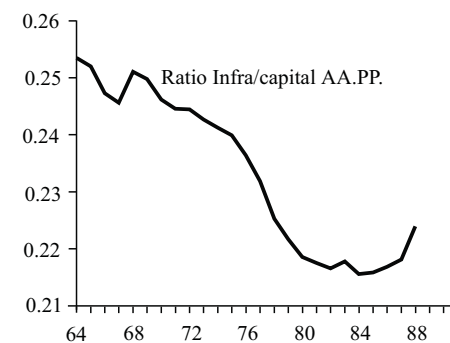
Contabilidad Nacional y Pública (CN y CP, respectivamente). En las estimaciones se han utilizado exclusivamente las series elaboradas con el criterio de CN. Las series se denominan AA.PP.(CN), E(CN), E(CP) y E(CP+Tk), incluyendo esta última las transferencias de capital del Estado. La principal diferencia entre los criterios CN y CP reside en que éste incluye las inversiones en infraestructuras militares.

En el gráfico 1 se representan las cuatro series de infraestructuras públicas base 80, observándose importantes diferencias tanto en el nivel como en el perfil temporal. La serie de E(CP+Tk) exhibe valores superiores a la serie AA.PP.(CN). En cambio, el nivel de las series del *stock* construidas con datos de inversión, ya sea en términos de contabilidad pública o de contabilidad nacional, es semejante, aunque el perfil es relativamente distinto, destacando el crecimiento que experimenta la serie de infraestructuras de las AA.PP.(CN) a partir de 1980. Tal y como se puede observar en el gráfico 2, la serie de *stock* de infraestructuras públicas representan en torno al 23% del *stock* total de capital público que se utiliza en el MOISEES. Es necesario destacar que las series de infraestructuras no son una desagregación homogénea del *stock* de capital público total del modelo MOISEES. La utilización de métodos de cálculo diferentes para obtener el *stock* inicial provoca que la relación entre estos *stocks* sea sensible a la condición inicial. De cualquier modo podemos concluir que en la segunda mitad de los ochenta se ha producido un aumento del *stock* total y del *stock* de infraestructuras de proporciones semejantes.

**Gráfico 1.-** Series infraestructuras Argimón *et al.*



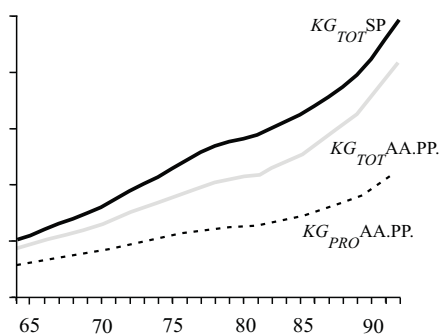
**Gráfico 2.-** Ratio infraestructuras/MOISEES



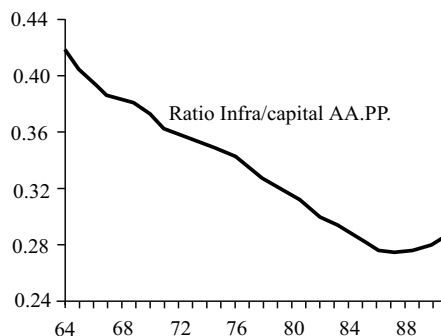
En la sección 4.4 se emplean varios conceptos de capital público referidos a las AA.PP. o al conjunto del sector público que incluye organismos autónomos. En concreto las series son:  $KG_{PRO}$  AA.PP., capital público productivo que incluye ca-

reteras, puertos, infraestructuras hidráulicas y estructuras urbanas;  $KG_{SOC}$  AA.PP., capital público social que incluye el capital dedicado a producir servicios sanitarios y educativos;  $KG_{TOT}$  AA.PP., que es la suma de los dos anteriores; y  $KG_{TOT}$  SP, que es el capital público total del sector público. Estas series, como las del capital privado, se elaboraron por el IVIE siguiendo el método del inventario permanente, y fueron posteriormente publicadas por la Fundación BBV (1995).

**Gráfico 3.-** Series capital público IVIE



**Gráfico 4.-** Ratio infraestructuras/IVIE



## BIBLIOGRAFÍA

- ANCHUELO, A. (1993): "Series integradas y cointegradas: una introducción", *Revista de Economía Aplicada*, 1.
- ANDREWS, K.; SWANSON, J. (1995): "Does Public Infrastructure Affect Regional Performance", *Growth and Change*, 26.
- ARGIMÓN, I.; GONZÁLEZ-PÁRAMO, J.M.; MARTÍN, M.J.; ROLDÁN, J.M. (1994): "Productividad e infraestructuras en la economía española", *Moneda y Crédito*, 198, pp. 207-252.
- ARGIMÓN, I.; MARTÍN, M.J. (1993): *Series de stock de infraestructuras del Estado y de las Administraciones Públicas en España*. (Documento de Trabajo, núm. 9315). Banco de España.
- ASCHAUER, D.A. (1989a): "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23, pp. 177-200.
- ASCHAUER, D.A. (1989b): "Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven", *Economic Perspectives*, (septiembre-octubre). Federal Reserve Bank of Chicago.
- BAJO, O.; SOSVILLA, S. (1993): "Does Public Capital Affect Private Sector Performance? An Analysis of the Spanish Case 1964-1988", *Economic Modelling*, 10, pp. 179-185.
- BANERJEE, A.; DOLADO, J.J.; MESTRE, R. (1993): "On Some Simple Tests for Cointegration: The Cost of Simplicity", *Journal of Time Series Analysis*, vol. 19, (1998), pp. 267--283.
- CORRALES, A.; TAGUAS, D. (1989): *Series macroeconómicas para el periodo 1954-88: un intento de homogeneización*. (Monografía núm. 75). Madrid: Instituto de Estudios Fiscales.

- DÍAZ, A.; TAGUAS, D. (1995): *Desagregación sectorial y regional del valor añadido. El grado de especialización de las regiones españolas*. (Documento de Trabajo, núm. 95008). Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda, Dirección General de Planificación.
- DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. (1981): "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, 49.
- DOLADO, J.J.; JENKINSON, T.; SOSVILLA-RIVERO, S. (1990): "Cointegration and Unit Roots: A Survey", *Journal of Economic Surveys*, 4.
- DRAPER, M.; HERCE, J.A. (1994): "Infraestructura y crecimiento: un panorama", *Revista de Economía Aplicada*, 6, pp. 129-168.
- ENGLER, R.F.; GRANGER, C.W. (1987): "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, 55, pp. 251-276.
- EVANS, P.; KARRAS, G. (1994): "Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States", *The Review of Economics and Statistics*, 76, pp. 1-11.
- FERNÁNDEZ, M.; POLO, C. (1999a): *La productividad privada del capital público*. (Paper de Treball, 63.99). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto de Análisis Económico.
- FERNÁNDEZ, M.; POLO, C. (1999b): *Productividad del capital público tecnológico y humano*. (Paper de Treball, 64.99). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto de Análisis Económico.
- FLORES DE FRUTOS, R.; GRACIA, M.; PÉREZ, T. (1994): *Effects of Public Investment in Infrastructure on the Spanish Economy*. (Documento de Trabajo, núm. 9404). ICAE, Universidad Complutense.
- FUENTE, A. DE LA (1996): *Infraestructuras y productividad: un panorama y algunos resultados para las regiones españolas*. (Paper de Treball 52.96). Universidad Autónoma de Barcelona.
- FUENTE, A. DE LA; ROCHA, J.M. DA (1996): "Capital humano y crecimiento: un panorama de la evidencia empírica y algunos resultados para la OCDE", *Moneda y Crédito*, 203.
- FUNDACIÓN BBV (1995): *El stock de capital en España y sus comunidades autónomas*.
- GARCÍA-FONTES, W.; SERRA, D. (1994): "Capital público, infraestructura y crecimiento", en J.M. Esteban y X. Vives [ed.]: *Crecimiento y convergencia regional en España y Europa*, vol. II, pp. 453-475. Barcelona: Instituto de Análisis Económico/CSIC.
- GARCÍA-MILA, T.; MCGUIRE, T. (1992): "The Contribution of Publicly Provided Inputs to States' Economies", *Regional Science and Urban Economics*, 22, pp. 229-241.
- GARCÍA-PEREA, P.; GÓMEZ, R. (1994): *Elaboración de series históricas de empleo a partir de la Encuesta de Población Activa (1964-1992)*. (Documento de Trabajo, núm. 9409). Banco de España.
- GRAMLICH, E.M. (1994): "Infrastructure Investment: A Review Essay", *Journal of Economic Literature*, XXXII, pp. 1176-1196.
- GRANGER, C.; NEWBOLD, P. (1974): "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, 2, pp. 111-120.
- GONZÁLEZ-PÁRAMO, J.M. (1995): "Infraestructuras, productividad y bienestar", *Investigaciones Económicas*, XIX, pp.155-168.
- HIRSCHMAN, A.O. (1958): *The Strategy of Economic Development*. New Haven.
- HOLTZ-EAKIN, D. (1994): "Private Sector Productivity and the Productivity Puzzle", *The Review of Economics and Statistics*, 76, pp. 12-21.

- HULTEN, CH.; SCHWAB, R. (1991): *Income Originating in the State and Local Sector*. (Working Paper, 2314). NBER.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1992): *Contabilidad Nacional de España. Serie enlazada 1964-1991, Base 1986*. Madrid: INE.
- MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; URIEL, E. (1993a): *Capital público y productividad de la economía española*. (WP-EC 93-08). IVIE.
- MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; URIEL, E. (1993b): "Competitividad, productividad industrial y dotaciones de capital público", *Papeles de Economía Española*, 56, pp. 144--160.
- MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; URIEL, E. (1994): "Capital público y productividad en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, 198, pp. 163-192.
- MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; URIEL, E. (1996): "Infrastructure and Productivity in the Spanish Regions", *Regional Studies*, 30, pp. 641-650.
- MEADE, J. (1952): "External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation", *Economic Journal*, 62, pp. 54-67.
- MERA, K. (1973): "Regional Production Functions and Social Overhead Capital", *Regional Science and Urban Economics*, 3, pp. 157-186.
- MOLINAS, C.; SEBASTIÁN, M.; ZABALZA, A. (1991): *La economía española una perspectiva macroeconómica*. Barcelona: Antoni Bosch/Instituto de Estudios Fiscales.
- MUNNELL, A. (1990): "Why has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment", *New England Economic Review*, pp. 3-22. Federal Reserve Bank of Boston.
- MUNNELL, A. (1992): "Infrastructure Investment and Productivity Growth", *Journal of Economic Perspectives*, 6, pp. 189-198.
- PFÄHLER, W.; HOFMANN, U.; BÖNTE, W. (1996): "Does Extra Public Infrastructure Capital Matter?", *Finanzarchiv*, 53, pp. 68-112.
- PHILLIPS, P.C.; HANSEN, B.E. (1990): "Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes", *Review of Economic Studies*, 57, pp. 99-125.
- RATNER, J.B. (1983): "Government Capital and the Production Function for U.S. Private Output", *Economic Letters*, 13, pp. 213-217.
- SERRANO, L. (1996): "Indicadores de capital humano y productividad", *Revista de Economía Aplicada*, 10, pp. 177-190.
- SOLOW, R. (1957): "Technical Progress and the Aggregate Production Function", *The Review of Economic and Statistics*, 39, pp. 312-320.
- TATOM, J. (1991): "Public Capital and Private Sector Performance", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 73, pp. 3-15.