TRES ENSAYOS SOBRE INVERSIÓN PÚBLICA

Autor: *Diego Martínez López*
INV. N.° 4/02

Edita: Instituto de Estudios Fiscales
N.I.P.O.: 111-02-017-0
I.S.B.N.: 84-8008-106-6
Depósito Legal: M-50436-2002
P.V.P.: 12 € (IVA incluido)

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA VI
Hacienda Pública y Sistema Fiscal
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Tesis Doctoral

TRES ENSAYOS SOBRE INVERSIÓN PÚBLICA

Doctorando: D. DIEGO MARTÍNEZ LÓPEZ
Director: Dr. D. JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ-PÁRAMO

AGRADECIMIENTOS

La realización de la Tesis Doctoral es un proyecto personal y profesional de primera magnitud. Como muchos de los lectores ya conocen, una Tesis Doctoral es el fruto de prolongadas jornadas frente al ordenador o dedicadas a la lectura de libros y artículos. Sin embargo, también sabrán que este input *no es suficiente por sí solo para culminar un Doctorado, sino que se requiere la colaboración y ayuda de un conjunto de personas sin las cuáles no hubiese sido posible. Durante el tiempo que ha durado esta investigación he tenido la oportunidad de conocer y relacionarme con un grupo de personas que me han ayudado generosamente en mi trabajo. A todos ellos quiero dedicar las siguientes palabras de agradecimiento, citando a los que de una forma u otra se han implicado en este proyecto. Con ello corro el riesgo de olvidar nombres propios que merecerían estar aquí, por lo que pido disculpas de antemano. Por supuesto, asumo completamente la responsabilidad de todos los errores u omisiones que en esta Tesis se pudieran encontrar.*

El primero de mis agradecimientos va dirigido al Dr. José Manuel González-Páramo, director de esta Tesis Doctoral. Para mí ha sido una referencia imprescindible de excelencia académica, que ha motivado de forma continuada mi labor investigadora. Sus acertados comentarios a versiones anteriores de los artículos aquí recogidos han mejorado sin duda alguna el producto final. Si a ello añado las restricciones que su apretada agenda profesional le imponen, mi agradecimiento se amplía por encontrar un hueco en el que leer mis papeles y proponer correcciones.

En segundo lugar, quisiera hacer manifiesto mi agradecimiento a Juan José Rubio, mi tutor de Doctorado. Él fue quién me propuso, en mi segundo año de curso de Doctorado, el tema de investigación abordado en esta Tesis. Además, me consta que el paso del tiempo no ha reducido el interés que siempre me ha mostrado por mi recién iniciada andadura académica.

Un grupo de compañeros y amigos ha realizado lecturas previas de mis artículos y ayudado en la resolución de algunos problemas que la propia investigación iba generando. Sus críticas y colaboraciones han sido muy valiosas para mí. Me estoy refiriendo a Pablo Brañas, Antonio Damas, Paqui Jiménez y Javier Rodero.

También he recibido la colaboración de otro grupo de personas que, en una miscelánea de detalles (que van desde la ayuda meramente administrativa a la discusión de alguno de mis trabajos en Congresos y seminarios, pasando por la provisión de literatura, de datos, de textos propios difíciles de conseguir), han facilitado mi investigación. Es el caso de Olga Alonso, Alicia Avilés, Nuria Badenes, Teresa Dabán, Marta Espasa, Ignacio García, Miguel Gómez de Antonio, Javier J. Pérez y Berta Rivera.

Una investigación de esta naturaleza requiere un entorno de trabajo agradable y de apoyo a la labor en curso. Este marco lo he encontrado entre mis compañeros del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Jaén, de la Fundación Centro de Estudios Andaluces y del Departamento de Economía Aplicada VI de la Universidad Complutense de Madrid. Por ello quisiera también dejar constancia de mi agradecimiento hacia todos ellos en las personas de sus responsables: Antonio Martín, Joaquín Aurioles y Laura de Pablos, respectivamente.

Por último, aunque no menos importante, se encuentra mi familia. Tanto mis padres y hermana como Gemma no solo me han proporcionado un valiosísimo apoyo logístico, anterior al inicio de esta investigación, sino que han hecho suyas las ilusiones que este doctorando ha ido construyendo en torno a ella. Como pienso que no he correspondido a su cariño con la misma intensidad, en gran parte como consecuencia de las horas de trabajo que en esta Tesis Doctoral he empleado, a ellos va dedicada la misma.

PRESENTACIÓN

La inversión pública se configura hoy en día como una importante partida de gasto público en las economías modernas. Y ello sucede no tanto por su magnitud, situada por lo general en niveles inferiores a las cuantías alcanzadas por los gastos vinculados al Estado de Bienestar, como por la trascendencia de sus efectos sobre la actividad económica. En este sentido, la participación directa del capital público en los procesos productivos de las empresas, como un factor de producción más, convierte a las infraestructuras en una pieza clave para sostener el crecimiento económico.

No en vano, el interés académico de los economistas por el capital público surge a partir de un artículo de Aschauer en 1989, en el que se vinculaba la caída en el ritmo de crecimiento de la productividad norteamericana con el menor esfuerzo inversor del sector público. En la medida en que la evolución de la productividad se encuentra íntimamente ligada a la capacidad de una economía para generar renta, las implicaciones normativas que se derivaban del artículo de Aschauer eran inmediatas.

El transcurrir del tiempo ha ampliado la perspectiva desde la que la inversión pública es analizada actualmente. Sin perder el horizonte que establece una relación directa entre gasto público productivo y crecimiento en un sentido amplio, el final de la pasada década ha puesto de manifiesto al menos dos circunstancias que, en Europa Occidental, condicionarán a la vez que estimularán el debate sobre la inversión pública.

La primera viene dada por la creciente importancia que las políticas fiscales de oferta van a adquirir en un contexto en el que la mayoría de los Estados miembros de la Unión Europea han renunciado a su capacidad para diseñar su propia política monetaria. En efecto, la adopción de una moneda única supone perder las posibilidades de estabilización basadas en la política monetaria y cambiaria. Ello conduce, en la situación actual, a que entre los principales instrumentos públicos para favorecer la generación de renta se encuentren las llamadas políticas fiscales de oferta. Dentro de éstas, el gasto público en infraestructuras ocupa obviamente un lugar destacado.

La segunda circunstancia que añade interés político e investigador a las cuestiones vinculadas a la inversión pública se enmarca también en el proceso de Unión Económica y Monetaria. Por un lado, la realización plena del Mercado Único Europeo, con libre movilidad de bienes, servicios y factores, es valorado no solo en sus oportunidades, sino también en las consecuencias que puede tener para las zonas más pobres. En este sentido, se teme que la prosperidad económica se polarice aún más desde un punto de vista espacial. Por otro lado, la ampliación de la Unión Europea hacia Europa del Este puede mostrar con más nitidez la existencia de profundos desequilibrios territoriales en una área geográfica que comparte instituciones y políticas, incrementando las desigualdades regionales y nacionales actualmente existentes. En ambos casos, la inversión pública se configura como uno de los principales mecanismos capaces de garantizar el cumplimiento de unos principios de equidad, solidaridad interregional y crecimiento sostenido ya consagrados en el Tratado de la Unión Europea.

En definitiva, estamos en presencia de un tipo de gasto público cuya trascendencia sobre la capacidad de una economía para crecer y, por consiguiente, para crear empleo, es considerable. Y

ello sucede en contexto como el actual, en el que las políticas fiscales se ven sometidas a más exigencias que nunca, ya que deben contribuir al crecimiento, apoyar la cohesión territorial, amortiguar las perturbaciones coyunturales y sujetarse a los criterios de equilibrio o superávit presupuestario a largo plazo recogidos en el Pacto de Estabilidad y Crecimiento. La inversión pública aparece por tanto tan necesaria como políticamente vulnerable. Tampoco debe olvidarse, en otro orden de cosas, el efecto directo y nada despreciable que las infraestructuras ejercen sobre la utilidad de los individuos, superando así una visión del capital público meramente centrada en sus consecuencias productivas.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

I.1. Gasto público productivo e intervención estatal

I.2. Inversión pública y crecimiento económico

I.3. Inversión pública e inversión privada

I.4. Provisión eficiente de inversión pública

CAPÍTULO II. INVERSIÓN PÚBLICA Y CONVERGENCIA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995

II.1. Introducción

II.2. Planteamiento teórico

II.3. Estimación de la ecuación de convergencia

II.4. Endogeneidad de los regresores

II.5. Otros resultados obtenidos bajo distintas especificaciones

II.5.1. *Dummies* multiplicativas

II.5.2. Relaciones no lineales entre inversión pública y crecimiento regional

II.5.3. *Dummies* temporales

II.6. ¿Es posible que la inversión pública no haya afectado al crecimiento regional?

II.7. Conclusiones y extensiones

Apéndice de datos

CAPÍTULO III. RELACIONES ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA. EL CASO DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995

III.1. Introducción

III.2. Aproximación descriptiva a la inversión pública desde una perspectiva regional

III.2.1. Inversión pública directamente productiva

III.2.2. Inversión pública social

III.3. Marco teórico y especificación del modelo

III.4. Estimación econométrica

III.4.1. Estacionalidad de las series

III.4.2. Correlación entre efectos individuales y regresores

III.5. Resultados y estimaciones
III.6. Conclusiones y extensiones

CAPÍTULO IV. PROVISIÓN EFICIENTE DE INVERSIÓN PÚBLICA FINANCIADA CON IMPUESTOS DISTORSIONANTES

IV.1. Introducción
IV.2. Planteamiento básico del modelo
IV.2.1. Consumidores
IV.2.2. Empresas
IV.2.3. Sector público
IV.3. Provisión óptima de infraestructuras con estructura impositiva óptima
IV.4. Provisión óptima de infraestructuras con tipos impositivos que se ajustan ineficientemente
IV.4.1. Condiciones de primer orden
IV.4.2. Provisión óptima de infraestructuras con un único impuesto que se ajusta a *g*
IV.5. Provisión óptima de infraestructuras con tipos impositivos fijados *ex ante*
IV.6. Simulación
IV.6.1. Funciones y parámetros básicos
IV.6.2. Provisión de inversión pública bajo distintos escenarios
IV.6.3. Inversión pública, impuestos y bienestar social
IV.7. Conclusiones y extensiones

Apéndice A

Apéndice B

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

V.1. Inversión pública y crecimiento económico
V.2. Inversión pública e inversión privada
V.3. Provisión eficiente de inversión pública

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Este capítulo describe la motivación que ha guiado nuestra labor al tiempo que se introducen los aspectos básicos de los que ha partido esta investigación. El siguiente apartado pretende situar al gasto público en capital en el marco de la intervención pública en la economía. A continuación, el apartado I.2 revisa los principales trabajos que relacionan al capital público con la actividad económica en sentido amplio; a partir de estos estudios se introduce el primer artículo de esta Tesis Doctoral. El apartado I.3 extiende las referencias bibliográficas anteriores a los vínculos entre inversión pública y privada; también se presentan las líneas que han guiado la realización del segundo artículo de la Tesis. Finalmente, el apartado I.4 discute la provisión eficiente de inversión pública desde la perspectiva propia de la Economía Pública; en este sentido, se ofrece una introducción del trabajo llevado a cabo en el tercer artículo de la presente Tesis.

I.1. GASTO PÚBLICO PRODUCTIVO E INTERVENCIÓN ESTATAL

La Teoría de la Hacienda Pública señala, desde la perspectiva más genérica, tres funciones por las que la intervención pública en la economía queda justificada. La primera es garantizar la asignación eficiente de recursos en terrenos donde el mercado no alcanza resultados óptimos en el sentido de Pareto; como es bien sabido, en presencia de fallos de mercado, la asignación descentralizada de recursos no logra el mejor resultado posible en términos de bienestar social.

La segunda razón por la que el sector público se encuentra respaldado para participar en la actividad económica reside en la corrección de las desigualdades que la distribución de la renta llevada a cabo por el mercado puede generar; en la medida en que esta distribución se encuentra ligada a la productividad de los factores, el resultado alcanzado en una economía descentralizada puede ser incompatible con el cumplimiento de determinados principios de justicia social.

El tercer argumento que fundamenta la actividad pública en una economía de mercado se basa en la promoción y mantenimiento de la estabilidad macroeconómica, esto es, de unas condiciones adecuadas para que el comportamiento de los agentes privados derive en una senda de crecimiento económico equilibrada.

En este contexto, la inversión pública, entendida como formación bruta de capital llevada a cabo por las Administraciones Públicas, se configura como una dimensión de la intervención pública en la economía que integra la consecución de los tres objetivos anteriormente señalados. En primer lugar, determinados bienes de capital público presentan características de bienes públicos puros (piénsese en el clásico ejemplo del faro de mar), con lo que su provisión eficiente por parte del mercado no está garantizada. Del mismo modo, infraestructuras como carreteras de media o baja capacidad muestran rasgos propios de bienes públicos impuros, lo que impediría igualmente el cumplimiento de las reglas de optimalidad en la asignación de recursos en caso de asumir el sector privado su construcción y mantenimiento. También podríamos caracterizar la provisión de determinados servicios ferroviarios y portuarios como monopolios naturales, uno de cuyos tratamientos en pos de la eficiencia pasa por la producción pública de dichos servicios.

En segundo lugar, y en la medida en que la función pública de redistribución de renta y riqueza sea enfocada desde una perspectiva geográfica, la inversión pública aparece como un instrumento fiscal de primer orden para la corrección de los desequilibrios territoriales. Así, el grueso de

las políticas regionales en el mundo desarrollado se canaliza a través de programas de infraestructuras hacia las zonas más deprimidas, a fin de coadyuvar en la creación de un equipamiento mínimo que estimule la productividad de los factores residentes.

En tercer lugar, y relacionado con lo inmediatamente expuesto, se puede identificar un vínculo entre la dotación de infraestructuras y el crecimiento económico. Considerando al capital público como un factor de producción más, la provisión del mismo se encuentra estrechamente ligada a los procesos de crecimiento económico, de tal forma que la dotación de infraestructuras (adecuada o no) puede influir decisivamente en la naturaleza de la senda de crecimiento seguida por la economía.

Nos encontramos, pues, ante un tipo de gasto público que se ajusta con bastante fidelidad a los postulados ortodoxos que definen lo que ha de ser la intervención pública en la economía. Las extensiones que a partir de esta concepción previa se pueden desarrollar son varias, aludiendo a las peculiaridades y condicionantes que la formación bruta de capital por parte del sector público lleva consigo respecto a otro tipo de gastos públicos.

En este sentido, una primera circunstancia a destacar es la intensidad del vínculo entre inversión pública y crecimiento económico. Si bien es cierto que este hecho no es exclusivo del gasto público en capital, sí ha de reconocerse que en este tipo de actuaciones públicas la relación con los incrementos de la renta es considerablemente directa. Nótese así que el postulado básico de partida, común a la mayoría de estudios, es la consideración del capital público como un factor de producción adicional, a la par que el trabajo o el capital privado. Por consiguiente, el gasto público en bienes de capital adquiere así una importancia singular en la medida en que mantiene una relación directa e inmediata con el crecimiento económico. Este hecho genera lógicas extensiones a temas como la creación de empleo, localización de factores productivos, políticas de desarrollo o convergencia regional.

Una segunda peculiaridad de la inversión pública a tener en cuenta procede de su doble consideración como variable que afecta a la utilidad de los individuos y a la productividad de las empresas. De este modo, y aunque una primera aproximación nos refiera principalmente a la inversión pública como un factor de producción, no se nos debe escapar el que las infraestructuras también ejercen efectos sobre el bienestar de las economías domésticas, dado que proporcionan servicios no productivos a éstas y susceptibles de ser incorporados en las funciones de utilidad de los agentes. Esta circunstancia es perfectamente compatible, sin embargo, con las extensiones que se derivan del carácter meramente productivo de la inversión pública, y entre las que podemos citar los efectos que este tipo de gasto público ejerce sobre la productividad de los factores privados, esto es, sobre los salarios y el tipo de interés, y por ende, sobre el bienestar de aquellos que son propietarios de dichos factores.

Una tercera nota a considerar en esta caracterización del gasto público en capital viene dada por la importancia que las políticas fiscales de oferta van a desempeñar en el marco de la Unión Económica y Monetaria europea. Por un lado, en un contexto en el que los Estados nacionales del área euro han renunciado a su autonomía para definir e implementar su propia política monetaria, los objetivos de política económica encaminados a lograr la estabilidad macroeconómica y estimular la competitividad nacional, se van a vincular de un modo creciente a políticas fiscales, entre las que el gasto en infraestructuras desempeña una importante función. De forma parecida es posible que suceda con los desequilibrios regionales en el seno de la Unión Europea, puesto que la cada vez mayor movilidad de bienes, servicios y factores al amparo de la moneda única y la previsible ampliación de la Unión hacia Europa del Este, son susceptibles de poner de manifiesto diferencias regionales favorables a las áreas más desarrolladas (Emerson *et al.*, 1990; Esteban, 1999). La demanda de políticas correctoras de estos desequilibrios regionales así como el cumplimiento de unos principios mínimos

de equidad y justicia social pueden estimular la discusión acerca de las inversiones en infraestructuras, tanto respecto a su magnitud como a los criterios orientadores de las mismas.

Por otro lado, el Pacto de Estabilidad y Crecimiento al que se han comprometido los Estados miembros de la Unión Europea obliga a recordar las importantes consecuencias económicas que se desprenden de ceñir el ajuste presupuestario al gasto público en bienes de capital. La sospecha no es gratuita si se considera la evolución de este tipo de gasto en experiencias de reducción de la necesidad de financiación de los gobiernos (Roubini y Sachs, 1989) o se tiene en cuenta la realidad política que sugiere que es electoralmente menos costoso reducir gasto público en capital que gasto público corriente (Oxley y Martin, 1991). Dado que ambas perspectivas confluyen en una reducción de la inversión pública en los momentos en que la disciplina fiscal es más estricta, conviene tener presente que la reducción del gasto en infraestructuras supone la generación de un importante pasivo para las posibilidades de crecimiento a largo plazo de una economía.

En resumen, hemos caracterizado a la inversión pública como un gasto público de reconocida justificación a la vez que señalado algunas de sus más notables peculiaridades y condicionantes. Tanto de un modo como de otro, el estudio de algunos de los aspectos anteriormente apuntados goza, a nuestro juicio, del suficiente interés científico y de no pocas implicaciones sobre el bienestar social como para iniciar la investigación que en esta Tesis Doctoral se presenta.

I.2. INVERSIÓN PÚBLICA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

El inicio del debate académico sobre la importancia del capital público en la actividad económica se produjo, como es sabido, a partir del artículo de Aschauer (1989a) en el que, preocupado por las reducidas tasas de crecimiento de la productividad estadounidense desde principios de la década de los setenta, se estima la importancia de las dotaciones de infraestructuras sobre la producción agregada. Los resultados fueron contundentes: la renta nacional presentaba una elasticidad de 0.39 respecto al *stock* de capital público. Al tiempo que se fueron sucediendo trabajos que coincidían en señalar los efectos positivos de las infraestructuras sobre la actividad económica a partir de estimaciones de funciones de producción para distintas muestras (Munnell, 1990a, 1993; Ford y Poret, 1991; Bajo-Rubio y Sosvilla-Rivero, 1993; Otto y Voss, 1994; Mas *et al.*, 1996a), desde otra perspectiva se pusieron de manifiesto las limitaciones que estos mismos análisis adolecían[1].

Una primera crítica vino dada por la posible existencia de un problema de simultaneidad entre el capital público y la producción agregada; los estudios que contemplan esta circunstancia mantienen en general los resultados de un efecto positivo de las infraestructuras sobre el *output* cuando realizan una aproximación con variables instrumentales (Finn, 1993; Ai y Cassou, 1995) pero ofrecen evidencia ambigua cuando se trata de estimar modelos vectoriales autorregresivos (VAR): Clarida (1993), Batina (1998) y Flores de Frutos *et al.* (1998) con un efecto positivo y McMillin y Smyth (1994) y Otto y Voss (1996) con una influencia negativa.

Una segunda crítica procedía de la posible contaminación espúrea que sufrían las estimaciones iniciales debido al carácter no estacionario de las series empleadas. De nuevo, el considerar la

1 Para una revisión bibliográfica en profundidad de los trabajos sobre las relaciones entre capital público y actividad económica pueden consultarse los estudios de Draper y Herce (1994), Gramlich (1994), De la Fuente (1996) o Sturm (1998).

existencia de posibles relaciones de cointegración entre las variables condujo a resultados tanto favorables a la presencia de una elasticidad positiva y significativa de la producción agregada respecto al *stock* de capital público (Bajo-Rubio y Sosvilla-Rivero, 1993; González-Páramo, 1995; Otto y Voss, 1996; Batina, 1998) como en sentido contrario (Sturm y De Haan, 1995; García-Milá *et al*., 1996).

Una tercera extensión de los análisis consistentes en la estimación de funciones de producción agregadas *à la* Aschauer tuvo su origen en el denominado enfoque dual. Éste parte de la estimación de sistemas de ecuaciones formados por funciones de costes o beneficios y demandas de factores de producción privados. Bajo semejante planteamiento no solo se tiene en cuenta el comportamiento optimizador de las empresas sino que permite el estudio de factores adicionales implicados en la discusión sobre los efectos del capital público en la actividad económica, como son las elasticidades de la demanda de factores a las infraestructuras, la incorporación de una mayor flexibilidad tecnológica a la hora de relacionar *output* e *inputs* o la posibilidad de contrastar si los factores de producción (cuasi)fijos se encuentran en sus valores de equilibrio.

A grandes rasgos, la casi generalidad de los trabajos publicados que siguen esta metodología confirman el efecto positivo del capital público sobre la actividad económica vía reducción de costes empresariales, aunque debe reconocerse que el impacto de las infraestructuras estimado es sensiblemente inferior a las elevadas cifras proporcionadas por los estudios pioneros que tomaban como base funciones producción agregadas. Entre los trabajos publicados en esta línea pueden citarse los de Berndt y Hansson (1991), Conrad y Seizt (1992, 1994), Lynde y Richmond (1992, 1993a, 1993b), Morrison y Schwartz (1992, 1996), Boscá *et al*. (1999) o Avilés *et al*. (2001).

Un cuarto grupo de críticas que se generaron en torno a las estimaciones de funciones de producción agregadas que ofrecían valores positivos y elevados de las elasticidades del *output* respecto a las infraestructuras, aludía a la notable sensibilidad de los resultados a cambios en la especificación del modelo subyacente, el método de estimación seguido (dejando de lado los ya comentados problemas de exogeneidad y no estacionariedad) o el nivel de agregación elegido.

Así, puede constatarse que el capital público no ejerce efectos apreciables sobre la productividad cuando se consideran explícitamente el grado de utilización de los factores y los precios de la energía para relativizar los *stocks* de ambos tipos de capital (Tatom, 1991; Batina, 1999); en ocasiones cuando la disposición de las variables en la estimación sigue una estructura de datos de panel (Holtz-Eakin, 1992; Evans y Karras, 1994a; Baltagi y Pinnoi, 1995; García-Milá *et al*., 1996); o a veces en los casos en que el ámbito geográfico objeto de estudio es inferior al nacional (Eberts, 1986; García-Milá y McGuire, 1992; Pinnoi, 1994; Crihfield y Panggabean, 1995).

Surgen también a lo largo de la década de los noventa aportaciones novedosas que estudian los efectos económicos de la provisión de infraestructuras empleando técnicas de econometría espacial (Kopp, 1995; Moreno *et al*., 1997; Gómez de Antonio, 2001), o análisis de frontera (Maudos *et al*., 1998; Pedraja *et al*., 1999). En general, todas ellas ofrecen evidencia a favor del efecto positivo del capital público sobre la actividad económica, aunque alguna de estas aportaciones matiza considerablemente dicho impacto (Moreno *et al*., 1997).

Si bien es cierto que el sucinto recorrido bibliográfico presentado hasta el momento recoge las principales corrientes de discusión en torno a los efectos económicos del capital público (la abundancia de literatura empírica al respecto supone un inequívoco síntoma al respecto), no resultan en modo alguno desdeñables los trabajos que, en el contexto científico de los modelos de crecimiento, han estudiado las consecuencias que la dotación de infraestructuras tiene sobre la tasa de crecimiento de la renta a largo plazo. Además, desde esta perspectiva cabe extensiones a la prosperidad relativa de las economías, la dinámica de transición al estado estacio-

nario o los costes en términos de bienestar que supone la obtención recursos con los que financiar la inversión pública.

Un primer hito en el tratamiento del capital público desde la perspectiva propia de los modelos de crecimiento lo constituye el trabajo de Arrow y Kurz (1970); en esta primera aportación las infraestructuras son incorporadas como un factor de producción susceptible de ser acumulado en un marco de crecimiento exógeno. Sin embargo, hubo que esperar hasta el artículo de Barro (1990) para que se sentasen las bases teóricas de los modelos de crecimiento con capital público y el interés por los mismos fuese más estable. En este estudio, la provisión de servicios productivos a las empresas por parte del gobierno es tratada como una externalidad positiva (sin olvidar los desincentivos sobre la inversión privada que el sistema impositivo genera) y permite la posibilidad de definir rendimientos constantes a escala en los factores de producción acumulables; esta circunstancia genera crecimiento endógeno.

Los avances teóricos en esta línea se suceden hasta nuestros días, con aportaciones novedosas sobre congestión (Glomm y Ravikumar, 1994, 1999; Fisher y Turnovsky, 1998), dinámica de transición (Futagami *et al*., 1993), implicaciones sobre el bienestar social (González-Páramo, 1995; Dasgupta, 1999; Rioja, 1999), incorporación de otras partidas de gasto público (Bajo-Rubio, 2000) o distintos planteamientos fiscales en la obtención de recursos tributarios (Jones *et al*., 1993; Corsetti y Roubini, 1996; Marrero, 1999).

No obstante, el desarrollo de trabajos empíricos que relacionen la dotación de capital público (o, desde una perspectiva flujo, la inversión pública) con el crecimiento económico no es precisamente uno de los tópicos más abundantes de este tipo de literatura. No sucede otro tanto, sin embargo, para los análisis que contrastan los vínculos entre la magnitud y naturaleza de la intervención pública en la economía y el crecimiento, donde el volumen de trabajos es sustancialmente mayor (recientes trabajos y revisiones bibliográficas sobre el tema son las de Atkinson, 1995; Agell *et al*., 1997 y Fölster y Henrekson, 2001)[2].

Ciñéndonos a los estudios que, en el marco de los modelos de crecimiento, han explorado la existencia de una relación positiva entre el gasto público en capital y la tasa de crecimiento, podemos hallar una miscelánea de resultados que no permiten elaborar conclusiones contundentes. Así, Barro (1991) señala la existencia de una débil relación negativa entre la inversión pública como porcentaje de la inversión privada y la tasa de crecimiento en una análisis de sección cruzada de casi 90 países entre 1965 y 1985. Evans y Karras (1994b) muestran a través de un análisis de datos de panel que el capital público no ha afectado positivamente a un grupo de países de la OCDE a lo largo del periodo 1963-1983.

Por el contrario, estudios como el de Knight *et al*. (1993) ofrecen evidencia a favor de una relación directa entre inversión pública y crecimiento. Cashin (1995) y De la Fuente (1997a) también encuentran un efecto positivo de la inversión pública sobre el crecimiento en los países de la OCDE (aunque sometido a rendimientos decrecientes en la última referencia). Galindo y Escot (1998), por su parte, proporcionan evidencia ambigua acerca de los efectos del capital público sobre la tasa de crecimiento anual de la renta per cápita en algunos países de la OCDE. En esta misma línea se encuentra el trabajo de Easterly y Rebelo (1993), también en un ámbito internacional.

Desde una perspectiva regional, la abundancia de trabajos publicados que explícitamente relacionen inversión pública y crecimiento a través de la estimación de ecuaciones de convergencia es más limitada. Hulten y Schwab (1993), estimando una ecuación de convergencia para la industria

2 Obviamente, en algunos de estos trabajos, encontramos resultados acerca de las relaciones entre el esfuerzo inversor del sector público y la capacidad de una economía para generar riqueza.

manufacturera norteamericana, no detectan un efecto directo del capital público sobre la productividad durante el periodo 1970-1986. Thomas (1996), por su parte, evalúa la importancia del *stock* de infraestructuras sobre la tasa de crecimiento de setenta regiones europeas entre 1970 y 1991 y alcanza la conclusión de que, consideradas por categorías, las dotaciones regionales de infraestructuras de transporte, comunicaciones, energía o educación no ejercen un efecto significativo sobre el crecimiento de la renta per cápita, mientras que un indicador agregado de todas ellas sí se encuentra positivamente relacionado con el crecimiento.

Ciñéndonos a la realidad regional española Mas *et al*. (1994) encuentran evidencia a favor del efecto positivo del capital público sobre la convergencia regional en España durante el periodo 1955-1991, aunque realizando estimaciones por subperiodos el resultado no se mantiene y Dolado *et al*. (1994) no hallaron ninguna capacidad explicativa para las infraestructuras de carreteras en las ecuaciones de convergencia estimadas para las provincias españolas entre 1955 y 1989. Asimismo, un reciente trabajo de Gorostiaga (1999), que emplea una metodología similar a la que se utilizará más adelante, estima un efecto positivo aunque no significativo de la inversión pública sobre la tasa de convergencia. Bajo-Rubio *et al*. (1999) detectan también un efecto positivo (y en este caso significativo) del esfuerzo inversor público sobre el PIB regional, aunque cuando se consideran las regiones más ricas en 1967, desaparece la significatividad estadística de dicho efecto positivo. Por su parte, De la Fuente y Vives (1995), con un sencillo modelo de producción en dos etapas, reconocen la importancia de las dotaciones de capital público en la determinación de los niveles de renta per cápita regionales, aunque indican que el impacto de las políticas regionales en España durante los años ochenta ha sido reducido. Desde una perspectiva dual, el trabajo de Avilés *et al*. (2001) muestra la capacidad del capital público para reducir los costes empresariales, tanto en una dimensión regional como sectorial.

Llegados a este punto, y siendo conscientes del limitado alcance de la sucinta revisión bibliográfica llevada a cabo, estamos en condiciones de apuntar algunos comentarios a modo de conclusiones parciales de esta sección. En primer lugar, se aprecia que una buena parte de los trabajos que estiman funciones de producción, y que en general fueron los pioneros en el desarrollo cronológico de esta literatura, obtienen efectos positivos de las infraestructuras sobre la actividad económica. En segundo lugar, las extensiones y críticas posteriores a este planteamiento mantienen esos resultados cuando siguen aproximaciones metodológicas como el enfoque dual, algunos modelos VAR o cointegrados, mientras que cuestionan o rechazan dicho efecto positivo cuando se modifica sustancialmente la especificación del modelo subyacente al enfoque de la función de producción o se reduce a regiones y áreas metropolitanas el ámbito geográfico del análisis. En tercer lugar, los trabajos que incorporan el capital público en un marco de modelos de crecimiento, aunque menos abundantes que los anteriores, están adquiriendo en los últimos años una amplitud de extensiones y resultados nada despreciable; no obstante, la evidencia empírica que se desprende de esta línea de investigación dista aún de alcanzar resultados más o menos homogéneos.

Es precisamente en esta última dirección hacia donde va encaminada la primera investigación de esta Tesis Doctoral. El primer artículo central de la misma se titula “Inversión pública y convergencia en las regiones españolas, 1965-1995”. En él se pretende arrojar alguna luz acerca de las relaciones empíricas que se han establecido en las regiones españolas entre inversión pública y crecimiento de la renta per cápita en el periodo objeto de estudio. Para ello se utilizará un modelo de crecimiento neoclásico con capital público y humano y del que se derivará una ecuación de convergencia. Ésta será estimada a través de técnicas de datos de panel que proporcionarán resultados acerca de la velocidad de convergencia y los coeficientes de las variables condicionantes.

Entre las aportaciones que se incorporan en este trabajo podemos citar las siguientes. La primera hace referencia a la consideración amplia y explícita de la inversión pública en un modelo de

crecimiento; esta circunstancia no es muy frecuente en la literatura a pesar de que las políticas regionales de inversión pública se inspiran en la existencia de un vínculo directo e inmediato entre ésta y el desarrollo económico. Además, el trabajo aproxima, en determinadas especificaciones, el capital humano a través de la inversión pública en sanidad y educación.

La segunda novedad reside en la separación entre ingresos públicos y gasto público productivo. Ello permite aplicar a los datos regionales españoles con los que trabajamos una distinción más estricta entre las dos facetas de la intervención pública que generan efectos contrapuestos sobre el crecimiento[3].

La tercera aportación principal se sitúa en los métodos de estimación econométrica seguidos. La utilización de técnicas de datos de panel representa actualmente uno de los campos de mayor profusión en las aplicaciones empíricas de las teorías del crecimiento. Del mismo modo, las precauciones adoptadas para evitar problemas de simultaneidad entre las variables, el empleo de *dummies* multiplicativas para ceñir con más precisión las diferencias regionales o la consideración de posibles relaciones no lineales entre las variables, completan el conjunto de métodos empleados para la obtención de resultados lo más fiables posibles.

Como corolario final, el artículo también introduce la discusión acerca del dilema entre eficiencia y equidad en el reparto regional del gasto público productivo. El seguimiento de uno u otro criterio influye en el impacto agregado de la inversión pública, a la vez que pone de manifiesto alguno de los factores que condicionan sus efectos regionales.

I.3. INVERSIÓN PÚBLICA E INVERSIÓN PRIVADA

Si bien la aproximación más inmediata a los efectos del capital público sobre el incremento de la renta se basa en un planteamiento similar al seguido en la sección anterior, cabe la posibilidad de que la inversión pública haya ejercido un efecto indirecto sobre el crecimiento a través de la inversión privada. En la medida en que la inversión pública mantenga una relación de complementariedad con la privada y ésta se configura como el principal motor del crecimiento, el gasto público en capital estimula el crecimiento de la renta per cápita. De este modo, se amplía el planteamiento convencional que ciñe los efectos del capital público sobre la actividad económica a la incorporación de aquél como argumento en las funciones de producción.

Las distintas metodologías que han abordado esta cuestión son, en esencia, tres. La primera consiste en la explotación de los resultados derivados del enfoque dual. Recuérdese que éste consistía en la estimación de funciones de costes o beneficios y demandas de factores; esta aproximación, además de obtener evidencia sobre las relaciones entre el *output* y las infraestructuras, permite definir la naturaleza de la relación entre el capital público y el privado. Y los resultados en este sentido ofrecen una panorámica considerablemente homogénea: la provisión de capital público estimula la demanda de capital privado, teniendo su origen el ahorro de costes empresariales en la sustituibilidad que se establece entre el capital público y los *inputs* intermedios y, en me-

3 Burguess y Stern (1993) subrayan cómo el lado del gasto y el de la imposición deben tratarse simultáneamente para lograr una visión más ajustada a la realidad de la intervención pública en la economía. Kneller *et al.* (1999) destacan la importancia de considerar la restricción presupuestaria del gobierno en los análisis empíricos sobre crecimiento.

nor medida, el factor trabajo. Los estudios citados con anterioridad son un buen ejemplo de ello, pudiéndose incluso añadir alguna referencia más como las de Deno (1988), Nadiri y Mamuneas (1994) o Seitz y Licht (1995)[4].

La segunda vía por la que se ha estudiado la relación entre infraestructuras y capital privado se sitúa en la estimación de modelos VAR. Este método posibilita el que la dirección y el sentido de la causalidad entre variables no sea único, con lo que el capital público no solo ejerce efectos sobre la producción final sino que también puede verse influida por ésta o, en el caso que nos interesa, mantener una relación de complementariedad o sustituibilidad con el capital privado. En este terreno la evidencia empírica disponible muestra resultados menos homogéneos. Odedokun (1997) y Flores de Frutos *et al*. (1998) encuentran efectos positivos de la inversión pública sobre la privada. McMillin y Smyth (1994), Otto y Voss (1996), Ghali (1998), Roca y Pereira (1998), Sturm (1998) y Ligthart (2000), por su parte, arrojan dudas sobre la existencia de dicho efecto positivo bajo determinadas condiciones.

Una tercera línea de investigación que explora las consecuencias del capital público sobre la inversión privada se localiza en el marco de los modelos macroeconómicos que tratan el efecto expulsión derivado del gasto público. Los trabajos de Aschauer y Greenwood (1985), Aschauer (1988) y Barro (1989) nos servirán de base para una exposición sintética de la cuestión apuntada.

Cuando se produce un incremento del gasto público en capital, los agentes económicos privados observan cómo se modifica su patrón intertemporal de consumo, de modo que el consumo presente se reduce de forma no deseada para financiar la nueva inversión pública a cambio de un mayor consumo futuro. A fin de ajustar su nueva situación a la elección consumo-ahorro realizada inicialmente, los agentes reducirán la inversión privada en la misma cuantía en que se ha elevado la pública si las rentabilidades de ambas son idénticas. Puede hablarse entonces de un efecto expulsión completo de la inversión privada por la pública. Si la dotación de infraestructuras es inferior a la óptima, la mayor productividad de la inversión pública respecto a la privada atenúa este *crowding-out* en la medida en que para los agentes se produce un efecto renta que eleva el consumo presente y futuro.

Por otro lado, si se postula que el capital público incrementa la productividad del privado, un mayor esfuerzo inversor público elevará la rentabilidad de la inversión privada y con ella la disposición de los agentes privados a ahorrar e invertir más. Esta circunstancia nos llevaría a hablar de un efecto *crowding-in* de la inversión privada por la pública.

También en un marco de modelos de crecimiento con agentes optimizadores, la aportación de Fisher y Turnovsky (1998) analiza la dinámica de transición de la acumulación de capital privado bajo distintos esquemas tributarios y con infraestructuras sometidas a congestión. Bajo imposición distorsionante, y aun reconociendo la complementariedad en el largo plazo entre capital público y privado, se concibe la posibilidad de que la provisión de *inputs* públicos desincentive la inversión privada y reduzca así el crecimiento económico. En efecto, un incremento permanente de la inversión pública eleva la rentabilidad de las infraestructuras, generándose un efecto riqueza en los agentes privados que, en el corto plazo, sustituyen ahorro por consumo y se reduce la acumulación de capital, esto es, la tasa de crecimiento de la economía.

La evidencia empírica proporcionada desde diversas aproximaciones metodológicas, aunque no resulta contundente, sí parece indicar un rechazo de la hipótesis de *crowding-out* en términos netos, es decir, la inversión pública estimula a la privada. Así, Aschauer (1989b) encuentra con

4 Debe advertirse, sin embargo, que la unanimidad en torno a la complementariedad entre capital público y privado no es completa en esta rama de la literatura. Trabajos como el de Dalamagas (1995) o Morrison y Schwartz (1996) matizan este resultado.

datos de la economía norteamericana entre 1953 y 1986 que, a pesar de hallarse presentes ambos efectos opuestos, la inversión del sector público ha favorecido la acumulación de capital privado.

Erenburg (1993), con un modelo de expectativas racionales, apoya la conclusión anterior, al igual que Easterly y Rebelo (1993) y Erenburg y Wohard (1995). Argimón *et al*. (1994), bajo distintas especificaciones econométricas, concluyen que la inversión pública mantiene una relación de complementariedad con la privada en el caso de la economía española para el periodo 1965-1990. Odedokun (1997), para una muestra de 48 países en vías de desarrollo y entre 1970 y 1990, proporciona evidencia a favor de la existencia de una relación positiva entre gasto público en capital e inversión privada, sobre todo en un horizonte temporal a largo plazo. Argimón *et al*. (1997) detectan, con una metodología de datos de panel, que dicha relación también se cumple para 14 países de la OCDE durante la década de los ochenta.

Igualmente, y en el marco de un modelo VAR, Flores de Frutos *et al*. (1998) encuentran efectos positivos de la inversión pública sobre la privada para la economía española entre 1964 y 1992. Roca y Pereira (1998), también con una metodología VAR, obtienen para España que la inversión pública desplaza inversión privada en el corto plazo pero que transcurridos unos años la relación se invierte, con lo que el efecto neto final permite hablar de *crowding-in* en el periodo 1970-1991. También Ahmed y Miller (2000) llegan a la conclusión que el gasto público en infraestructuras de transporte y comunicaciones induce la inversión privada en los países en desarrollo.

Sin embargo, también pueden citarse trabajos en los que se alcanzan resultados opuestos. Pradhan *et al*. (1990) emplean un modelo de equilibrio general computable para hallar que la inversión pública expulsa inversión privada, aunque en términos de crecimiento, inversión total y distribución de la renta, los efectos del gasto público en capital son beneficiosos. Monadjemi (1996), por su parte, descubre consecuencias negativas del gasto público en inversión sobre la acumulación de capital privado en el Reino Unido. Nazmi y Ramírez (1997), aunque reconocen que la inversión pública estimula el crecimiento económico, indican también ésta ha expulsado inversión privada en México. Del mismo modo, y siguiendo una modelo de corrección de error, Ghali (1998) muestra la existencia de *crowding-out* tanto a corto como a largo plazo en una aplicación a datos de la economía tunecina.

Se advierte, en este sentido, una considerable escasez de trabajos que estudien la existencia de esta relación de complementariedad entre el capital público y privado desde una perspectiva regional y tomando como base los modelos macroeconómicos de efecto *crowding-out*. Por ello, el segundo trabajo que conforma esta Tesis Doctoral, y cuyo título es “Relaciones entre inversión pública y privada. El caso de las regiones españolas, 1965-1995”, se propone abordar esta cuestión, tratando de añadir evidencia empírica acerca de los efectos que la inversión pública ha tenido sobre la formación de capital privado en las regiones españolas. Para ello se estima un modelo biecuacional en el que tanto la inversión privada regional como su productividad se hacen depender de diversas variables, entre las que encontramos distintas medidas del esfuerzo inversor del sector público. Además, se contrasta la hipótesis de que las infraestructuras situadas en otras regiones afectan positivamente a la inversión privada de una comunidad autónoma individualizada (efecto desbordamiento).

El artículo que en esta sección se introduce incorpora respecto al grueso de la literatura anterior distintas novedades. En primer lugar, y como ya se ha señalado, traslada al ámbito regional la discusión en torno a la existencia de efecto expulsión por parte del gasto público (en bienes de capital) sobre la inversión privada; debe notarse, en este sentido, que la mayor parte de los trabajos publicados adoptan un ámbito geográfico superior (nacional o internacional).

En segundo lugar, y puesto que el eje central de esta investigación se centra en la formación bruta de capital por parte del sector público, la especificación con que esta variable se ha

aproximado se despliega en una variedad de conceptos que enriquecen la interpretación de los resultados obtenidos: inversión pública directamente productiva, en educación, en sanidad, realizada en otras regiones o adyacentes (*spillovers*). No conocemos trabajos anteriores que apliquen esta distinción al objeto de estudio que nos ocupa.

En tercer lugar, se adopta, al igual que en el artículo anterior, una metodología de datos de panel en la estimación que permite controlar la existencia de efectos individuales inobservables en las regiones. Además, se realiza la aplicación de un reciente contraste de raíces unitarias para datos de panel que nos proteja frente a regresiones espúreas, al tiempo que se añade un contraste de especificación apenas empleado en la literatura, a pesar de sus ventajas frente a otros más convencionales.

I.4. PROVISIÓN EFICIENTE DE INVERSIÓN PÚBLICA

En las dos secciones anteriores fundamentábamos nuestra investigación sobre los vínculos entre inversión pública y políticas regionales. Apelábamos de este modo a dos de los posibles argumentos que respaldan la intervención pública en la economía: estimular una senda de crecimiento económico equilibrada y garantizar un reparto equitativo de los recursos. La aplicación empírica que se adoptaba en cada uno de los dos artículos a los que nos referíamos se circunscribía a un ámbito regional.

Para introducir el último artículo que compone esta Tesis Doctoral nos ceñiremos al tercero de los motivos por los que se justifica la intervención del sector público en la economía: cubrir los fallos en los que el mercado incurre al no proveer eficientemente determinados bienes y servicios. Recuérdese que las infraestructuras presentan características alejadas de las que definen a los bienes privados y/o rasgos de monopolio natural en su producción, y ello es razón suficiente para que el mercado no proporcione asignaciones eficientes.

La discusión sobre la definición de un nivel óptimo de inversión (o capital) pública se ha abordado desde tres perspectivas distintas. La primera se enmarca en la línea de modelos macrodinámicos en un contexto de crecimiento. La mayoría de estas aportaciones discuten de forma simultánea la provisión óptima de gasto público (productivo) con la caracterización de una estructura impositiva óptima (Barro, 1990; Futagami *et al*., 1993; Jones *et al*., 1993; Glomm y Ravikumar, 1994; Judd, 1999). Otro grupo de autores situados en la misma línea que los anteriores incorporan en su análisis componentes estocásticos y del ciclo económico (Zhu, 1992; Chari *et al*., 1994; Manzano, 1998). En un marco de crecimiento también encontramos los trabajos de Otto y Voss (1998) y Boscá *et al*. (2000), que endogenizan la inversión pública.

La segunda perspectiva desde la que se ha estudiado la eficiencia del capital público se encuentra a caballo entre los temas propios de la economía urbana y regional y los de economía del transporte. Referencias vinculadas a este enfoque híbrido son las de Martin y Rogers (1995), De Rus y Nash (1997) o Alonso (2001). Por quedar esta parcela del conocimiento relativamente alejada de nuestro propósito investigador no profundizaremos en la misma.

La tercera línea de investigación desde la que se ha abordado la eficiencia de las infraestructuras se localiza en el terreno de la economía pública. En este sentido, dada la naturaleza no rival en el consumo y la reducida posibilidad de exclusión vía precio que presentan determinados

inputs públicos, cabe estudiar su provisión eficiente al amparo de la teoría de los bienes públicos de Samuelson (1954). En efecto, esa es la intención recogida en los trabajos de Kaizuka (1965) y Sandmo (1972), que realizan la traslación de dicha teoría al caso del capital público y obtienen las condiciones de primer orden que describen la asignación eficiente.

Sin embargo, los avances en el estudio de la provisión eficiente de bienes públicos destinados al consumo no encontraron su equivalente en el caso de las infraestructuras. Así, a principios de los años setenta, se recupera una polémica iniciada por Pigou en 1947 acerca del cumplimiento de la tradicional regla de asignación eficiente de recursos para la provisión de bienes públicos (Suma de relaciones marginales de sustitución igual a relación marginal de transformación) en presencia de imposición distorsionante. Ello generó un abundante caudal de literatura especializada que ha llegado hasta nuestros días: Dasgupta y Stiglitz (1971), Atkinson y Stern (1974), Wildasin (1979, 1984), King (1986), Wilson (1991a y b), Konishi (1993) o Gaube (2000), por citar los ejemplos más representativos. Al día de hoy desconocemos trabajos que discutan en términos similares para el caso de los bienes de capital público.

El eje central de la cuestión discutida para los bienes públicos destinados al consumo es el siguiente. Puesto que la necesidad de recursos por parte del sector público obliga al empleo de impuestos distorsionantes, surge el interrogante si la suma de los beneficios marginales derivados del consumo de dicho bien debe igualar al coste marginal del mismo. La literatura anteriormente citada distingue, al menos, dos efectos adicionales implicados en la caracterización de la situación óptima. El primero alude a los costes en términos de bienestar que la utilización de impuestos distintos a los de suma fija conlleva sobre los agentes privados, elevando así el coste marginal de proveer bienes públicos. El segundo efecto actúa en sentido contrario en la medida en que se definan relaciones de complementariedad entre los bienes sometidos a gravamen y el bien público facilitado; ello eleva la recaudación tributaria reduciendo así el coste unitario de fabricar dicho bien público.

Esta discusión no se ha trasladado a la obtención de condiciones de primer orden para la provisión eficiente de gasto publico productivo. Por ello, el tercer artículo de esta Tesis Doctoral, titulado “Provisión eficiente de inversión pública financiada con impuestos distorsionantes”, acomete la aproximación teórica a las mismas. Este trabajo presenta un sencillo modelo de equilibrio general en el que la inversión pública proporciona servicios productivos a las empresas y no productivos a las familias. Bajo distintos esquemas fiscales distorsionantes, que ofrecen diferentes grados de autonomía al comportamiento del gobierno, se calculan otras tantas condiciones de primer orden para la provisión eficiente de inversión pública y se razona en qué circunstancias la recaudación tributaria se eleva como consecuencia del gasto público. El artículo se completa con una simulación numérica que ilustra el comportamiento del modelo de una parte del modelo.

Las principales aportaciones que este trabajo incorpora se resumen en lo siguiente. En primer lugar, se realiza el tratamiento teórico de un tópico insuficientemente estudiado y que contrasta con el desarrollo de una literatura relativamente amplia sobre la provisión de bienes públicos destinados al consumo en un marco de *second best*.

En segundo lugar, se discute formalmente una cualidad propia de las infraestructuras y que no ha sido considerada como tal en trabajos anteriores: la dualidad que conlleva el que este gasto público productivo ofrezca servicios productivos a las empresas (entrando como argumento en sus funciones de producción) y servicios no productivos a las economías domésticas (afectando así a su utilidad)[5]. Ello no impide, por su parte, que en virtud del marco de equilibrio general considerado, la

5 En modelos propios de la economía urbana y con sustanciales extensiones sobre la dimensión espacial de la actividad económica, sí aparece un tratamiento más integrador de las dos vertientes que presentan los beneficios proporcionados por las infraestructuras (Rietveld, 1995).

inversión pública suponga una mayor productividad para los factores privados y, por consiguiente, tenga efectos sobre la renta de sus propietarios.

En tercer lugar, se ponen de manifiesto las restricciones en el margen de maniobra público derivadas de los distintos esquemas fiscales considerados, influyendo sobre la rentabilidad social de los proyectos de inversión pública. Esta circunstancia, además de inspirar un conjunto de implicaciones normativas, ilustra hasta qué punto las vertientes de gasto e ingreso públicos han de considerarse de forma simultánea en la evaluación social de la intervención pública en la economía.

CAPÍTULO II

INVERSIÓN PÚBLICA Y CONVERGENCIA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995

II.1. INTRODUCCIÓN

La discusión en torno a los efectos de las políticas regionales sobre las tasas de crecimiento de los territorios más atrasados, se ha visto estimulada en nuestro país por, al menos, dos circunstancias de carácter institucional. La primera podríamos situarla en el proceso descentralizador del sector público acaecido en España desde principios de la década de los ochenta. Este hecho puso de manifiesto de forma explícita la existencia de persistentes diferencias entre los niveles de renta per cápita de las distintas regiones, al mismo tiempo que proveyó de argumentos para el diseño y ejecución de políticas redistributivas desde un punto de vista regional. Una segunda circunstancia, ya aludida con anterioridad, vendría dada por los efectos que la creciente integración económica y financiera en la que se encuentra inmersa la Unión Europea tendrá sobre las regiones periféricas, acelerando o ralentizando el proceso de convergencia.

Desde otro punto de vista, la evolución de las políticas regionales en Europa y en España ha conformado a la inversión pública en infraestructuras como el eje central de su actuación[6]. Ello nos lleva a interesarnos por los efectos que el esfuerzo inversor de las Administraciones Públicas tiene sobre el crecimiento económico regional.

En la literatura académica ambas cuestiones han confluido en un tópico común que se ha estudiado, sin embargo, desde distintas perspectivas. Destacan, por un lado, los trabajos de Biehl (1986) y Vickerman (1991), entre otros. El primero elabora un índice regional de dotaciones en distintas infraestructuras que luego relaciona con el Producto Interior Bruto (PIB) per cápita, mostrando una elevada correlación positiva entre ambas variables. Vickerman (1991), por su parte, subraya igualmente la importancia de los sistemas de transporte en los procesos de producción, abaratando con ello los costes empresariales y ampliando los beneficios del mercado común a regiones geográficamente periféricas.

Por otro lado, los modelos de crecimiento económico también han tratado esta cuestión según la metodología que les es propia. Si bien la incorporación del capital público ya fue considerada en un modelo de crecimiento neoclásico por Arrow y Kurz (1970), no fue hasta el artículo seminal de Barro (1990) cuando comienza a estudiarse el tema con más profundidad. Coincidiendo con el inicio de una amplia literatura sobre las interrelaciones entre infraestructuras y actividad económica (Aschauer, 1989a; Munnell, 1990b), Barro construye un modelo de crecimiento endógeno en el que la tasa de crecimiento de la renta per cápita es sostenida por la existencia de infraestructuras. Los avances teóricos en esta línea se sucedieron, con aportaciones novedosas sobre congestión (Fisher y Turnovsky, 1998), dinámica de transición (Futagami *et al*., 1993), implicaciones sobre el bienestar social (Rioja, 1999), inclusión de otras partidas de gasto público (Bajo-Rubio, 2000) y distintos planteamientos fiscales en la obtención de recursos tributarios (Jones *et al*., 1993).

Los trabajos que dentro del marco de las teorías de crecimiento (fundamentalmente de corte neoclásico) han tratado de ofrecer respaldo empírico a la existencia de efectos positivos de la inversión pública sobre la tasa de crecimiento comprenden una amplia miscelánea, tal y como se recogió el capítulo I. Así, Barro (1991) y Evans y Karras (1994b) encuentran una relación negativa o nula entre inversión pública y crecimiento para muestras internacionales, mientras que Knight *et al*. (1993), Cashin (1995) y De la Fuente (1997a) indican lo contrario. Galindo y Escot (1998) y Easterly y Rebelo (1993), por su parte, proporcionan evidencia ambigua también en un ámbito internacional.

6 Para un análisis más detallado de la evolución de las políticas regionales seguidas en Europa y España, véase por ejemplo Rodríguez (1995).

Desde una dimensión regional la situación se repite. Por un lado, Hulten y Schwab (1993), Dolado *et al*. (1994), Holtz-Eakin y Schwartz (1994) y Gorostiaga (1999) no detectan una correlación positiva robusta entre inversión pública y crecimiento económico. Por otro lado, Mas *et al*. (1994, 1995), Thomas (1996) y Bajo-Rivero *et al*. (1999) sí ofrecen resultados que avalan un efecto favorable del gasto público en infraestructuras a escala regional.

El trabajo que aquí se presenta pretende arrojar alguna luz acerca de las relaciones empíricas que se han establecido en las regiones españolas entre inversión pública y crecimiento de la renta per cápita entre 1965 y 1995. Para ello se utilizará un modelo de crecimiento neoclásico con capital público y humano y del que se derivará una ecuación de convergencia. Ésta será estimada a través de técnicas de datos de panel que proporcionarán resultados acerca de la velocidad de convergencia y los coeficientes de las variables condicionantes. Entre las aportaciones novedosas que se incorporan en este trabajo se encuentran la consideración explícita de la inversión pública en un modelo de crecimiento a través de las infraestructuras y el capital humano, la separación entre ingresos públicos y gasto público productivo y los métodos de estimación estadística seguidos.

El segundo apartado presenta el marco teórico sobre el que se asentará la ecuación de convergencia a estimar. El apartado II.3 describe el procedimiento de estimación así como los resultados obtenidos bajo distintas especificaciones. A continuación (apartado II.4), se consideran las implicaciones econométricas que se derivan de la posible endogeneidad de alguno de los regresores, actuando en consecuencia. El apartado II.5 ofrece estimaciones alternativas de la ecuación de convergencia, con variables ficticias multiplicativas y temporales así como posibles relaciones no lineales entre inversión pública y tasa de crecimiento regional. El siguiente apartado pretende enlazar nuestros resultados con modelos teóricos compatibles. Finalmente, unas conclusiones cierran el trabajo.

II.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

El marco teórico aquí utilizado se basa en el conocido modelo de crecimiento de Solow (1956), que es tratado desde un punto de vista empírico similar al de Mankiw *et al*. (1992). En este sentido, se considerará el concepto de convergencia condicional, esto es, se admite el que las economías (regionales) converjan en términos de renta per cápita pero lo hagan cada una a su propio estado estacionario. A continuación, se presentará el modelo de crecimiento en su versión completa, esto es, incluyendo simultáneamente capital privado, público y humano como factores de producción, sin que ello impida que con posterioridad, en el análisis empírico, se trabaje también con versiones más reducidas o alternativas del mismo. De igual modo, y si bien el planteamiento escogido aquí introduce el capital humano en la ecuación de convergencia como una tasa de acumulación, se estimará una expresión alternativa de aquella que incorpore a dicho factor de producción como una variable *stock*, tal y como se indicará oportunamente.

Partimos, por tanto, de una función de producción Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala en todos los factores y decrecientes en los factores acumulables para la región *i* en el momento *t*, tal y como se define a continuación:

$$Y_{it} = \left(\Psi_{it} L_{it}\right)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \left(K_{it}\right)^{\alpha} \left(G_{it}\right)^{\beta} \left(H_{it}\right)^{\gamma}, \qquad [1A]$$

donde $\psi_{it} = \psi_{i0}\, e^{xt}$ y $L_{it} = L^{i}_{0}\, e^{nit}$, *Y* es el *output* regional, ψ_{i0} un parámetro que recoge características propias de la región *i* (acceso a la tecnología, dotaciones de recursos, instituciones, estructura productiva, etc.), *L* es el trabajo, *K* el capital privado, *G* el capital público productivo y *H* es el capital humano, con $\alpha + \beta + \gamma < 1$. Nótese que la tecnología y el trabajo crecen exógenamente a unas tasas constantes *x* y *n*, respectivamente.

Basándonos en el supuesto de rendimientos constantes a escala podemos reescribir dicha función de producción en términos de unidades efectivas de trabajo (simbolizadas con ^):

$$\hat{y}_{it} = \left(\hat{k}_{it}\right)^{\alpha} \left(\hat{g}_{it}\right)^{\beta} \left(\hat{h}_{it}\right)^{\gamma}. \qquad [1B]$$

A continuación, definimos las ecuaciones de movimiento para los tres factores de producción susceptibles de ser acumulados:

$$\begin{aligned}
\dot{\hat{k}}_{it} &= (1-\tau_{it})\, s_{pi}\, \hat{y}_{it} - (\delta + n_i + x)\hat{k}_{it} \\
\dot{\hat{g}}_{it} &= s_{gi}\, \hat{y}_{it} - (\delta + n_i + x)\hat{g}_{it} \qquad [2] \\
\dot{\hat{h}}_{it} &= (1-\tau_{it})\, s_{hi}\, \hat{y}_{it} - (\delta + n_i + x)\hat{h}_{it},
\end{aligned}$$

donde un punto sobre una variable denota diferenciación con respecto al tiempo. τ es la proporción de recursos (sobre la renta nacional) que el sector público recauda a través de impuestos para financiar su gasto (productivo y no productivo); s_{pi} es la tasa constante de ahorro de la región *i*, sobre la renta neta de impuestos, empleada en capital físico privado; δ es la tasa de depreciación (constante y común); s_{gi} es la fracción de renta invertida en capital público en *i* y la variable s_{hi} es el concepto equivalente referido a la inversión en capital humano.

Es bien sabido que dicho sistema de ecuaciones puede expresarse en términos de tasas de crecimiento sin más que dividir ambos lados por la variable cuya dinámica se estudia y teniendo en cuenta la función de producción anteriormente definida. Fácilmente se obtiene, por tanto,

$$\begin{aligned}
\frac{\dot{\hat{k}}_{it}}{\hat{k}_{it}} &= (1-\tau_{it})\, s_{pi}\, \hat{k}_{it}^{\alpha-1}\, \hat{g}_{it}^{\beta}\, \hat{h}_{it}^{\gamma} - (\delta + n_i + x) \\
\frac{\dot{\hat{g}}_{it}}{\hat{g}_{it}} &= s_{gi}\, \hat{k}_{it}^{\alpha}\, \hat{g}_{it}^{\beta-1}\, \hat{h}_{it}^{\gamma} - (\delta + n_i + x) \qquad [3] \\
\frac{\dot{\hat{h}}_{it}}{\hat{h}_{it}} &= (1-\tau_{it})\, s_{hi}\, \hat{k}_{it}^{\alpha}\, \hat{g}_{it}^{\beta}\, \hat{h}_{it}^{\gamma-1} - (\delta + n_i + x).
\end{aligned}$$

Este nuevo sistema de ecuaciones nos permite calcular los valores en estado estacionario de las variables capital privado, público y humano así como de la renta, todas ellas en términos de unidades de eficiencia. De esta forma, igualando a cero las tres expresiones anteriores y resolviendo para las variables estado se alcanzan los siguientes valores:

$$\hat{k}_i^* = \left(\frac{\delta + n_i^* + x}{\left(S_{gi}^*\right)^{\beta} \left(S_{hi}^*\right)^{\gamma} \left(S_{pi}^*\right)^{1-\beta-\gamma} (1-\tau_i)^{1-\beta}} \right)^{-\frac{1}{1-\alpha-\beta}-\gamma}$$

$$\hat{g}_i^* = \left(\frac{\delta + n_i^* + x}{\left(S_{gi}^*\right)^{1-\alpha-\gamma} \left(S_{hi}^*\right)^{\gamma} \left(S_{pi}^*\right)^{\alpha} (1-\tau_i)^{\alpha+\gamma}} \right)^{-\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma}} \qquad [4]$$

$$\hat{h}_i^* = \left(\frac{\delta + n_i^* + x}{\left(S_{gi}^*\right)^{\beta} \left(S_{hi}^*\right)^{1-\alpha-\beta} \left(S_{pi}^*\right)^{\alpha} (1-\tau_i)^{1-\beta}} \right)^{-\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma}},$$

donde los superíndices * hacen referencia al estado estacionario. Así, y sin más que sustituir en la función de producción, es posible encontrar una expresión para la renta en unidades de eficiencia en el estado estacionario:

$$\hat{y}_i^* = \left(\frac{\left(S_{pi}^*\right)^{\alpha} (1-\tau_i)^{\alpha+\gamma} \left(S_{gi}^*\right)^{\beta} \left(S_{hi}^*\right)^{\gamma}}{\left(\delta + n_i^* + x\right)^{\alpha+\beta+\gamma}} \right)^{-\frac{1}{1-\alpha-\beta-\gamma}}. \qquad [5]$$

Como puede advertirse, el marco teórico seguido hasta el momento coincide con los resultados básicos del modelo de crecimiento neoclásico: el valor de la renta en el estado estacionario depende positivamente de las tasas de inversión en capital privado, público y humano así como de la proporción de recursos a disposición del sector privado de la economía después de haber detraído los impuestos; de forma equivalente, las variables que miden el crecimiento del trabajo en unidades de eficiencia y la depreciación del *stock* de capital, influyen negativamente en el nivel de renta de equilibrio estacionario.

Llegados a este punto nos encontramos ya en condiciones de derivar la ecuación de convergencia que estimaremos en el siguiente apartado. Si escribimos la tasa de crecimiento de la renta por trabajador en la región *i* como una ecuación diferencial logarítmica, obtenemos:

$$\frac{d\ln y_i}{dt} = \frac{d\ln \psi_i}{dt} + \alpha \frac{d\ln \hat{k}_i}{dt} + \beta \frac{d\ln \hat{g}_i}{dt} + \gamma \frac{d\ln \hat{h}_i}{dt}. \qquad [6]$$

Por su parte, utilizando las expresiones de las tasas de crecimiento de los factores de producción recogidas en el sistema [3] y reescribiéndolas en términos de logaritmos, podemos alcanzar la siguiente expresión para la tasa de crecimiento de la renta en unidades efectivas de trabajo:

$$\begin{aligned} \frac{d\ln \hat{y}_i}{dt} = {} & \alpha\left[(1-\tau)s_{pi}\, e^{(\alpha-1)\ln k}\, e^{\beta \ln g}\, e^{\gamma \ln h}\right] + \beta\left[s_{gi}\, e^{\alpha \ln k}\, e^{(\beta-1)\ln g}\, e^{\gamma \ln h}\right] + \\ & \gamma\left[(1-\tau)s_{hi}\, e^{\alpha \ln k}\, e^{\beta \ln g}\, e^{(\gamma-1)\ln h}\right] - (\alpha+\beta+\gamma)(\delta + n_i + x). \end{aligned} \qquad [7]$$

Esta expresión es empleada para realizar una aproximación de Taylor de primer orden en torno a las variables en sus valores de estado estacionario. Para ello es preciso calcular las deri-

vadas de la anterior expresión respecto a las variables estado incluidas y evaluarlas en los valores estacionarios de las mismas; esto es,

$$\left.\frac{\partial\left(\frac{d\ln\hat{y}}{dt}\right)}{\partial \ln k}\right|_{\substack{\ln k^* \\ \ln g^* \\ \ln h^*}} = \alpha\left[(1-\tau)s_p\, e^{(\alpha-1)\ln k^*} e^{\beta \ln g^*} e^{\gamma \ln h^*}\right](\alpha-1)+$$

$$\alpha\left[s_g\, e^{\alpha \ln k^*} e^{(\beta-1)\ln g^*} e^{\gamma \ln h^*}\right]\beta + \alpha\left[(1-\tau)s_h\, e^{\alpha \ln k^*} e^{\beta \ln g^*} e^{(\gamma-1)\ln h^*}\right]\gamma =$$

$$\alpha(\delta+n+x)(\alpha-1)+\alpha(\delta+n+x)\beta+\alpha(\delta+n+x)\gamma.$$

$$\left.\frac{\partial\left(\frac{d\ln\hat{y}}{dt}\right)}{\partial \ln g}\right|_{\substack{\ln k^* \\ \ln g^* \\ \ln h^*}} = \alpha\left[(1-\tau)s_p\, e^{(\alpha-1)\ln k^*} e^{\beta \ln g^*} e^{\gamma \ln h^*}\right]\beta +$$

$$(\beta-1)\left[s_g\, e^{\alpha \ln k^*} e^{(\beta-1)\ln g^*} e^{\gamma \ln h^*}\right]\beta + \beta\left[(1-\tau)s_h\, e^{\alpha \ln k^*} e^{\beta \ln g^*} e^{(\gamma-1)\ln h^*}\right]\gamma =$$

$$\beta(\delta+n+x)\alpha+\beta(\delta+n+x)(\beta-1)+\beta(\delta+n+x)\gamma.$$

$$\left.\frac{\partial\left(\frac{d\ln\hat{y}}{dt}\right)}{\partial \ln h}\right|_{\substack{\ln k^* \\ \ln g^* \\ \ln h^*}} = \gamma\left[(1-\tau)s_p\, e^{(\alpha-1)\ln k^*} e^{\beta \ln g^*} e^{\gamma \ln h^*}\right]\alpha +$$

$$\gamma\left[s_g\, e^{\alpha \ln k^*} e^{(\beta-1)\ln g^*} e^{\gamma \ln h^*}\right]\beta + (\gamma-1)\left[(1-\tau)s_h\, e^{\alpha \ln k^*} e^{\beta \ln g^*} e^{(\gamma-1)\ln h^*}\right]\gamma =$$

$$\gamma(\delta+n+x)\alpha+\gamma(\delta+n+x)\beta(\gamma-1)(\delta+n+x)\gamma,$$

donde se han omitido los subíndices *it* y los acentos ^ sobre los factores de producción para facilitar la notación. Tras simplificar las anteriores expresiones sacando factor común y sustituyendo en [7] se obtiene la siguiente aproximación a la tasa de crecimiento de la renta por trabajador efectivo:

$$\frac{d\ln\hat{y}_{it}}{dt} \approx \alpha(\alpha+\beta+\gamma-1)(\delta+n_i+x)\left(\ln\hat{k}_{it}-\ln\hat{k}_i^*\right)+$$
$$\beta(\alpha+\beta+\gamma-1)(\delta+n_i+x)\left(\ln\hat{g}_{it}-\ln\hat{g}_i^*\right)+$$
$$\gamma(\alpha+\beta+\gamma-1)(\delta+n_i+x)\left(\ln\hat{h}_{it}-\ln\hat{h}_i^*\right)$$

Si llamamos a $\lambda=(1-\alpha-\beta-\gamma)(\delta+n+x)$ velocidad de convergencia hacia el estado estacionario, esta ecuación se reformula en términos más simples:

$$\frac{d\ln\hat{y}_{it}}{dt} \approx -\alpha\lambda\left(\ln\hat{k}_{it}-\ln\hat{k}_i^*\right)-\beta\lambda\left(\ln\hat{g}_{it}-\ln\hat{g}_i^*\right)-\gamma\lambda\left(\ln\hat{h}_{it}-\ln\hat{h}_i^*\right)=-\lambda\left(\ln\hat{y}_{it}-\ln\hat{y}_i^*\right) \qquad [8]$$

De la ecuación diferencial [8] se desprende que

$$\ln \hat{y}_{it} = e^{-\lambda T} \ln \hat{y}_{it-T} + \left(1 - e^{-\lambda T}\right) \ln \hat{y}_i^*,$$

donde ln y_{it-T} es el logaritmo de la renta per cápita al principio del periodo de duración *T*. Por último, considerando este resultado, el valor de la renta per cápita ajustada en términos de eficiencia dado por la expresión [5] y que la tasa de crecimiento de la renta puede aproximarse como una diferencia de logaritmos $\left(\ln \hat{y}_{it} - \ln \hat{y}_{it-T}\right)$, llegamos a la ecuación de convergencia:

$$\begin{aligned} \ln \hat{y}_{it} - \ln \hat{y}_{it-T} = & -\rho \ln \hat{y}_{it-T} + \rho \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_{pit} + \rho \frac{\beta}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_{git} + \\ & \rho \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_{hit} - \rho \frac{\alpha+\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln\left(\delta + n_{it} + x\right) + \rho \frac{\alpha+\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln\left(1-\tau_{it}\right), \end{aligned} \qquad [9]$$

siendo $\rho = 1 - e^{-\lambda T}$.

La traslación de la anterior ecuación a otra escrita en términos de renta per cápita es inmediata si consideramos que:

$$\ln \hat{y}_{it} = \ln y_{it} - \ln \Psi_{i0} - xt,$$

con *y* representando ahora a la renta per cápita. Así, la ecuación de convergencia [9] quedaría como sigue:

$$\begin{aligned} \ln y_{it} - \ln y_{it-T} = & \rho \ln \psi_{io} + x\left(t - e^{-\lambda T}\left(t - T\right)\right) - \rho \ln y_{it-T} + \\ & \rho \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_{pit} + \rho \frac{\beta}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_{git} + \rho \frac{\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln s_{hit} - \\ & \rho \frac{\alpha+\beta+\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln\left(\delta + n_{it} + x\right) + \rho \frac{\alpha+\gamma}{1-\alpha-\beta-\gamma} \ln\left(1-\tau_{it}\right) \end{aligned} \qquad [10]$$

El planteamiento teórico formulado hasta el momento introduce algunos aspectos novedosos respecto al grueso de la literatura anterior. En primer lugar, incorpora de forma explícita al análisis de la convergencia regional el efecto que la inversión pública en capital productivo pueda tener sobre la tasa de crecimiento de la renta. En segundo lugar, la actuación del sector público se trata no sólo desde la vertiente del gasto sino que, simultáneamente, se consideran los impuestos que la intervención estatal en la economía conlleva, sin vincularlos exclusivamente al gasto público productivo. Por último, la presencia del parámetro ψ_{i0}, que recoge la posible existencia de efectos regionales no observables, conduce a la utilización de un planteamiento de datos de panel en la estimación de la ecuación de convergencia anteriormente obtenida.

II.3. ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CONVERGENCIA

La mayor parte de los trabajos empíricos publicados sobre crecimiento efectúan estimaciones de la velocidad a la que convergen las economías, así como del efecto que determi-

nadas variables condicionantes ejercen sobre la tasa de variación de la renta per cápita, a partir de análisis de sección cruzada. Esta metodología supone la utilización de Mínimos Cuadrados Ordinarios sobre ecuaciones de convergencia que, si bien pueden admitir una especificación que recoja la existencia de distintos estados estacionarios para distintas economías, ignora la presencia de características inobservables y propias de cada nación o región que sesga los coeficientes estimados.

En este sentido, Islam (1995) replantea el modelo neoclásico en términos de datos de panel y muestra las diferencias que surgen entre las estimaciones tradicionales (encarnadas en el trabajo de Mankiw *et al*., 1992) y la posibilidad de controlar los efectos regionales no observables. Entre las principales conclusiones alcanzadas por este autor destaca la mayor velocidad de convergencia obtenida, que supera el ya clásico 2 por ciento de los estudios de sección cruzada.

En este apartado se va a proceder a la estimación de la ecuación [10] con técnicas estadísticas de datos de panel. Aun tomando como base la citada ecuación, se han estudiado distintas especificaciones de la misma, partiendo de una modelización sencilla del proceso de crecimiento económico, con tan sólo capital privado, e incorporando con posterioridad capital público y humano. En este sentido, la variable tasa de inversión en capital humano s_h ha sido aproximada a través de medidas alternativas: s_e es la inversión pública en educación, s_d en sanidad e s_s la suma de ambas[7]. Por su parte, se considerará una variable *stock* del nivel de capital humano (*h*). Ello implica una ligera modificación algebraica en la expresión de la ecuación de convergencia anteriormente obtenida. Puesto que esta alternativa se encuentra desarrollada en otros trabajos (Mankiw *et al*., 1992; Islam, 1995) remitimos al lector interesado a dichas referencias.

La muestra comprende 17 Comunidades Autónomas españolas a lo largo del periodo 1965-1995. A fin de controlar los efectos del ciclo se ha añadido a la especificación anterior la tasa de paro regional, así como una perturbación aleatoria que suponemos cumple los requisitos estadísticos habituales. La elaboración de las variables empleadas al igual que las fuentes de las que han sido obtenidas se resumen en el apéndice de datos.

El término que hace referencia al progreso tecnológico exógeno, $x\left(t - e^{-\lambda T}(t - T)\right)$, en la medida en que depende de variables exógenas, comunes a todas las regiones e invariantes en el tiempo, es una constante que puede estudiarse conjuntamente con el término $\ln \psi_{i0}$. Ésta ha sido la especificación elegida. De forma alternativa, se ha ensayado la opción de medir la evolución de la tecnología a través de una tendencia temporal que abarque todo el periodo. Ello provocaba problemas de multicolinealidad, sobre todo en la estimación del coeficiente de (1 - τ_{it}), y en menor magnitud sobre y_{it-T}, por lo que se ha desconsiderado esa posibilidad[8]. Por su parte, en el subapartado II.5.3 se incluyen *dummies* temporales para medir el progreso técnico de forma explícita, según la convención marcada por una buena parte de la literatura; se confirma también en este caso el ruido que la inclusión de este tipo de variable ficticias ocasiona sobre otras variables del modelo, además de otros problemas sobre la especificación adoptada.

Con carácter previo a la estimación es conveniente tratar la posible existencia de correlaciones entre los efectos inobservables y las variables explicativas. En este sentido, el contraste

7 La utilización del capital público social como medida de aproximación al capital humano, aunque poco frecuente, no es una novedad en la literatura (véanse, por ejemplo, Rivera y Currais, 2000, y Currais y Rivera, 1999a, 1999b).

8 Easterly y Rebelo (1993) señalan, a través de una amplia batería de estimaciones, la sensibilidad de las variables tributarias a la incorporación de regresores en las ecuaciones de crecimiento, resultando difícil aislar los efectos de la imposición en presencia de una notable multicolinealidad.

basado en la aportación de Hausman (1978) proporciona evidencia en torno a la existencia de dichas correlaciones[9]. Los valores alcanzados por el estadístico propio de este contraste han mostrado en las primeras estimaciones un sólido respaldo por el modelo de efectos fijos, esto es, por la estimación intragrupos del modelo, tal y como se muestra en el cuadro II.1. Por otra parte, todas las estimaciones se han realizado ponderando las observaciones en la sección cruzada para evitar heteroscedasticidad ligada al distinto tamaño de las unidades muestrales y se ha utilizado la matriz de covarianzas propuesta por White (1980), que permite realizar inferencias robustas incluso en presencia de heteroscedasticidad dentro de cada unidad muestral.

Como es habitual en trabajos empíricos sobre convergencia, los resultados que se presentan en el cuadro II.1 imponen la restricción de que los coeficientes de las variables demográficas, tasa de inversión privada y tasa de inversión pública en infraestructuras y capital humano suman cero. Según muestran los valores del estadístico de Wald calculados, esta hipótesis es aceptada de forma mayoritaria en casi todas las especificaciones, salvo en la presentada en la columna [6]. Por otra parte, el cuadro II.1 incluye también un contraste de la *F* para evaluar la significatividad conjunta de las variables ficticias estimadas para cada región, lo que no es más que el establecimiento de la hipótesis de que existen características propias e inobservables de las comunidades autónomas que influyen sobre la tasa de crecimiento de éstas, justificando así la utilización de técnicas de datos de panel[10]. Para las especificaciones [3]-[6] se rechaza la hipótesis nula de un único término constante a todas las regiones a un nivel de significación del cinco por ciento (en las columnas [5] y [6] se rechaza al uno por ciento). Por su parte, las dos primeras estimaciones no ofrecen un estadístico *F* lo suficientemente elevado como para justificar la utilización de *dummies* regionales; no obstante, y guiados en parte por la lógica económica que nos advierte de la existencia de características individuales y no controladas en nuestro análisis, y en parte para facilitar la comparación con las especificaciones posteriores, se ha optado por incluir los resultados del modelo que estima una constante para cada comunidad autónoma.

Asimismo el cuadro II.1 presenta los valores del R^2 ajustado y del estadístico Durbin-Watson. El primero se considera en su versión corregida ya que ésta es neutral a la incorporación de nuevas variables. Si bien no estamos en presencia de modelos anidados en sentido estricto, la inclusión de nuevos regresores conforme avanzamos en la estimación puede sesgar al alza el valor del R^2 sin ajustar. De otro lado, los estadísticos Durbin-Watson obtenidos muestran que en general no existen indicios importantes de autocorrelación de primer orden en los residuos.

---

9 Este contraste elabora un estadístico $H= (B_{BN} -B_{IG})' (Var(B_{BN})-Var(B_{IG}))^{-1} (B_{BN}-B_{IG})$, donde B_{BN} es el estimador de Balestra-Nerlove y B_{IG} es el estimador intragrupos del modelo de efectos fijos. Bajo la hipótesis nula, ambos estimadores son consistentes, con lo que plim $_{N\to\infty} (B_{BN}-B_{IG})= 0$ y *H* se distribuye como una χ^2 con *k* grados de libertad, donde *k* es el número de variables explicativas del modelo sin incluir los efectos individuales ni la constante; en tales condiciones se elige el estimador de Balestra-Nerlove por su mayor eficiencia relativa. Bajo la hipótesis alternativa (efectos individuales correlacionados con las variables explicativas), el estimador B_{IG} continua siendo consistente aunque no eficiente.

10 Este contraste, tomado de Greene (1993), se formula a partir del estadístico $F = \dfrac{\left(R_u^2 - R_r^2\right) \Big/ (n-1)}{\left(1-R_u^2\right) \Big/ (nt-n-k)}$, donde R^2_u y R^2_r son, respectivamente, los R^2 del modelo no restringido (efectos individuales para cada unidad de la sección cruzada) y restringido (término constante común para todas ellas), *n* es el número de unidades de sección cruzada, *t* es la dimensión temporal del panel y *k* es el número de variables explicativas sin considerar las constantes propias de cada región. Bajo la hipótesis nula de un único término constante el estadístico se distribuye como una $F_{n-1,\ nT-n-k}$. Un valor elevado para dicho estadístico implica evidencia a favor del modelo con efectos individuales para cada región.

CUADRO II.1

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CONVERGENCIA.
REGIONES ESPAÑOLAS (1965 -1995).
VAR. DEPENDIENTE: TASA MEDIA DE CRECIMIENTO DE LA RENTA POR ACTIVO EN CADA SUBPERIODO

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
$Log(y_{i,\ t-T})$	-0.058 (-5.95)	-0.062 (-6.07)	-0.089 (-7.80)	-0.086 (-7.64)	-0.102 (-9.25)	-0.190 (-9.61)
$Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+\delta)$	0.032 (5.80)	0.025 (3.96)	0.031 (4.89)	0.034 (5.31)	0.029 (5.04)	0.035 (6.43)
$Log(s_{git})-log(n_{it}+x+\delta)$		0.006 (1.71)	-0.003 (-0.77)	-0.002 (-0.47)	-0.006 (-1.65)	-0.004 (-1.02)
$Log(s_{sit})-log(n_{it}+x+\delta)$		0.002 (0.84)	0.003 (1.23)			
$Log(s_{eit})-log(n_{it}+x+\delta)$				0.001 (0.58)		
$Log(s_{dit})-log(n_{it}+x+\delta)$					0.011 (5.05)	
$Log(h_{it})$						0.056 (6.38)
$Log(u_{it})$	-0.0001 (-0.10)	0.0002 (0.14)	-0.005 (-2.39)	-0.005 (-2.43)	-0.004 (-2.12)	-0.011 (-5.25)
$Log(1-\tau_t)$			-0.213 (-4.94)	-0.211 (-4.80)	-0.230 (-5.78)	-0.060 (-1.15)
λ	0.029	0.032	0.046	0.044	0.053	0.105
α	0.35	0.26	0.258	0.290	0.213	0.158
β		0.06	- 0.024	- 0.017	- 0.044	- 0.018
γ		0.02	0.024	-0.008	0.080	0.253
R^2 ajustado	0.37	0.38	0.43	0.42	0.47	0.50
Durbin-Watson	1.73	1.79	1.80	1.79	1.85	1.57
Hausman	20.36 [0.000]	26.79 [0.000]	56.66 [0.000]	53.43 [0.00]	90.37 [0.000]	110.79 [0.00]
Wald (χ^2)	0.09 [0.75]	0.25 [0.61]	0.27 [0.60]	1.56 [0.21]	0.0002 [0.98]	5.89 [0.015]
F	0.46 [16, 232]	0.69 [16, 230]	1.75 [16, 229]	1.75 [16, 229]	2.97 [16, 229]	4.00 [16, 229]

Notas: Estadísticos *t* entre paréntesis. Valor-probabilidad entre corchetes, salvo en la fila del estadístico *F*, en la que se recogen los grados de libertad del numerador y del denominador. El número de observaciones en todas las especificaciones es de 252 (véase apéndice). Fuente: IVIE y Fundación BBVA.

Del cuadro II.1 se desprenden un conjunto de comentarios acerca de las interrelaciones que se han establecido entre la convergencia regional en España a lo largo del periodo considerado y la actuación del sector público. En primer lugar, se confirma la existencia de convergencia condicional de las comunidades autónomas hacia sus respectivos estados estacionarios. La velocidad a la que tiene lugar dicho proceso comprende un rango entre el tres y el diez por ciento, según la especificación. Así, las versiones [1] y [2] se encuentran en la línea de estudios como Barro y Sala-i-Martin (1999) que, con estimaciones de sección cruzada e incluyendo las migraciones interregionales pero

sin inversión pública, alcanzan cifras próximas al tres por ciento para las regiones españolas. Por su parte, las especificaciones [3]-[5] encuentran valores entre el cuatro y el cinco por ciento, que son las obtenidas por Dolado *et al*. (1994) en una estimación por Mínimos Cuadrados No Lineales y variables ficticias regionales de un modelo de Solow ampliado con inversión pública y migraciones y aplicado a las provincias españolas.

La última especificación –columna [6]– ofrece una tasa de convergencia del 10 por ciento, muy similar a la alcanzada por Islam (1995) para los países de la OCDE incorporando el capital humano como una variable *stock* y empleando técnicas de datos de panel como las aquí utilizadas. No obstante, es muy posible que dicha estimación adolezca problemas de multicolinealidad asociados a la aproximación al capital humano a través de la variable h_{it}, con lo que los resultados deben interpretarse con la cautela necesaria. Ello puede deducirse de la notable sensibilidad de los coeficientes de la renta per cápita en el periodo anterior y, sobre todo, de la proporción de renta a disposición del sector privado tras descontar los impuestos, que ven considerablemente reducida su significatividad estadística cuando se introduce la proporción de individuos con estudios medios y superiores.

En segundo lugar, deberíamos indicar que tanto la tasa de inversión privada como los indicadores de capital humano utilizados presentan los signos predichos por el modelo teórico. Respecto a la inversión privada y dado el carácter estructural de la ecuación estimada –lo que permite recuperar los coeficientes de los factores productivos en la función de producción– encontramos un amplio intervalo de valores para la elasticidad del *output* respecto al capital privado: desde el 0.35 obtenido bajo la especificación más sencilla, y prácticamente coincidente con las cifras clásicas de Mankiw *et al*. (1992), hasta estimaciones más reducidas de la elasticidad de la renta per cápita al capital como las presentadas en la columna [6]. En este sentido, valores pertenecientes al intervalo 0.20-0.25 son los obtenidos en Islam (1995) con una estimación similar a la nuestra y nuevamente para la OCDE y en Dolado *et al*. (1994) para las provincias españolas.

El capital humano, por su parte, aparece con signo positivo en todas las especificaciones pero tan solo cuando se define como variable *stock* (columna [6]) o es aproximado a través de la inversión pública en sanidad (columna [5] y, en cierta medida, también [3]) adquiere significatividad estadística, siempre considerando los efectos del sistema fiscal sobre la acumulación de capital privado[11]. En el primer caso la elasticidad que se desprende supera sensiblemente la magnitud obtenida en trabajos similares; para los valores obtenidos cuando el capital humano es incluido en términos de tasa, las elasticidades sí se encuentran ya en un rango comparable al de otros trabajos. Subrayar, finalmente, que la inversión pública en educación no resulta significativa en la explicación de la tasa de crecimiento de la renta per cápita regional, poniendo de manifiesto quizás las dificultades que otros investigadores ya han señalado a la hora de incorporar el capital humano a los procesos de crecimiento económico (Gorostiaga, 1999; Bajo-Rubio *et al*., 1999; Wolf, 2001).

En tercer lugar, es preciso comentar los resultados obtenidos en relación a la formación de capital público productivo. De nuestro análisis se deriva una influencia nula –incluso negativa– de la inversión pública en infraestructuras sobre la tasa de crecimiento de las comunidades autónomas españolas. Aunque solo la columna [5] ofrece un coeficiente de cierta confianza estadística, merece destacarse el signo negativo de cuatro de las cinco especificaciones en que aparece esta variable. Ello obliga a una reflexión adicional en la medida en que es comúnmente admitida

11 Este resultado se encuentra, parcialmente, en la línea de Rivera y Currais (2000) para los países de la OCDE. Estos autores obtienen un efecto positivo del gasto público corriente y de capital en sanidad sobre la tasa de crecimiento, si bien es cierto que el coeficiente estimado para la segunda de estas variables no resulta significativo.

la importancia que las dotaciones de capital público juegan en el desarrollo regional de un espacio geográfico determinado.

Por último, una breve interpretación de las dos variables restantes incluidas como regresores: proporción de renta a disposición del sector privado después de descontar los impuestos ($1 - \tau_{it}$) y tasa de paro u_{it}. Respecto a la primera, y aunque el modelo teórico anticipa un signo positivo para su coeficiente, el notable crecimiento experimentado por el sector público español durante el periodo considerado, en especial a partir de finales de los años setenta, puede ser responsable de que la evidencia empírica proporcione un valor negativo para dicha variable. En efecto, en la medida en que los ingresos recaudados por las Administraciones Públicas suponen un porcentaje creciente de la renta regional, la proporción de recursos con que cuenta el sector privado para la acumulación de capital se ha venido reduciendo y ello ha afectado negativamente al crecimiento. Es preciso admitir en este sentido que el modelo planteado no recoge toda la riqueza que la realidad presenta en torno a la ineficiencia de los impuestos[12].

Por lo que se refiere a la variable tasa de paro, y puesto que su inclusión *ad hoc* tan solo perseguía capturar los efectos del ciclo, el signo negativo con que ha sido estimada en todas las especificaciones se encuentra dentro de la lógica económica.

II.4. ENDOGENEIDAD DE LOS REGRESORES

La posible endogeneidad de alguno de los regresores considerados en la estimación de la ecuación de convergencia anterior puede provocar que los coeficientes obtenidos no sean consistentes. Esta circunstancia podría explicar, al menos parcialmente, los resultados relativos a la nula significatividad de la variable inversión pública en infraestructuras e incluso su generalizado signo negativo. La literatura sobre crecimiento ha mostrado en diversas ocasiones la sospecha de que la tasa de inversión privada pueda depender de la tasa de crecimiento de la renta; los trabajos de King y Levine (1994), Dolado *et al*. (1994) y Gorostiaga (1999) suponen una muestra de dicha afirmación. Por su parte, como ya se dijo, una importante crítica realizada a los trabajos seminales sobre los efectos del capital público en la actividad económica reside en la posible simultaneidad de la variable infraestructuras con la producción (véanse, en un sentido y otro, y a título de ejemplo, los trabajos de Aschauer, 1989a; Munnell, 1990a; Sturm, 1998), generando de esta forma una causalidad invertida que sesga la estimación.

En las líneas que siguen a continuación se va a ofrecer evidencia empírica complementaria a la ya mostrada en el apartado anterior pero realizando un esfuerzo adicional para tener en cuenta la posible endogeneidad de las variables tasa de inversión privada y pública (en infraestructuras y en capital público social). Con esta pretensión se sigue un planteamiento muy similar al de Gorostiaga (1999), que estima por variables instrumentales una ecuación de convergencia, y que nosotros ampliaremos al utilizar, además, el Método Generalizado de los Momentos (MGM) y contrastes sobre la idoneidad de los instrumentos y, en definitiva, la especificación del modelo.

12 Para un análisis más detallado de los efectos de la tributación sobre el crecimiento, pueden consultarse los trabajos de Mendoza *et al*. (1997) y Doménech y García (2001). Easterly y Rebelo (1993) también ponen de manifiesto las dificultades de aprehender la influencia del sistema fiscal sobre el crecimiento.

De esta forma, vamos a tomar como especificación base la recogida en la columna [3] del cuadro II.1 por considerarla lo suficientemente genérica como para ilustrar las implicaciones de la posible endogeneidad que nos ocupa[13]. Como se recordará, los valores proporcionados por el estadístico de Hausman respaldaban con firmeza la existencia de correlaciones entre los efectos individuales de las regiones y el resto de regresores, lo que nos empujaba a la aplicación del estimador intragrupos en lugar del modelo de efectos aleatorios. Este procedimiento de estimación supone transformar el modelo en desviaciones con respecto a la media de cada comunidad autónoma, con lo que la perturbación aleatoria transformada incluiría errores pasados y futuros. Ello provoca, en definitiva, que la utilización de regresores retardados como posibles instrumentos no se conforme como la mejor opción. Utilizaremos, por tanto, la transformación de las variables en desviaciones ortogonales propuesta en Arellano (1988) que, si bien es cierto tiene su justificación inicial en modelos dinámicos, admite su utilización en otros contextos como el de la simultaneidad entre la variable endógena y los regresores (Arellano y Bover, 1990). La citada transformación expresa cada observación como su desviación ponderada respecto a la media de futuras observaciones de la misma unidad muestral[14].

En otro orden de cosas, la construcción de la matriz de instrumentos ha seguido el citado Método Generalizado de los Momentos. Dado que la naturaleza de este procedimiento de estimación reside en la minimización de las correlaciones muestrales entre regresores y residuos, su utilización en el contexto de variables instrumentales que nos ocupa nos permitirá generar un conjunto de instrumentos óptimo con el que obtendremos estimaciones eficientes y consistentes de los coeficientes de la ecuación de convergencia.

De otro lado, la posible presencia de heteroscedasticidad en la perturbación aleatoria invita a la utilización de estimadores MGM en dos etapas que utilizan una estimación previa de la matriz de covarianzas para conseguir ganancias de eficiencia. No obstante, distintas simulaciones *à la* Montecarlo han puesto de manifiesto que los errores típicos estimados bajo un procedimiento en dos etapas se encuentran sesgados a la baja, con lo que resulta recomendable para la inferencia basada en errores standard asintóticos tomar como referencia las estimaciones MGM de una etapa[15].

En la medida en que existan más instrumentos disponibles que parámetros a estimar, el modelo se encuentra sobreidentificado. En este sentido, un contraste sobre las condiciones de sobreidentificación puede interpretarse como un contraste acerca de la validez del conjunto de instrumentos y la adecuada especificación considerada en lo que a heteroscedasticidad y autocorrelación se refiere. Emplearemos, por tanto, un estadístico de Sargan para ofrecer evidencia empírica

---

13 No obstante, se encuentran a disposición del lector interesado estimaciones completas de especificaciones alternativas que corroboran, en general, los resultados alcanzados para la ecuación que nos sirve de referencia.

14 De un modo más riguroso, una variable x_{it} transformada en desviaciones ortogonales hacia delante presentaría la siguiente expresión:

$$x_{it}^{*} = x_{it} - \left(\frac{x_{i(t+1)} + \ldots + x_{iT}}{T-t} \right) \left(\frac{T-t}{T-t+1} \right)^{1/2} \quad \text{para } t = 1, 2, \ldots, T-1.$$

Por otra parte, Arellano y Bover (1995) demuestran la equivalencia exacta entre el estimador intragrupos y la aplicación de Mínimos Cuadrados Ordinarios sobre el modelo transformado en desviaciones ortogonales para paneles equilibrados y la equivalencia asintótica para paneles no equilibrados.

15 Véase para una discusión más profunda Arellano y Bond (1991). También Judson y Owen (1999) justifican el empleo del MGM en una etapa desde otro punto de vista: el menor sesgo que genera en paneles no equilibrados y de dimensión temporal próxima a 20.

en una u otra dirección[16]. Por otra parte, teniendo en cuenta que el supuesto de no correlación serial en la perturbación es esencial para la consistencia de los estimadores que aquí se discuten, conviene contrastar esta hipótesis nula. Para ello adoptamos la estrategia sugerida en Arellano y Bover (1990) y Arellano y Bond (1991): si las perturbaciones no se encuentran serialmente correlacionadas, la serie de residuos diferenciados debería presentar una significativa correlación de primer grado mientras que no se deberían apreciar indicios algunos de correlación serial de segundo orden[17]. En los resultados que se ofrecen a continuación aparecen dos estadísticos (m_1 y m_2) ligados a ambas circunstancias y en ninguna de las ecuaciones estimadas la correlación serial en los residuos supone problema alguno.

CUADRO II.2

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CONVERGENCIA POR VARIABLES INSTRUMENTALES. REGIONES ESPAÑOLAS (1965 - 1995). VAR. DEPENDIENTE: TASA MEDIA DE CRECIMIENTO DE LA RENTA POR ACTIVO EN CADA SUBPERIODO

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
$\text{Log}(y_{i,\,t-T})$	-0.096 (-10.94)	-0.095 (-12.69)	-0.094 (-11.68)	-0.102 (-10.16)	-0.092 (-11.66)
$\text{Log}(s_{pit})-\log(n_{it}+x+\delta)$	0.028 (3.58)	0.034 (5.71)	0.029 (4.07)	0.039 (6.08)	0.029 (3.95)
$\text{Log}(s_{git})-\log(n_{it}+x+\delta)$	-0.009 (-2.13)	-0.009 (-1.89)	-0.007 (-1.90)	-0.020 (-2.98)	-0.003 (-1.14)
$\text{Log}(s_{sit})-\log(n_{it}+x+\delta)$	0.003 (1.17)	0.005 (2.15)	0.006 (2.65)	0.008 (2.49)	0.003 (1.38)
$\text{Log}(u_{it})$	-0.005 (-2.88)	-0.004 (-2.80)	-0.004 (-2.74)	-0.005 (-2.79)	-0.004 (-2.76)
$\text{Log}(1-\tau_t)$	-0.243 (-7.47)	-0.234 (-7.20)	-0.223 (-5.98)	-0.286 (-6.04)	-0.208 (-6.74)
λ	0.050	0.049	0.049	0.053	0.048
α	0.237	0.271	0.237	0.302	0.239
β	-0.076	-0.071	-0.057	-0.154	-0.024
γ	0.025	0.039	0.049	0.061	0.025
R^2 ajustado	0.33	0.34	0.34	0.30	0.35

(*Sigue*)

16 Se define el estadístico de Sargan para el MGM en una etapa como: $S = \left(\hat{\sigma}_u^2\right)^{-1}\left[\sum_{i=1}^{N}\hat{u}'K'Z_i\right]A\left[\sum_{i=1}^{N}Z_i K\hat{u}\right]$, donde $\hat{\sigma}_u^2$ es la varianza estimada del término de error, $\hat{u}$ es el residuo estimado, K es una matriz de transformación de rango *T*-1 tal que premultiplicada por un vector columna de unos vale 0, Z es la matriz de instrumentos y A es la siguiente matriz $\left(\sum_{i=1}^{N}Z'_i KK'Z_i\right)^{-1}$. Bajo la hipótesis nula de validez de los instrumentos, *S* se distribuye como una chi-cuadrado con tantos grados de libertad como restricciones de sobreidentificación. Para más detalles consúltese Arellano y Honoré (1999).

17 La expresión analítica empleada para el estadístico m_2 –que contrasta la correlación de segundo orden en los residuos– viene dada por $m_2 = \frac{1}{\hat{\omega}}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=4}^{T}\hat{v}_{it}^{*}\hat{v}_{it\,(t-2)}^{*}$, donde $\hat{\omega}$ es un estimador consistente de la varianza asintótica de $N^{-1/2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=4}^{T}\hat{v}_{it}^{*}\hat{v}_{it\,(t-2)}^{*}$ y $\hat{v}_{it}^{*}$ son los residuos estimados en primeras diferencias. En ausencia de correlación en los errores, este estadístico se distribuye como una N (0,1).

(*Continuación*)

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
m_1	2.999	3.186	3.081	3.163	3.154
m_2	-2.008	-1.768	-1.853	-1.639	-1.862
Sargan	153.31 [78]	127.64 [26]	156.22 [52]	114.74 [26]	171.82 [78]

Notas: Instrumentos incluidos en cada especificación:

[1] MGM para Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+δ) y Log(1-τ_t) con un retardo, MGM para Log(s_{git}) y Log(s_{sit}) con uno y dos retardos y resto de variables exógenas.

[2] MGM para Log(s_{git})-log(n_{it}+x+δ) con uno y dos retardos y resto de variables exógenas.

[3] MGM para Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+δ) y Log(s_{git})-log(n_{it}+x+δ) con uno y dos retardos y resto de variables exógenas.

[4] MGM para Log(s_{git}) con uno y dos retardos y resto de variables exógenas.

[5] MGM para Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+δ), Log(s_{git}), Log(s_{sit}) con uno y dos retardos y resto de variables exógenas.

Estadísticos *t* entre paréntesis y grados de libertad entre corchetes. Los errores standard son robustos a la presencia de heteroscedasticidad entre muestras. El número de observaciones en todas las especificaciones es de 238, inferior a las consideradas en el cuadro II.1 pues la transformación en desviaciones ortogonales supone reservar un año.

Fuente: IVIE y Fundación BBVA.

El cuadro II.2 recoge cinco estimaciones de la ecuación de convergencia expresada con anterioridad y tomando como base la especificación [3] del cuadro II.1, que incluía capital privado, público productivo y humano aproximado a través de la tasa de inversión en educación y sanidad, además de los efectos del sistema fiscal y de la tasa de paro para controlar el ciclo. Una primera impresión que subyace a la vista de estos nuevos resultados es su relativa similitud con los recogidos en la columna [3] del cuadro II.1. En efecto, se mantiene la evidencia de β-convergencia condicional con velocidades de aproximación al estado estacionario en torno al cinco por ciento; de nuevo se obtienen valores negativos para el efecto de la inversión pública sobre la tasa de crecimiento regional y positivos para el capital humano, con una mayor significatividad estadística de los primeros. Los coeficientes estimados para las variables tasas de paro y proporción de renta a disposición del sector privado después de la recaudación impositiva mantienen sus valores.

Recordemos que el principal objetivo de la estimación por variables instrumentales (VI) llevada a cabo en este apartado residía en constatar si la posible endogeneidad de los regresores provocaba estimaciones inconsistentes. Se han utilizado para ello distintas matrices de instrumentos (véanse notas al cuadro II.2) cuya validez ha sido rechazada por el contraste de restricciones sobreidentificadoras de Sargan[18]; en relación a esto último, y dado que podemos descartar una mala especificación de la situación de autocorrelación que podría caracterizar a los residuos, cabe añadir que Arellano y Bond (1991) demostraron con simulaciones *à la Montecarlo* la tendencia a rechazar la hipótesis nula de idoneidad de los instrumentos elegidos en presencia de heteroscedasticidad. Puesto que la opción de estimar vía MGM en dos etapas fue excluida con anterioridad y que la robustez de los estadísticos del cuadro II.2 se refiere a la heteroscedasticidad entre muestras y no a lo largo del tiempo, podríamos haber identificado uno de los factores que coadyuvan al rechazo generalizado de las matrices de instrumentos seleccionadas.

18 Los resultados se mantienen en general para distintas definiciones del conjunto de instrumentos, a disposición del lector que las requiera. En este sentido, merece la pena citar que una de las especificaciones estimadas y no recogidas aquí está muy próxima a una de las incluidas en Gorostiaga (1999), donde se instrumenta Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+δ) con Log(n_{it}+x+δ) retardado un periodo. Sin emplear el MGM aquí seguido, esta autora alcanza valores similares para las elasticidades del *output* respecto al capital, un efecto positivo (aunque no significativo) de las infraestructuras sobre la tasa de crecimiento y negativo de la inversión en educación; la velocidad de convergencia por su parte alcanza una magnitud cercana al 18 por ciento. Nuestros resultados para esta especificación, con MGM en una etapa, ofrecen indicios apreciables de autocorrelación en los residuos.

Cabe la posibilidad también de que los elevados valores del estadístico de Sargan se correspondan con una situación en la que no parezca existir un problema grave de simultaneidad entre variables situadas a ambos lados de la ecuación de convergencia, en la medida en que las similitudes entre las estimaciones con y sin variables instrumentales son considerables.

No se aprecia, por su parte, una notable sensibilidad de los resultados a la elección de la matriz de instrumentos, como puede comprobarse, por ejemplo, en las elasticidades del *output* respecto a los factores productivos que se derivan de la interpretación estructural del modelo estimado. El valor del coeficiente α oscila entre el 0.23 de la columna [1] y el 0.30 de la [4], según los instrumentos considerados.

El rechazo implícito de la hipótesis de endogeneidad para las variables inversión privada e inversión pública (en infraestructuras y en capital humano) –al igual que para otras variables sobre cuya exogeneidad se puede dudar (*i. e.*, (1 - τ)) y de cuyos resultados no se informa– no es una novedad en la literatura académica sobre el tema. De Long y Summers (1991), por una parte, ofrecen argumentos estadísticos con los que descartan la causación inversa entre tasa de crecimiento e inversión privada para una amplia muestra de países durante el periodo 1960-1985. Por otra parte, Clarida (1993), aunque reconoce ciertos indicios de endogeneidad entre capital público y productividad, muestra resultados basados en un modelo de cointegración estimado por máxima verosimilitud en el que se refuta esta posibilidad para cuatro grandes países de la OCDE. En Hulten y Schwab (1993) también se excluye la endogeneidad del capital público y privado en la estimación de una ecuación de convergencia para la industria manufacturera norteamericana.

II.5. OTROS RESULTADOS OBTENIDOS BAJO DISTINTAS ESPECIFICACIONES

En este apartado se va a ofrecer evidencia empírica adicional a fin de garantizar la solidez de los resultados hasta el momento alcanzados. De este modo, se presentarán estimaciones alternativas de una expresión basada en la ecuación de convergencia anterior pero que ha sido modificada *ad hoc* con la intención de ampliar la gama de relaciones que pueden establecerse entre la inversión pública y el crecimiento económico. Se van a estudiar, en concreto, los resultados derivados de tres contextos diferentes: 1) Introducción de *dummies* multiplicativas regionales en los coeficientes estimados de la inversión pública para detectar posibles efectos diferenciales de ésta sobre el crecimiento regional; 2) Incorporación de relaciones no lineales entre inversión pública productiva y social y tasa de crecimiento regional; 3) Inclusión de *dummies* temporales para capturar, en la medida en que existan, los posibles sesgos ocasionados por una errónea medición del progreso técnico exógeno.

II.5.1. *Dummies* multiplicativas

Una primera alternativa en la estimación de la ecuación de convergencia reside en la inclusión de variables ficticias multiplicativas en los coeficientes correspondientes a la inversión pública, además de las *dummies* estimadas como efectos fijos individuales e inobservables. Ello nos permitirá observar en qué medida los distintos componentes de la inversión pública considerados en este trabajo afectan de un modo diferencial a las distintas regiones españolas. Los resultados de este planteamiento quedan recogidos en el cuadro II.3, donde cada una de las columnas recoge los valores estimados según la variable de inversión pública cuyo coeficiente se calcula para cada comunidad autónoma.

CUADRO II.3

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CONVERGENCIA CON *DUMMIES* MULTIPLICATIVAS. REGIONES ESPAÑOLAS (1965 -1993). VAR. DEPENDIENTE: TASA MEDIA DE CRECIMIENTO DE LA RENTA POR ACTIVO EN CADA SUBPERIODO

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
$Log(y_{i,\ t-T})$	-0.084 (-6.53)	-0.081 (-6.36)	-0.099 (-8.10)	-0.099 (-8.34)	-0.093 (-7.91)	-0.104 (-9.21)
$Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+\delta)$	0.030 (4.90)	0.033 (5.30)	0.028 (4.84)	0.029 (4.54)	0.032 (4.98)	0.026 (4.36)
$Log(s_{git})-log(n_{it}+x+\delta)$				-0.005 (-1.22)	-0.003 (-0.80)	-0.007 (-1.68)
$Log(s_{sit})-log(n_{it}+x+\delta)$	0.0019 (0.60)					
$Log(s_{eit})-log(n_{it}+x+\delta)$		-0.002 (-1.00)				
$Log(s_{dit})-log(n_{it}+x+\delta)$			0.011 (4.48)			
$Log(h_{it})$						
$Log(u_{it})$	-0.005 (-2.41)	-0.005 (-2.46)	-0.004 (-2.16)	-0.005 (-2.24)	-0.005 (-2.35)	-0.004 (-1.94)
$Log(1-\tau_{it})$	-0.204 (-4.56)	-0.203 (-4.49)	-0.226 (-5.43)	-0.247 (-5.68)	-0.236 (-5.33)	-0.241 (-5.53)
Dummies	s_{git}	s_{git}	s_{git}	s_{sit}	s_{eit}	s_{dit}
Andalucía	-0.003 (-0.30)	-0.002 (-0.22)	-0.008 (-0.90)	0.025 (2.79)	0.017 (1.30)	0.019 (4.42)
Aragón	0.006 (0.36)	0.009 (0.52)	0.001 (0.07)	0.001 (0.23)	-0.003 (-0.71)	0.010 (1.11)
Asturias	-0.005 (-0.38)	-0.003 (-0.29)	-0.008 (-0.63)	-0.003 (-0.20)	-0.005 (-0.50)	0.006 (0.50)
Baleares	0.033 (2.00)	0.034 (2.04)	0.022 (1.34)	0.018 (1.36)	0.007 (0.67)	0.028 (2.10)
Canarias	0.007 (0.61)	0.008 (0.69)	0.000 (0.00)	0.007 (0.74)	0.003 (0.36)	0.011 (1.56)
Cantabria	0.004 (0.36)	0.005 (0.52)	0.000 (0.06)	0.016 (3.15)	0.009 (2.28)	0.016 (2.63)
Cataluña	-0.013 (-1.10)	-0.013 (-1.06)	-0.019 (-1.62)	-0.010 (-0.69)	-0.013 (-1.00)	0.000 (0.01)
Castilla-La Mancha	0.003 (0.20)	0.005 (0.32)	0.001 (0.12)	0.002 (0.15)	-0.002 (-0.18)	0.011 (0.77)
Castilla-León	-0.004 (-0.23)	-0.002 (-0.12)	-0.010 (-0.65)	-0.014 (-0.76)	-0.024 (-1.53)	0.012 (1.21)
Extremadura	-0.0006 (-0.03)	0.002 (0.13)	-0.004 (-0.27)	0.006 (0.49)	0.004 (0.54)	0.008 (0.46)
Galicia	0.009 (1.38)	0.010 (1.49)	0.004 (0.64)	0.028 (3.11)	0.017 (1.53)	0.023 (4.52)

(*Sigue*)

(*Continuación*)

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Madrid	-0.025 (-1.11)	-0.027 (-1.23)	-0.030 (-1.50)	0.000 (0.04)	-0.002 (-0.30)	0.015 (1.73)
Murcia	-0.015 (-3.27)	-0.015 (-2.98)	-0.017 (-3.48)	-0.009 (-1.50)	-0.006 (-2.16)	0.002 (0.40)
Navarra	-0.002 (-0.15)	-0.002 (-0.12)	-0.000 (-0.02)	0.000 (0.06)	-0.004 (-0.52)	0.004 (0.56)
País Vasco	-0.007 (-0.32)	-0.006 (-0.30)	-0.012 (-0.58)	-0.009 (-0.74)	-0.018 (-1.29)	0.013 (0.80)
La Rioja	0.015 (0.44)	0.016 (0.48)	0.017 (0.42)	0.004 (0.22)	0.001 (0.13)	0.003 (0.17)
Valencia (Comunidad)	-0.012 (-0.66)	-0.011 (-0.63)	-0.014 (-0.90)	0.005 (0.49)	-0.002 (-0.34)	0.017 (1.71)
R^2 ajustado	0.42	0.42	0.46	0.43	0.42	0.45
Durbin-Watson	1.81	1.79	1.87	1.84	1.80	1.90

Notas: Estadísticos *t* entre paréntesis. El número de observaciones es de 252. Col. [1]: Log(s_{git})-log($n_{it}+x+\delta$); col. [2]: Log(s_{git})-log($n_{it}+x+\delta$); col. [3]: Log(s_{git})-log($n_{it}+x+\delta$); col. [4]: Log(s_{sit})-log($n_{it}+x+\delta$); col. [5]: Log(s_{eit})-log($n_{it}+x+\delta$); col. [6]: Log(s_{dit})-log($n_{it}+x+\delta$). Fuente: IVIE y FBBVA.

De la observación del citado cuadro pueden extraerse las siguientes conclusiones. En primer lugar, las variables cuya especificación no se ve alterada con la inclusión de *dummies* multiplicativas mantienen en esencia sus valores y niveles de significación en la línea de las anteriores estimaciones. En segundo lugar, pocos de los coeficientes regionalizados estimados resultan significativos a los niveles de confianza habituales. En este sentido, tan solo pueden extraerse resultados muy particulares, a saber, que Baleares ha experimentado unos efectos positivos de la inversión pública en general sobre su tasa de crecimiento o que la aseveración contraria es cierta para Murcia y, con menor robustez, para Cataluña y Madrid. Del mismo modo puede afirmarse que Andalucía, Cantabria y Galicia parecen ser las regiones donde la inversión pública de carácter social ha ejercido efectos positivos más sólidos desde el punto de vista estadístico; en el caso de la sanidad, a las tres anteriores puede añadirse Madrid y la Comunidad Valenciana. Finalmente, una posible extensión de esta estrategia de *dummies* multiplicativas podría venir dada por la constitución de *clubs* de regiones en las que se estudiase con más garantías la significatividad de los coeficientes estimados (Bajo-Rubio *et al*., 1999). También se podría emplear como primera etapa una clasificación de las CC.AA. españolas en base a las *dummies* calculadas y proceder posteriormente a las estimaciones generalistas anteriormente llevadas a cabo, aun reconociendo la inevitable disminución en el número de observaciones sobre las que se construirían las regresiones.

II.5.2. Relaciones no lineales entre inversión pública y crecimiento regional

Desde otro punto de vista puede plantearse una especificación de la ecuación a estimar que recoja una posible relación no lineal entre la tasa de crecimiento regional y la inversión pública. Un reciente trabajo de Aschauer (2000) detecta para 48 estados norteamericanos una relación no lineal positiva entre capital público y crecimiento. En nuestro estudio adoptaremos una sencilla especificación que, obviamente, no se deriva del marco teórico anteriormente expuesto, con lo que la interpretación estructural de los coeficientes estimados no resulta posible. Así, la ecuación de convergencia que ahora estamos interesados en estimar presentaría la siguiente expresión base, que estimaremos en diferentes combinaciones:

$$\ln y_{it} - \ln y_{it-T} = \beta_0 \ln \psi_{i0} + x\left(t - e^{-\lambda T}(t-T)\right) - \beta_1 \ln y_{it-T} + \beta_2 \ln s_{pit} + \beta_3 \left(\ln s_{git}\right)^2 + +\beta_4 \left(\ln s_{hit}\right)^2 + \beta_5 \ln\left(\delta + n_{it} + x\right) + \beta_6 \ln\left(1 - \tau_{it}\right) \quad [11]$$

Nótese que las variables que se refieren a la inversión pública aparecen elevadas al cuadrado, con la intención de recoger esa posible relación cuadrática que pudiera existir entre el esfuerzo inversor del sector público y el crecimiento regional.

El cuadro II.4 presenta los resultados alcanzados en la estimación intragrupos de dicha expresión, tanto en los casos en que la relación cuadrática exista para las dos variables de inversión pública (productiva y social) como cuando aquella tan solo se define para la inversión pública directamente productiva[19].

CUADRO II.4

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CONVERGENCIA CON RELACIONES NO LINEALES. REGIONES ESPAÑOLAS (1965 - 1995). VAR. DEPENDIENTE: TASA MEDIA DE CRECIMIENTO DE LA RENTA POR ACTIVO EN CADA SUBPERIODO

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
$Log(y_{i,\ t-T})$	-0.086 (-6.79)	-0.080 (-6.57)	-0.103 (-8.62)	-0.086 (-6.72)	-0.080 (-6.53)	-0.102 (8.54)
$Log(s_{pit})$	0.028 (3.36)	0.027 (3.21)	0.029 (3.60)	0.028 (3.35)	0.027 (3.20)	0.029 (3.61)
$(Log(s_{git}))^2$	0.0003 (0.71)	0.0003 (0.63)	0.0007 (1.52)	0.0003 (0.71)	0.0003 (0.62)	0.0007 (1.52)
$Log(s_{sit})$				0.002 (0.80)		
$(Log(s_{sit}))^2$	-0.0002 (-0.89)					
$Log(s_{eit})$					-0.002 (-1.14)	
$(Log(s_{eit}))^2$		0.0002 (1.08)				
$Log(s_{dit})$						0.012 (4.95)
$(Log(s_{dit}))^2$			-0.0009 (-5.21)			
$Log(n_{it}+x+\delta)$	-0.033 (5.45)	-0.034 (-5.66)	-0.035 (-5.96)	-0.033 (-5.45)	-0.034 (-5.67)	-0.034 (-5.94)
$Log(u_{it})$	-0.005 (-2.17)	-0.007 (-2.60)	-0.004 (-1.75)	-0.005 (-2.18)	-0.007 (-2.61)	-0.004 (-1.75)
$Log(1-\tau_{it})$	-0.214 (-4.81)	-0.221 (-4.91)	-0.227 (-5.55)	-0.214 (-4.83)	-0.221 (-4.91)	-0.227 (-5.53)
R^2 ajustado	0.43	0.43	0.46	0.43	0.43	0.46
Durbin-Watson	1.80	1.79	1.85	1.80	1.79	1.86

Notas: Estadísticos *t* entre paréntesis. El número de observaciones en todas las especificaciones es de 252 (véase apéndice).
Fuente: IVIE y Fundación BBVA.

19 No se informa de los valores de otros estadísticos como Hausman o *F*. Sus valores respaldan la especificación adoptada. No obstante, se encuentran a disposición del lector que los requiera.

Una vez más, los coeficientes de las variables que no han visto modificada su presencia algebraica en la ecuación estimada permanecen en las proximidades de los valores y significatividad estadística obtenidas con anterioridad, excepto, levemente, en el caso de la tasa de paro cuando la inversión pública productiva al cuadrado acompaña a la inversión en sanidad (columnas [3] y [6]).

La inversión pública productiva continúa sin ser significativa aunque en esta ocasión adquiere un signo positivo del que antes carecía. La inversión pública social (educación más sanidad) pierde significatividad estadística en el nuevo contexto e incluso cambia su signo positivo por negativo cuando entra de forma cuadrática en la ecuación. La inversión del sector público en educación presenta ahora un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento regional cuando se encuentra elevada al cuadrado mientras que su efecto es negativo si entra en la ecuación del modo convencional; en cualquier caso, la significatividad estadística de ambos coeficientes no es aceptable. Por su parte, dada la especificación econométrica empleada, la inversión pública en sanidad se comporta de forma inversa a la inversión en educación, salvo que en unas circunstancias de significatividad estadística.

II.5.3. *Dummies* temporales

En este punto llevaremos a cabo una estimación de la ecuación de convergencia en la que el progreso técnico es controlado a través de *dummies* temporales. Esta estrategia es seguida por una buena parte de la literatura especializada[20]. El cuadro II.5 ofrece resultados de distintas especificaciones econométricas de la ecuación de convergencia, compartiendo todas ellas la inclusión de variables ficticias temporales.

CUADRO II.5

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CONVERGENCIA CON *DUMMIES* TEMPORALES. REGIONES ESPAÑOLAS (1965 - 1995). VAR. DEPENDIENTE: TASA MEDIA DE CRECIMIENTO DE LA RENTA POR ACTIVO EN CADA SUBPERIODO

	[1]	[2]	[3]
$Log(y_{i,\,t-T})$	-0.057 (-3.60)	-0.061 (-3.53)	-0.054 (-3.40)
$Log(s_{pit})-log(n_{it}+x+\delta)$	0.033 (6.45)	0.039 (8.33)	0.033 (6.41)
$Log(s_{git})-log(n_{it}+x+\delta)$	0.012 (2.28)	0.008 (1.20)	0.012 (2.36)
$Log(s_{sit})-log(n_{it}+x+\delta)$	0.003 (1.53)	-0.001 (-0.55)	0.003 (1.32)
$Log(u_{it})$	-0.001 (-1.64)	-0.001 (-2.01)	
$Log(1-\tau_t)$	-0.037 (-0.79)	-0.064 (-1.22)	-0.031 (-0.63)
λ	0.029	0.031	0.027
α	0.314	0.364	0.323
β	0.114	0.074	0.117
γ	0.028	-0.009	0.029

(*Sigue*)

20 Véanse, por ejemplo, Moreno *et al.* (1997) y Gorostiaga (1999).

(*Continuación*)

	[1]	[2]	[3]
R^2 ajustado	0.74	0.74	0.74
m_1	2.543	2.739	2.494
m_2	-0.087	-0.264	-0.027
Sargan		36.93 [26]	

Notas: [1] Estimación intragrupos sin variables instrumentales.
[2] Estimación intragrupos con variables instrumentales: MGM para Log(s_{git}) y Log(s_{sit}) con un retardo, resto de las variables exógenas y *dummies* temporales.
[3] Estimación intragrupos sin variables instrumentales y eliminando la tasa de paro entre los regresores.
Estadísticos *t* entre paréntesis y grados de libertad entre corchetes. Los errores standard son robustos a la presencia de heteroscedasticidad entre muestras. El número de observaciones en todas las especificaciones es de 238, inferior a las consideradas en el cuadro II.1 pues la transformación en desviaciones ortogonales supone reservar un año.
Fuente: IVIE y Fundación BBVA.

A grandes rasgos, se advierte que el ajuste mejora considerablemente respecto a especificaciones anteriores[21]. Se mantiene, por su parte, la evidencia de β convergencia condicional, a unas velocidades de aproximación al estado estacionario situadas en torno al 3 por ciento y se eleva la significatividad estadística de la tasa de inversión privada al tiempo que se reduce la del nivel de renta per cápita en el periodo anterior. Sin embargo, la inversión pública directamente productiva adquiere un significativo signo positivo, que contrasta con la pérdida de robustez sufrida por el coeficiente estimado vinculado a la inversión de las Administraciones Públicas en bienes de capital social; esta última, incluso, llega a mostrar indicios de que ha afectado negativamente al crecimiento regional que, por otra parte, era uno de los resultados más sólidos de apartados anteriores. Además, en los resultados obtenidos con variables instrumentales y MGM de la columna [2], el coeficiente de la inversión pública productiva no se encuentra dentro de umbrales estadísticos aceptables, a pesar de que se aprecia que la matriz de instrumentos elegida es la adecuada a un nivel de significación de al menos el diez por ciento y no existen síntomas evidentes de mala especificación del modelo (estadísticos *m1* y *m2*).

Una contrapartida adicional en la valoración de estos nuevos resultados viene dada por los efectos que la inclusión de las variables ficticias temporales tiene sobre la proporción de renta a disposición del sector privado para acumular capital después de impuestos y la tasa de paro. En efecto, obsérvese en el cuadro II.5 que ambas pierden poder explicativo individual medido a través del estadístico *t*. Respecto a la primera su eliminación no resultaría coherente con el marco teórico seguido en este trabajo por lo que se ha decidido mantenerla en la especificación. En cambio, puede comprenderse el que la variable tasa de paro, incorporada a la estimación para controlar los efectos del ciclo, vea considerablemente reducido su valor y significatividad estadística; no en vano, la propia naturaleza de las *dummies* temporales se encuentra ligada a los acontecimientos económicos que tienen lugar en un año determinado y que, en definitiva, puede identificarse con el ciclo económico. Sin embargo, la actual aproximación con *dummies* temporales adolece de una menor riqueza al ignorar las distintas intensidades que las fluctuaciones económicas tienen sobre las diferentes comunidades autónomas.

De un modo sintético, y aun reconociendo que los resultados expuestos más arriba presentan garantías econométricas razonables, desestimaremos la posibilidad de reespecificar el modelo con *dummies* temporales pues se desvía considerablemente del marco teórico propuesto, la evolu-

21 No obstante, Ai y Cassou (1997) advierten de los problemas de multicolinealidad que la incorporación de *dummies* temporales puede provocar en la estimación de regresiones con datos regionales y efectos fijos.

ción económica es susceptible de ser incorporada (aparte de con variables ficticias) con la tasa de paro (siendo esta modalidad más acorde con la heterogeneidad regional) y las cualidades estadísticas de nuestras estimaciones anteriores no desmerecen de las presentadas en este subapartado.

* * *

Por tanto, llegados a este punto, estamos en condiciones de sugerir –con todas las precauciones que se derivan de las limitaciones de este trabajo[22]– que la inversión en capital público directamente productivo no muestra una correlación positiva con la tasa de crecimiento de las regiones españolas entre 1965 y 1995. En relación al esfuerzo inversor de las Administraciones Públicas en educación y sanidad, variables éstas utilizadas para aproximar la tasa de acumulación de capital humano, parece confirmarse el efecto positivo de dicha variable sobre el crecimiento regional a lo largo del horizonte temporal objeto de estudio.

II.6. ¿ES POSIBLE QUE LA INVERSIÓN PÚBLICA NO HAYA AFECTADO AL CRECIMIENTO REGIONAL?

Los anteriores resultados estadísticos han puesto de manifiesto cómo, bajo distintas especificaciones y con suficientes garantías econométricas, la inversión pública directamente productiva no ha influido de un modo positivo en el crecimiento regional español entre 1965 y 1995. No ocurre otro tanto, sin embargo, con la inversión pública social, que sí ha mostrado una correlación positiva con la tasa de crecimiento del PIB autonómico. Es la primera circunstancia la que pretendemos explicar en el marco de recientes aportaciones que ofrece la literatura especializada, máxime cuando no deja de ser un hecho llamativo, puesto que el grueso de las políticas económicas regionales insiste en la dotación de infraestructuras como el medio más eficaz de reducir las diferencias interregionales.

La existencia de un efecto negativo del gasto público (productivo) sobre la tasa de crecimiento de la renta per cápita no es una circunstancia desconocida en la literatura. Pueden citarse varias aportaciones que, desde distintas perspectivas, permiten tratar dicho fenómeno. La primera de ellas introduce dicha posibilidad a partir de los trabajos de Uzawa (1965) y Lucas (1988). Ambos trabajos vinculan la dinámica del crecimiento a la *ratio* definida por el capital humano y el capital privado. Con extensiones como las de Mulligan y Sala-i-Martín (1993), Sala-i-Martín (1997) y Bosch y Espasa (1999), y realizando la correspondiente traslación al terreno de las infraestructuras, vamos a ilustrar de un modo somero cómo se establece una relación inversa entre la *ratio* capital público/capital privado y la tasa de crecimiento en el corto plazo.

Nos vamos a situar en el marco de los modelos de crecimiento endógeno multisectoriales con agentes optimizadores. En concreto, supondremos que el consumidor representativo de la economía, que ofrece de forma inelástica su dotación de trabajo, presenta la siguiente función de utilidad a lo largo de un horizonte infinito:

22 Somos conscientes de que se están omitiendo aspectos de notable trascendencia en el proceso de convergencia regional acaecido en nuestro país a lo largo de las últimas décadas. En particular, pueden consultarse los trabajos de Dolado *et al*. (1994) y Raymond y García (1995) sobre el efecto de los flujos migratorios en la tasa de crecimiento, De la Fuente (1997b) y Serrano-Martínez (1999) acerca de la difusión tecnológica y la importancia de la estructura sectorial de las regiones en un marco de crecimiento, o Gorostiaga (1999) que vincula capital humano y tasa de acumulación de la tecnología.

$$\int_0^{\infty} \frac{C^{1-\theta}-1}{1-\theta} e^{-\rho t}\, dt, \qquad [12]$$

donde C es el consumo, θ la inversa de la elasticidad de sustitución ($\theta > 0$) y ρ la tasa de descuento ($\rho > 0$). Suponemos por motivos de simplicidad que no existe crecimiento demográfico.

En el lado de la producción se establece un concepto amplio de capital privado (K), formado por el capital físico (k) y el humano (h); ambos son combinados a través de una función de agregación tipo Cobb-Douglas: $K = k^{\beta} h^{1-\beta}$. El capital público es acumulado según la siguiente ecuación de movimiento:

$$\dot{G} = Y - C - \delta G = AG^{\alpha}(uK)^{1-\alpha} - C - \delta G, \qquad [13]$$

donde Y es la producción de bienes finales, δ la tasa de depreciación del capital público, A un parámetro tecnológico y u la proporción de capital privado empleado en la generación de bienes finales. Por su parte, la dinámica del capital privado viene guiada por la siguiente expresión:

$$\dot{K} = B(1-u)K - \delta K. \qquad [14]$$

En este caso, B es un parámetro tecnológico, la tasa de depreciación del capital privado coincide con la del capital público y $(1 - u)$ es la proporción de capital privado que se emplea en la producción de bienes intermedios[23]. Puede demostrarse que, bajo ciertas condiciones no restrictivas, no es necesario definir condiciones de no negatividad a la inversión bruta en capital privado para respetar la irreversibilidad de los recursos entre ambos tipos de capital (Barro y Sala-i-Martín, 1999).

La resolución del problema de optimización que consiste en la maximización de la función [12] sujeta a las restricciones [13] y [14] proporciona resultados acerca de los valores estacionarios de las variables implicadas así como de la dinámica de transición de las mismas. Al igual que sucede con el modelo de Uzawa-Lucas en su análisis de la evolución de la *ratio* capital físico/capital humano, podemos estudiar aquí qué efectos ejerce la relación *G/K* sobre la tasa de crecimiento de la producción total de la economía.

En efecto, si bien la variable Y tan solo recoge el *output* de bienes finales, podemos definir la producción total de la economía Q a través de la siguiente expresión:

$$Q = Y + pB(1-u)K, \qquad [15]$$

donde p no es sino el precio sombra de los bienes de capital en unidades de Y[24]. Aunque la tasa de crecimiento de Q en el largo plazo (al igual que para el resto de variables del modelo) no se ve afectada por la evolución conjunta del capital público y el privado, en la transición hacia el estado estacionario sí pueden extrarse ciertas conclusiones. Puesto que la tasa de crecimiento de la producción

23 Como puede observarse, el capital público no interviene en la acumulación de *K*, lo que constituye un supuesto restrictivo. La incorporación de *G* a la expresión [14], en una versión ampliada del modelo de Uzawa-Lucas que nos sirve de base aquí, complica sobremanera la dinámica de transición al estado estacionario. Sin embargo, simulaciones numéricas con valores razonables para los parámetros subyacentes, muestran cómo los principales resultados del modelo aquí esbozado se mantendrían tras la inclusión del capital público en la expresión [14] (véase Barro y Sala-i-Martín, 1999).

24 De un modo más riguroso, *p* es el cociente de los multiplicadores de Lagrange implicados en el problema de optimización anteriormente aludido.

total *Q* puede escribirse, tras algunas modificaciones algebraicas, como $\gamma_Q = \gamma_Y - \gamma_u \frac{1-\alpha}{1-\alpha-\alpha u}$, donde γ_x es la tasa de crecimiento de *x*, puede demostrarse que $\frac{\partial \gamma_Q}{\partial (G/K)} < 0$. En otras palabras, la tasa de crecimiento de la economía en la transición hacia el estado estacionario mantiene una relación inversa con la *ratio G/K*. Cuando una economía se encuentra altamente capitalizada en infraestructuras respecto a su *stock* de capital privado (*G/K* elevada), su tasa de crecimiento económico es inferior a la correspondiente a su estado estacionario. Por el contrario, una economía donde el capital público está relativamente congestionado dada su dotación de capital privado, presenta una tasa de crecimiento superior a la que tendría en el estado estacionario.

La intuición económica que subyace a este resultado parte del efecto descompensación entre ambos tipos de capitales. Si una economía presenta una *ratio G/K* superior a la correspondiente a su estado estacionario, ello significaría que la productividad del capital privado es elevada en virtud de su relativa escasez frente a las infraestructuras. Una primera lectura nos sugeriría que el crecimiento económico podría fundamentarse sobre el sector de bienes intermedios *K*. Ahora bien, puesto que esta mayor productividad se traduce también en una elevada remuneración del factor *K* y la generación de capital privado es completamente intensiva en dicho factor, los agentes económicos tendrán incentivos a asignar más recursos a la producción de bienes finales *Y* que a la acumulación de un factor escaso como es *K*. Esta circunstancia conduce a que la tasa de crecimiento económico sea inferior pues la corrección del desequilibrio entre *K* y *G* transcurre a un ritmo lento.

Por el contrario, cuando *G/K* es reducido, la dinámica del sistema implica destinar recursos a la generación del factor más escaso. El precio que se paga por ello (renuncia a consumo presente, esto es, impuestos en un marco más general) es compatible con la propia intuición económica pues los agentes perciben que su relación C/G está por encima del valor estacionario y actúan en consecuencia. Ello permite tasas de crecimiento de *Q* más altas (aunque en descenso hacia su valor en estado estacionario) que cuando *G/K* es elevada.

En este sentido merece la pena traer aquí una de las conclusiones de Sala-i-Martín (1997) acerca de cuál ha sido la orientación de la política inversora del sector público en España. Según este autor las regiones con menor relación capital público/capital privado entre 1964 y 1991, y donde la inversión pública generaría los mayores incrementos de renta según el marco teórico anterior, fueron Baleares, Madrid y Cataluña. Obviamente, y como puede intuirse, su condición de regiones ricas no las ha hecho receptoras de volúmenes importantes de gasto público en capital si las comparamos con Comunidades de menor renta per cápita. Ello puede haber influido en una reducida rentabilidad de la inversión pública llevada a cabo por las Administraciones Públicas en nuestro país.

Dicho de otro modo: en la medida en que se vincula la tasa de crecimiento económico al *ratio* capital público/capital privado, $\frac{G_{it}}{K_{it}}$, se admite la posibilidad de que las economías cuyo nivel de madurez conlleva un elevado *stock* de capital privado K_{it} presenten un grado de congestión suficientemente importante. En estas circunstancias, incrementos adicionales de inversión pública localizada en dichas áreas suponen mayores aumentos del producto regional que si se asignasen dichos recursos públicos a regiones donde la dotación de infraestructuras es relativamente abundante en relación al capital privado acumulado.

Tanto en la citada referencia de Sala-i-Martín (1997) como en la ampliación que sobre la misma realizan Bosch y Espasa (1999), con datos estas últimas de inversión pública procedente de la

Administración Central y para el periodo 1991-1996, es evidente que la política de inversiones públicas implementada en nuestro país ha hecho especial hincapié en aquellas regiones donde la rentabilidad social de las infraestructuras era menor, en tanto en cuanto su dotación de capital público en relación al capital privado ha sido de las más altas del país.

De un modo aproximado podemos ver que las series de datos empleadas en nuestro estudio respaldan esta circunstancia. El cuadro II.6 recoge en su primera columna una clasificación de las regiones españolas de mayor a menor ratio medio $\frac{G_{it}}{K_{it}}$ a lo largo del periodo objeto de estudio en este trabajo (1965-1995); la segunda columna, por su parte, relaciona las comunidades autónomas según el valor medio alcanzado por el cociente $\frac{I_{git}}{I_{pit}}$, donde I_{git} es la inversión pública productiva efectuada sobre la región *i* en el año *t* e I_{pit} es el concepto equivalente referido a la inversión privada, esto es, la proporción que el esfuerzo inversor del sector público representa sobre la inversión privada.

CUADRO II.6

DOTACIONES DE CAPITAL PÚBLICO E INVERSIÓN PÚBLICA EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995
VALORES MEDIOS PARA TODO EL PERIODO

$\frac{G_{it}}{K_{it}}$		$\frac{I_{git}}{I_{pit}}$	
Extremadura	0.1436	Extremadura	0.1848
Castilla-La Mancha	0.1393	Castilla-La Mancha	0.1699
Aragón	0.1366	Aragón	0.1536
Castilla-León	0.1161	Castilla-León	0.1472
La Rioja	0.0997	Andalucía	0.1352
Navarra	0.0986	Asturias	0.1299
Canarias	0.0926	Canarias	0.1180
Andalucía	0.0916	Cantabria	0.1126
Asturias	0.0748	La Rioja	0.1116
Galicia	0.0725	Navarra	0.1053
Murcia	0.0701	Murcia	0.1041
Cantabria	0.0651	País Vasco	0.1009
País Vasco	0.0617	Comunidad Valenciana	0.0856
Comunidad Valenciana	0.0581	Madrid	0.0855
Cataluña	0.0481	Cataluña	0.0755
Madrid	0.0472	Baleares	0.0731
Baleares	0.0422	Galicia	0.0692

Fuente: IVIE y Fundación BBVA.

La evidencia que muestra el cuadro II.6 resulta inmediata a los efectos que discutimos. Las regiones con dotaciones de capital público elevadas respecto a su capital privado acumulado (Extremadura, Castilla-La Mancha, Aragón, Castilla-León) son las que han recibido los mayores recursos en con-

cepto de inversión pública sobre la inversión privada realizada por los agentes residentes. Por el contrario, Comunidades como Baleares, Madrid, Cataluña y Comunidad Valenciana (las peor dotadas en promedio a lo largo del periodo) han registrado –junto con Galicia– las menores tasas de inversión pública.

La circunstancia descrita, en el marco del modelo teórico de Uzawa y Lucas, podría ser responsable parcial del nulo o negativo efecto de la inversión pública sobre el crecimiento regional en España entre 1965 y 1995. En la medida en que se ha invertido en regiones donde, en virtud de su elevada dotación relativa de infraestructuras, el rendimiento social del capital público marginal era menor, se ha seguido una política de inversión pública que no ha estado encaminada a maximizar el producto total del país.

Aportaciones complementarias proporcionan conclusiones similares[25]. Boscá *et al*. (1999), a partir de un enfoque dual, encuentran que en las regiones donde la relación capital público/privado industrial es más elevada en el periodo 1980-1993, las infraestructuras presentan un precio sombra negativo, esto es, no han supuesto reducción de costes empresariales de la industria en dichas regiones. Aunque es posible que este resultado adolezca de problemas de simultaneidad, lo que parece estar claro es que existen comunidades autónomas donde la insuficiencia de capital privado (y otras circunstancias que coadyuvan al desarrollo económico), limita el efecto positivo del capital publico sobre la actividad económica. Los mayores precios sombra se localizan en las regiones más industrializadas, poniendo de manifiesto así la mayor rentabilidad asociada a la inversión pública en territorios donde la congestión del capital público es mayor.

También el citado trabajo de Bajo-Rubio *et al*. (1999) encuentra que para las regiones más ricas en 1967 (Madrid, País Vasco, Cataluña y Baleares) el esfuerzo inversor público no ha afectado a la tasa de crecimiento regional, dado que la variable inversión pública no aparece significativa desde el punto de vista estadístico en las ecuaciones de convergencia estimadas al efecto. Estas regiones se encuentran, precisamente, entre las que presentan una mayor congestión del capital público respecto al capital privado (véase cuadro II.6).

Moreno *et al*. (1997) sostienen que una dotación adecuada de capital público se convierte en una condición necesaria, que no suficiente, para los procesos de crecimiento económico. En este sentido, los autores advierten que factores como la estructura industrial regional, la cultura y el dinamismo empresarial o la capacidad de generar externalidades de localización, se conforman como condicionantes nada despreciables a la hora de evaluar el impacto de las infraestructuras sobre la actividad económica. Así, Moreno *et al*. (1997), a través de un método de expansión que permite interrelacionar todos los *inputs* productivos más allá de la rigidez de una función de producción Cobb-Douglas, observan cómo las regiones españolas más pobres no se han beneficiado de la inversión pública en la misma magnitud que otras, a pesar de ser las principales receptoras; ello lo atribuyen a la complejidad de los vínculos entre infraestructuras y crecimiento, que exigen considerar una miscelánea de factores para medir la eficacia de aquellas.

II.7. CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

Las políticas regionales de la mayoría de las economías occidentales concentran sus esfuerzos en la provisión de un nivel de infraestructuras que garantice el establecimiento de unas condi-

25 No obstante, debe reconocerse que el número de trabajos que encuentran resultados contrarios es superior a los que, como el aquí presentado, ofrecen dudas sobre la inmediatez del vínculo positivo entre capital público y actividad económica. Véase el repaso bibliográfico contenido en el capítulo II.

ciones mínimas adecuadas para el desarrollo de la actividad económica. Dicha estrategia se fundamenta en el reconocimiento de una relación directa entre capital público y tasa de crecimiento de la renta per cápita.

El estudio de los efectos de la inversión pública sobre el crecimiento económico ha recibido una considerable atención desde el mundo académico a partir de los primeros años noventa. A la aparición de modelos teóricos que describían un vínculo positivo entre ambas variables siguieron estudios que, desde una perspectiva empírica, procedían a estimar ecuaciones de convergencia y crecimiento bajo distintas especificaciones y métodos. Los resultados en este terreno no han sido tan unánimes como en el plano teórico.

En este capítulo se ha presentado un modelo de crecimiento neoclásico con capital público y humano, aproximados éstos últimos a través de la inversión pública en infraestructuras, sanidad y educación; se considera también la influencia que el sistema fiscal ejerce sobre el proceso de acumulación de capital privado (físico y humano). Expuesto el marco teórico, hemos derivado una ecuación de convergencia que ha sido estimada con datos de las regiones españolas durante el periodo 1965-1995 empleando técnicas estadísticas de datos de panel, lo que nos permite controlar la presencia de características inobservables propias de cada región.

Una primera batería de resultados respalda la hipótesis de convergencia condicional entre las comunidades autónomas españolas, con tasas de velocidad hacia el estado estacionario situadas en general en torno al cinco por ciento. Los signos de los coeficientes estimados se corresponden en general con los predichos por el modelo teórico, salvo para el caso de la inversión pública en infraestructuras directamente productivas, donde se obtiene evidencia empírica acerca del efecto negativo de esta variable sobre la tasa de crecimiento económico regional, aunque con una limitada significatividad estadística. Por su parte, la inversión en educación, aunque positiva tampoco es significativa, y los recursos de capital públicos destinados a sanidad sí ofrecen una sólida correlación positiva con el incremento de la renta per cápita.

Ante las dudas planteadas por algunos autores acerca de la posible endogeneidad de variables como inversión privada o pública en las regresiones de convergencia, se han realizado estimaciones por variables instrumentales que persiguen evitar este problema. Tras adoptar las cautelas adecuadas, se presentan resultados para distintas especificaciones de la matriz de instrumentos, confirmándose en general los resultados anteriores y adquiriendo el coeficiente negativo estimado para la inversión pública una significatividad estadística de la que antes carecía.

Desde una perspectiva alternativa se han estimado especificaciones alternativas de la ecuación de convergencia. En concreto se han introducido, primero, variables ficticias multiplicativas en los coeficientes de las tasas de inversión pública para detectar efectos regionales diferenciales del gasto público productivo sobre las distintas regiones; aunque los resultados no presentan en general la solidez estadística que sería deseable, sí pueden distinguirse ciertas peculiaridades geográficas en lo que a los efectos de la inversión pública se refiere. También se ha estudiado, en segundo lugar, la posibilidad de una relación no lineal entre el gasto en capital del sector público y el crecimiento regional; no obstante, la evidencia empírica arrojada por nuestras estimaciones es muy débil en este sentido. Por último, la inclusión de *dummies* temporales permite obtener un efecto positivo (y significativo en algunos casos) de la inversión pública productiva sobre la renta per cápita regional, aunque los problemas planteados sobre otras variables estructurales del modelo y la relativa menor riqueza en la especificación del mismo nos sugieren adoptar cautelas importantes respecto a estos resultados.

Por último, se ha pretendido enlazar los resultados empíricos obtenidos en este trabajo con modelos teóricos que anticipan un efecto negativo del gasto en capital público sobre el creci-

miento económico. En concreto hemos explorado y confirmado la hipótesis de que la inversión pública en España a lo largo del periodo considerado se ha dirigido especialmente a las regiones que presentan una relación capital público/capital privado más elevada. Es en estas comunidades donde la rentabilidad de la inversión pública es menor y ello puede haber provocado el que la distribución de la misma entre las regiones haya tenido unos efectos nulos o negativos sobre el crecimiento económico en general.

Surgen así indicios, anticipados en trabajos anteriores, de que la inversión pública en infraestructuras productivas es un requisito necesario para la generación de renta pero que, en cualquier caso, ha de combinarse con otros factores de desarrollo endógenos y exógenos que condicionan la eficacia del capital público para reducir las diferencias regionales en términos de renta per cápita. Cabe la posibilidad también de que el volumen de gasto público en capital deba alcanzar un umbral mínimo a partir del cual comienza a ser productivo, todo ello teniendo en cuenta las condiciones económicas de los territorios hacia los que va dirigida la inversión pública. En la medida en que el esfuerzo inversor público haya sido insuficiente, la dotación de infraestructuras ha limitado más que favorecido el crecimiento económico. En esta ocasión se trata no tanto de un problema vinculado al reparto geográfico de unos recursos dados como de una insuficiencia generalizada de los mismos. Obviamente, ambas circunstancias se pueden simultanear.

En definitiva, se ha pretendido realizar una introducción a las relaciones entre inversión pública y crecimiento económico a partir de la evidencia proporcionada por las regiones españolas entre 1965 y 1995. Quedan abiertas, no obstante, una serie de cuestiones alrededor de los determinantes últimos de la inversión llevada a cabo por las Administraciones Públicas para corregir desequilibrios territoriales, así como de la eficacia de la misma. Preguntas sobre la magnitud adecuada que debe alcanzar el esfuerzo redistributivo de la política regional a través de la formación de capital público o sobre los criterios seguidos para asignar recursos de esa naturaleza desde un punto de vista geográfico, constituyen un estimulante punto de partida para investigaciones futuras. Asimismo, el estudio de los factores que condicionan la eficacia de las infraestructuras (para proporcionar servicios productivos) más allá de su mera provisión pública, se conforma como otra interesante línea de trabajo que debiera ser explorada.

APÉNDICE DE DATOS

El objetivo de este apéndice es ofrecer información acerca de la naturaleza de las variables empleadas así como de las fuentes estadísticas de las que nos hemos nutrido. La variable y_{it} corresponde al PIB per cápita regional por activo, con observaciones bianuales. La elección del concepto de población activa para relativizar la riqueza de las comunidades autónomas no ha sido arbitraria; tras haber utilizado cifras correspondientes a la población ocupada y a la población en edad de trabajar, hemos comprobado que el mejor comportamiento del modelo en las estimaciones sucedía con la población activa; esta circunstancia era especialmente evidente si nuestra pretensión era controlar los efectos del ciclo a través de la tasa de paro de cada comunidad (u_{it}), ya que algunos trabajos apuntan la posibilidad de que los diferenciales regionales en las cifras de desempleo tengan trascendencia sobre el proceso de convergencia regional en España (Bentolila y Jimeno, 1995; Raymond y García, 1996).

La variable s_{pit} (tasa de ahorro destinada a la acumulación de capital privado físico) ha sido aproximada a inversión privada como porcentaje del PIB. Por su parte, s_{git} es la proporción de in-

versión pública productiva (carreteras, infraestructuras hidráulicas, estructuras urbanas, puertos y aeropuertos) sobre el PIB regional. La variable s_{hit} ha sido tratada en la estimación empírica desde tres puntos de vista: s_{eit} es la inversión pública dedicada a educación como porcentaje del PIB regional; s_{dit} es un concepto equivalente pero correspondiente a la inversión en sanidad; s_{sit} es la proporción de inversión pública destinada a educación y sanidad sobre el PIB regional. Se considera, en este sentido, el gasto en capital (productivo o social) efectuado por las Administraciones Central, Territoriales y de la Seguridad Social.

Del conjunto de variables demográficas, n_{it} hace referencia a la tasa media de crecimiento anual de la población activa en cada subperiodo; x es la tasa de progreso técnico, cuyo valor se ha fijado en 0.02 y δ es la tasa de depreciación a la que se encuentran sometidos los bienes de capital y que suponemos constante y común a los tres tipos de activos considerados en este trabajo, con un valor de 0.05. Las estimaciones presentadas en este trabajo mantienen sus valores frente a ligeros cambios en estos parámetros.

Todas las anteriores variables han sido obtenidas de la Base de Conocimiento Económico Regional Sophinet, disponible en Internet (http://bancoreg.fbbv.es), y avalada por la Fundación Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE). Tanto en la mencionada dirección de Internet como en Mas *et al*. (1996b) pueden encontrarse los criterios metodológicos que han guiado la elaboración de las series.

La variable τ_{it} se corresponde con la proporción de recursos impositivos recaudados por las Administraciones Públicas en la región *i* como porcentaje del PIB regional en el año *t*. La serie estadística se ha extraído de la Fundación BBVA (varios años). El concepto de recursos impositivos anteriormente citado hace referencia a cotizaciones sociales, impuestos directos e impuestos indirectos netos de subvenciones de explotación concedidas por las Administraciones Públicas.

Todas las variables monetarias anteriores se encuentran medidas en pesetas constantes del año 1986.

Por último, la medida *stock* del capital humano h_{it} hace referencia al volumen de individuos con estudios medios o superiores sobre el total de la población activa regional. Los datos han sido proporcionados por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.

El número de observaciones en todas las especificaciones sin variables instrumentales es de 252, que se corresponden con series temporales de quince entradas para las diecisiete comunidades autónomas, excepto en los datos de desempleo que en el caso de Cantabria y La Rioja presentan tres observaciones con valor muy próximo a cero, que han sido eliminadas para no distorsionar considerablemente la transformación logarítmica de los datos.

CAPÍTULO III

RELACIONES ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA. EL CASO DE LAS REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995

III.1. INTRODUCCIÓN

El principal instrumento de las políticas regionales que persiguen la reducción de los desequilibrios territoriales dentro de un mismo ámbito político-económico es la inversión pública. Ello resulta especialmente cierto desde finales de los setenta ante la reducida eficacia y, sobre todo, el elevado coste (presupuestario y en términos de eficiencia) de otros mecanismos de redistribución interregional alternativos[26]. De este modo, el grueso de la intervención pública en los procesos de convergencia regional ha ido encaminado a garantizar una dotación adecuada de infraestructuras que permitiese a los territorios más atrasados elevar su renta per cápita.

Este principio orientador de las actuales políticas regionales se ha fundamentado, desde un punto de vista técnico, en la existencia de dos canales por los que discurren los efectos de la inversión pública sobre la actividad económica. El primero de ellos se refiere a la consideración del capital público como un argumento más de la función de producción agregada de la economía; en la medida en que este *input* público proporciona servicios productivos a las empresas, la provisión de un nivel adecuado del mismo tendrá indudables efectos sobre la producción final y, por ende, sobre el bienestar económico[27].

La segunda de las vías por las que el gasto público en capital puede afectar a la renta regional es a través de su complementariedad con la inversión privada. En efecto, en la medida en que la inversión pública en zonas deprimidas estimula la acumulación de capital privado en las mismas y ésta se constituye como el principal motor del crecimiento económico, el esfuerzo inversor del sector público puede afectar a las diferencias regionales en renta per cápita. Resulta obvio bajo este prisma que el capital público y el privado, o mejor, la formación bruta de capital fijo por parte de los sectores público y privado de la economía, mantienen una relación de complementariedad.

Sin embargo, la validez teórica y empírica de este último razonamiento puede cuestionarse desde los resultados ofrecidos por la literatura acerca del efecto desplazamiento que el gasto público (y la inversión en infraestructuras lo es) tiene sobre otros componentes de la demanda agregada[28]. Dejando de lado las polémicas entre las escuelas keynesianas y clásicas (ambas con sus correspondientes extensiones y ramificaciones en el tiempo y el espacio), el marco teórico recogido en trabajos como los de Aschauer y Greenwood (1985), Aschauer (1988) o Barro (1989) nos servirá de base para una exposición sintética de la cuestión apuntada.

En este sentido, las relaciones entre inversión pública y privada presentan dos dimensiones de signo opuesto. Por un lado, cuando se produce un incremento del gasto público en capital los agentes económicos privados observan cómo se modifica su patrón intertemporal de consumo, de modo que el consumo presente se reduce de forma no deseada para financiar la nue-

26 Polos de desarrollo, subsidios a la localización, etc. Para una visión panorámica de la evolución de estrategias de desarrollo regional y urbano, véase Cuadrado Roura (1994) y Helmsing (1999).

27 Aunque pueden encontrarse referencias anteriores (Arrow y Kurz, 1970; Mera, 1973; Ratner, 1983), es a partir del trabajo empírico de Aschauer (1989a) y el modelo de crecimiento endógeno con capital público de Barro (1990) cuando comienza una amplia literatura sobre este tema. Como ya se dijo, para disponer de una visión general de las primeras aportaciones pueden consultarse los trabajos de Draper y Herce (1994), Gramlich (1994), De la Fuente (1996) y Sturm (1998).

28 Una aproximación alternativa a las relaciones entre inversión pública y privada lo constituye la estimación de funciones de costes y de demanda de factores que se lleva a cabo a partir del denominado enfoque dual. Dado que esta metodología queda lejos de las pretensiones de esta investigación, tan solo remitiremos al lector interesado a los comentarios recogidos acerca de la misma en la Introducción de esta Tesis Doctoral.

va inversión pública a cambio de un mayor consumo futuro[29]. A fin de ajustar su nueva situación a la elección consumo-ahorro inicial, los agentes reducirán la inversión privada en la misma cuantía en que se ha elevado la pública si las rentabilidades de ambas son idénticas, esto es, si los *stocks* de capital público y privado se encuentran en sus niveles óptimos. Puede hablarse entonces de un efecto expulsión completo de la inversión privada por la pública. Si la dotación de infraestructuras es inferior a la óptima, la mayor productividad de la inversión pública respecto a la privada atenúa este *crowding-out* en la medida en que para los agentes se produce un efecto renta que eleva el consumo presente y futuro.

Por otro lado, si se postula que el capital público incrementa la productividad del privado, un mayor esfuerzo inversor público elevará la rentabilidad de la inversión privada y con ella la disposición de los agentes privados a ahorrar e invertir más. Esta circunstancia nos llevaría a hablar de un efecto *crowding-in* de la inversión privada por la pública, respaldando así la instrumentación de políticas regionales basadas en la provisión de capital público. Esta discusión puede generalizarse, *mutatis mutandis*, para otros componentes del gasto público (en especial el consumo público) y para resultados contables de la actuación pública (déficit presupuestario), que nosotros no abordaremos directamente.

La evidencia empírica proporcionada, aunque no resulta contundente, sí parece indicar un rechazo de la hipótesis de *crowding-out* en términos netos, es decir, la inversión pública estimula a la privada. Así, Aschauer (1989b), Erenburg (1993), Easterly y Rebelo (1993), Erenburg y Wohard (1995), Argimón *et al*. (1994, 1997), bajo distintas especificaciones, concluyen que la inversión pública mantiene una relación de complementariedad con la privada. Sin embargo, también pueden citarse trabajos en los que se alcanzan resultados opuestos. Pradhan *et al*. (1990), Monadjemi (1996) y Nazmi y Ramírez (1997) descubren consecuencias negativas del gasto público en inversión sobre la acumulación de capital privado en distintas muestras.

En definitiva, se aprecia una relativa coincidencia de resultados en torno a la existencia de un efecto *crowding-in* de la inversión privada por parte de la pública. Esta circunstancia, como ya se comentó al principio de esta sección, puede justificar la implementación de políticas regionales basadas en la provisión de un nivel adecuado de infraestructuras ya que ello estimulará la acumulación de capital privado y, de esta forma, el crecimiento económico.

El artículo que en estas páginas se presenta pretende añadir evidencia empírica acerca de los efectos que la inversión pública ha tenido sobre la formación de capital privado en las regiones españolas. Dado que en el primer artículo de esta Tesis se han planteado dudas en torno a la trascendencia del esfuerzo inversor público en los procesos de crecimiento regional en España, cabe la oportunidad de preguntarse si la influencia del gasto público en infraestructuras ha afectado a la actividad económica a través de la inversión privada, en lugar de ejercer una influencia directa sobre la renta per cápita.

Las novedades que este artículo incorpora respecto al grueso de la literatura anterior son, en esencia, tres. En primer lugar, se realiza una traslación de la discusión sobre la existencia de efectos expulsión por parte del gasto público sobre la inversión privada a una dimensión regional; esta circunstancia no resulta habitual en la medida en que la mayor parte de los trabajos publicados adoptan un marco más agregado (nacional o internacional) en su análisis. En segundo lugar, la inversión pública se estudia con detenimiento en una variedad de conceptos que enriquecen la interpretación de los resultados obtenidos: inversión pública directamente productiva, en educación, en sanidad,

29 En presencia de equivalencia ricardiana, es indiferente el que las infraestructuras sean financiadas vía impuestos o vía deuda pública.

realizada en otras regiones o adyacentes (*spillovers*). En tercer lugar, se sigue una metodología de datos de panel en la estimación que ha sido complementada con tests de especificación y contrastes de raíces unitarias para controlar la posible no estacionariedad de las series; consideramos en este sentido que se trata de una precaución que, en datos de panel, no ha sido tenida en cuenta por estudios anteriores con la suficiente importancia.

El siguiente apartado realiza una aproximación descriptiva a la evolución y distribución regional de la inversión pública directamente productiva y social, con especial atención a sus relaciones con la inversión privada. En el tercer apartado se presenta el marco teórico de los modelos de *crowding-out* y la especificación econométrica adoptada según dicho marco. El cuarto apartado de este capítulo discute dos cuestiones relacionadas con los procedimientos de estimación: la estacionariedad de las series utilizadas y la existencia de correlaciones entre efectos individuales y regresores. Un quinto apartado ofrece e interpreta los resultados alcanzados. Finalmente, unas conclusiones cierran el capítulo.

III.2. APROXIMACIÓN DESCRIPTIVA A LA INVERSIÓN PÚBLICA DESDE UNA PERSPECTIVA REGIONAL

Dado el carácter primordial que la inversión pública representa en el diseño e implementación de las políticas regionales, constituye una tarea previa e indispensable el conocer siquiera de un modo somero la cuantía, evolución y reparto regional del esfuerzo inversor público en nuestro país. Sorprende en esta dirección la escasez relativa de trabajos publicados y ceñidos a la realidad regional española que discutan en profundidad la distribución regional del gasto público en capital.

Merecen destacarse, no obstante, las aportaciones de De la Fuente y Vives (1995) que, bajo un modelo de producción en dos etapas, analiza los efectos de la inversión pública en nuestro país según distintos escenarios de distribución regional de los fondos públicos durante la década de los ochenta, poniendo de manifiesto la aparición de un dilema entre los criterios de eficiencia y equidad. Sala-i-Martín (1997) discute esta última cuestión y concluye que si se pretende maximizar el producto nacional agregado y garantizar la eficiencia económica, el sector público debe invertir más en aquellas regiones que presenten una escasez de capital público en relación a su *stock* de capital privado, a la sazón las comunidades más ricas. Gil *et al*. (1997) analizan diversas propuestas de reparto basadas en el concepto de desarrollo potencial y las aplican al caso concreto del Fondo de Compensación Interterritorial. Bosch y Espasa (1999) estudian, por su parte, en qué medida la distribución territorial del gasto público en infraestructuras en la primera mitad de la década de los noventa responde a una serie de criterios de necesidad de inversión pública.

En este apartado se va a realizar una sucinta aproximación a la evolución de la inversión pública (directamente productiva y social) en nuestro país entre 1965 y 1995 desde una perspectiva regional. Dado que la finalidad última de este trabajo reside en verificar qué tipo de relaciones se han establecido entre el esfuerzo inversor del sector público y la inversión privada regional, una parte de la descripción que sigue considera también la formación bruta de capital privado.

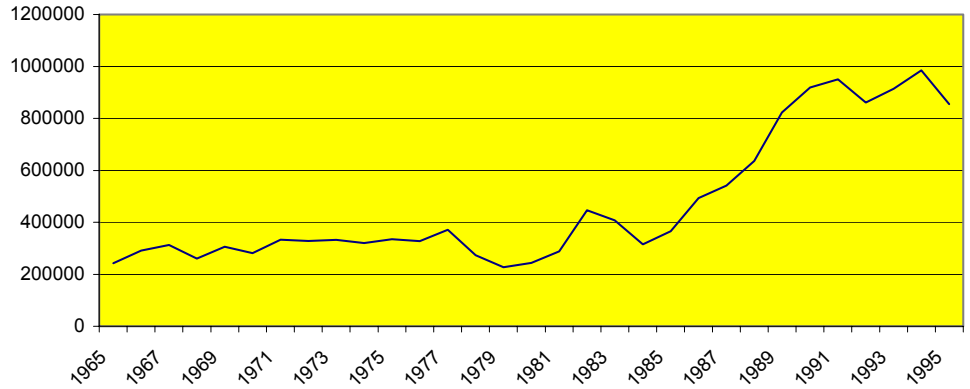
La fuente estadística de la que se han tomado los datos es la Base de Conocimiento Regional Sophinet. Tanto en Mas *et al*. (1996) como en Fundación BBVA (varios años) pueden encontrarse los criterios metodológicos que han guiado la elaboración de las series. Bajo la rúbrica inversión pública directamente productiva se encuentra el gasto de capital realizado por todas las Administraciones Públicas en carreteras, infraestructuras hidráulicas, puertos y estructuras urbanas (alumbrado público, saneamiento de aguas, ordenación urbana, etc.); la inversión pública social comprende la inversión en sanidad y educación llevada a cabo por todas las Administraciones Públicas; la inversión privada, por su parte, hace referencia a la formación bruta de capital fijo no residencial efectuada por el sector privado de la economía. Todas las variables se encuentran medidas en pesetas constantes de 1986. Estas mismas series son las utilizadas en apartados posteriores de este capítulo.

III.2.1. Inversión pública directamente productiva

La evolución en el tiempo, así como la distribución regional de la inversión pública productiva en nuestro país, constituyen un punto de partida ineludible para evaluar si esta partida del gasto público ha mostrado un comportamiento paralelo al esfuerzo inversor privado. Una primera aproximación al fenómeno caracteriza la trayectoria seguida por la inversión pública nacional directamente productiva durante el periodo objeto de estudio. En este sentido, el gráfico III.1 recoge la evolución de dicha variable en términos absolutos.

GRÁFICO III.1

INVERSIÓN PÚBLICA PRODUCTIVA EN ESPAÑA, 1965-1995
(Ptas. de 1986)



Fuente: FBBVA e IVIE.

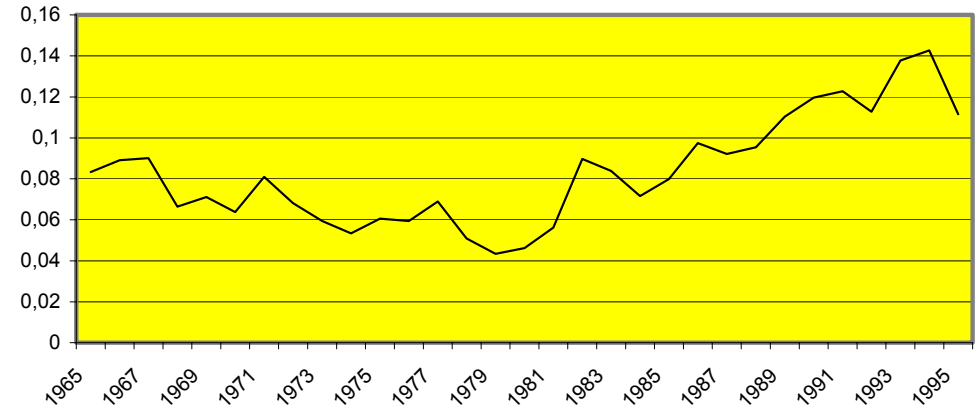
Dos comentarios inmediatos se derivan de la observación del citado gráfico. El primero de ellos alude a la relativa estabilidad que presenta la inversión pública en nuestro país entre 1965 y los primeros años ochenta; hasta 1982 no se superan en ningún momento los 400.000 millones anuales de inversión pública productiva para el conjunto nacional, situándose el esfuerzo inversor del sector público en torno a los 300.000 millones de pesetas anuales. El segundo aspecto descriptivo se refiere a la etapa siguiente: desde mediados de la década de los ochenta hasta el final del periodo considerado la tendencia de la inversión pública productiva nacional ha sido al alza (coincidiendo con la entrada en la CEE y el impulso del Acta Única Europea a las políticas estructurales), con las ex-

cepciones de los años 1984, 1992 y 1995, en los que se produce un retroceso en la cuantía de aquella que rompe la tónica general del subperiodo.

No obstante, esta primera aproximación no nos proporciona información acerca de la importancia relativa que la inversión pública productiva ha supuesto respecto a la inversión privada. El gráfico III.2 muestra ahora la trayectoria seguida por el *ratio* Inversión pública productiva/inversión privada en el conjunto nacional entre 1965 y 1995.

GRÁFICO III.2.

RATIO INVERSIÓN PÚBLICA PRODUCTIVA/INVERSIÓN PRIVADA EN ESPAÑA, 1965-1995
(Ptas. de 1986)



Fuente: FBBVA e IVIE.

Este gráfico nos permite, a la vez, matizar y confirmar alguna de las cuestiones anteriormente apuntadas. El primer matiz viene dado por el descenso del *ratio* Inversión pública productiva/inversión privada entre 1965 y el inicio de la década de los ochenta. Este hecho contrasta con la estabilidad en términos absolutos del gasto público en capital acaecida durante este subperiodo y pone de manifiesto que el esfuerzo inversor del sector público no ha sostenido las mayores tasas de crecimiento experimentadas por la inversión privada española; obsérvese que la inversión pública directamente productiva pasa de suponer algo más del 9 por ciento de la formación privada de capital en 1967 hasta valores próximos al 4 por ciento en 1979.

Sí se confirma, por otra parte, la mayor importancia cuantitativa de la inversión pública productiva a partir de los primeros años ochenta en relación a la inversión privada. Salvo en los años anteriormente señalados, el *ratio* del gráfico III.2 muestra una trayectoria creciente en este segundo subperiodo también en términos relativos, alcanzando valores desconocidos hasta el momento (14 por ciento de la inversión privada en 1994)[30].

Conviene ahora descender al nivel regional para ofrecer una sucinta panorámica de la distribución regional de la inversión pública. El siguiente cuadro muestra la proporción media que el gasto público en capital realizado en cada región ha representado sobre el volumen nacional entre 1965 y 1995.

30 Debe señalarse, no obstante, la considerable caída que este *ratio* experimenta en el último año del periodo objeto de estudio, 1995, de más de tres puntos porcentuales.

CUADRO III.1

PARTICIPACIÓN MEDIA DE LA INVERSIÓN PÚBLICA PRODUCTIVA REGIONALIZADA EN EL TOTAL NACIONAL, 1965-1995 (en %)

Andalucía	17,65	Comunidad Valenciana	8,75
Aragón	5,68	Extremadura	3,96
Asturias	2,97	Galicia	5,75
Baleares	1,43	Madrid	7,56
Canarias	4,31	Murcia	2,76
Cantabria	1,46	Navarra	1,54
Castilla y León	9,18	País Vasco	5,83
Castilla-La Mancha	6,45	La Rioja	0,82
Cataluña	11,75	Total nacional	100

Fuente: FBBVA e IVIE.

Nota: La suma de los promedios regionales no coincide con el total nacional debido a la existencia de inversión pública total no regionalizada.

De la simple observación del cuadro anterior se advierte un primer grupo de regiones que, bien por su extensión, bien por el peso económico y demográfico que representan en el conjunto nacional, cuentan con los mayores volúmenes relativos de inversión pública: Andalucía, Cataluña, Castilla y León, Comunidad Valenciana y Madrid. Por otro lado, los territorios que menor importancia relativa han supuesto en el reparto nacional del gasto en capital de las Administraciones Públicas son comunidades autónomas uniprovinciales: Navarra, Cantabria, Baleares y La Rioja.

Sin embargo, esta primera aproximación a la distribución regional de la inversión pública productiva oculta diversas circunstancias. Una primera reside en que las medias anteriormente expuestas no reflejan la dinámica en el tiempo del esfuerzo inversor público. A esta sazón, el siguiente cuadro III.2 recoge las tasas de crecimiento medio acumulativo experimentadas por la inversión pública en las distintas regiones.

CUADRO III.2

TASAS DE CRECIMIENTO MEDIO ACUMULATIVO DE LA INVERSIÓN PÚBLICA PRODUCTIVA POR REGIONES, 1965-1995

Andalucía	5,66	Comunidad Valenciana	4,76
Aragón	1,57	Extremadura	2,95
Asturias	3,71	Galicia	5,73
Baleares	4,90	Madrid	2,77
Canarias	4,19	Murcia	7,84
Cantabria	5,43	Navarra	3,43
Castilla y León	2,73	País Vasco	4,27
Castilla-La Mancha	4,67	La Rioja	2,67
Cataluña	3,46	Total nacional	4,14

Fuente: FBBVA e IVIE.

Desde esta perspectiva temporal, aparecen ahora comunidades como Murcia, Galicia, Andalucía, Cantabria, Baleares, Comunidad Valenciana, Castilla-La Mancha, País Vasco y Canarias cuya tasa de crecimiento en lo que a inversión pública productiva se refiere se sitúa por encima de la media nacional. En el extremo opuesto se encuentran las restantes regiones, siendo especialmente reseñable el caso de Aragón, con una tasa de crecimiento del 1,5 por ciento. No se advierte pues, en este sentido, un patrón claramente definido para la evolución en el tiempo de la inversión pública regionalizada.

Con la intención de seguir profundizando en la dimensión regional del gasto público en capital y a fin de poner de manifiesto los vínculos entre inversión pública y privada, ofrecemos a continuación las cifras correspondientes al promedio del *ratio* entre inversión pública productiva y privada para cada una de las regiones a lo largo del periodo 1965-1995.

CUADRO III.3

***RATIO* MEDIO ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA PRODUCTIVA E INVERSIÓN PRIVADA POR REGIONES, 1965-1995**

Andalucía	0,11	Comunidad Valenciana	0,06
Aragón	0,13	Extremadura	0,16
Asturias	0,09	Galicia	0,08
Baleares	0,04	Madrid	0,05
Canarias	0,10	Murcia	0,09
Cantabria	0,09	Navarra	0,09
Castilla y León	0,12	País Vasco	0,08
Castilla-La Mancha	0,13	La Rioja	0,09
Cataluña	0,05	Total nacional	0,08

Fuente: FBBVA e IVIE.

El cuadro III.3 muestra cómo hay regiones donde la inversión pública productiva se ha concentrado con mayor intensidad (en relación a la inversión privada) –Extremadura, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Andalucía– que en otras –Baleares, Madrid, Cataluña–. Este resultado se encuentra en la línea ya esbozada en primer artículo de esta Tesis (Cuadro II.6), solo que en ese caso en un contexto *stock*. En efecto, en dicha referencia se muestra, siguiendo una sugerencia de Sala-i-Martin (1997), que la inversión pública se ha concentrado en aquellas regiones donde el *stock* de infraestructuras en relación al *stock* de capital privado era relativamente alto. En la situación que ahora discutimos, con variables flujo, la interpretación es similar[31].

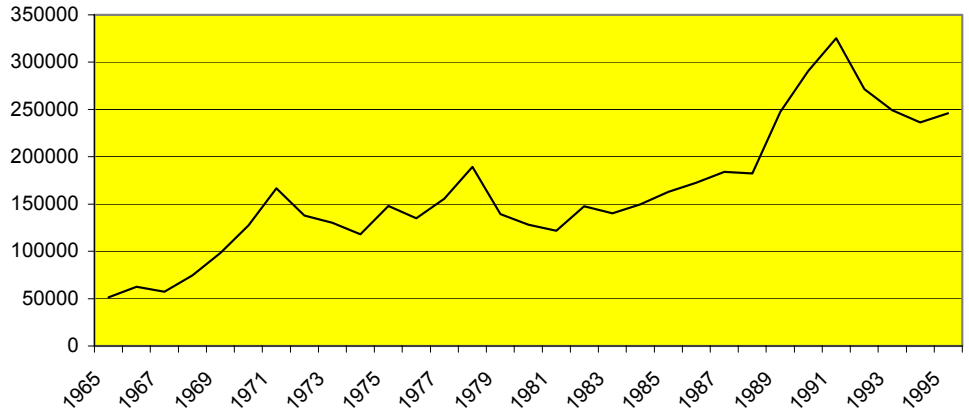
III.2.2. Inversión pública social

Este subapartado realizará un análisis similar al llevado a cabo anteriormente solo que centrado ahora en la inversión pública social, esto es, en educación y en sanidad. El gráfico III.3 recoge la evolución en el tiempo de la magnitud absoluta de la inversión pública social en España entre 1965 y 1995.

31 En este punto conviene precisar que la comparación regional de magnitudes absolutas de inversión, sin considerar, por ejemplo, las distintas intensidades factoriales en cada región de los procesos productivos hacia los que van dirigidos las inversiones, no distorsiona nuestro análisis. Ello se debe a que, implícitamente, estamos suponiendo que existe una relación directa y lineal entre capitalización de las actividades productivas (medida a través de la relación capital-trabajo) y necesidad de infraestructuras.

GRÁFICO III.3

INVERSIÓN PÚBLICA SOCIAL EN ESPAÑA, 1965-1995
(Ptas. de 1986)



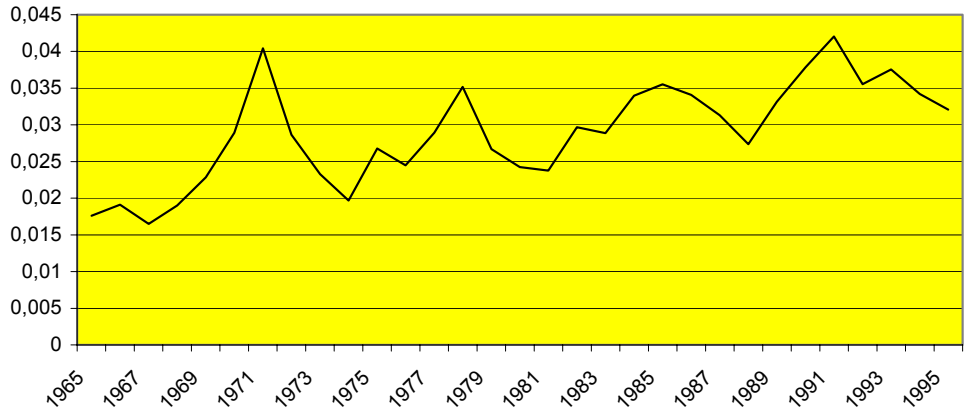
Fuente: FBBVA e IVIE.

De un modo claro, el volumen de inversión pública social presenta una cuantía sustancialmente menor que el de inversión pública productiva; en el año 1991 aquella alcanza su máximo nivel en una magnitud de 325.000 millones de pesetas, cifra esta superada por la inversión productiva en todos los ejercicios menos uno. En esta ocasión, la inversión pública social sigue una tendencia ligeramente al alza durante un primer subperiodo, que ahora se extiende desde 1965 hasta mediados de los años ochenta; no obstante, las oscilaciones son frecuentes, sobre todo durante la década de los setenta. A partir de 1988 tiene lugar un pronunciado ascenso del volumen total de inversión en capital social que se interrumpe bruscamente en 1992, cuando se inicia una etapa en la que el ritmo inversor se reduce primero y ralentiza su caída después.

Conviene ahora preguntarse por la cuantía relativa que la inversión pública social supone respecto al esfuerzo inversor privado. El gráfico III.4 recoge la evolución en el tiempo del *ratio* inversión pública en sanidad y educación/inversión privada en el territorio nacional entre los años 1965 y 1995.

GRÁFICO III.4

***RATIO* INVERSIÓN PÚBLICA SOCIAL/INVERSIÓN PRIVADA EN ESPAÑA 1965-1995**



Fuente: FBBVA e IVIE.

La trayectoria gráfica de la serie no permite apreciar una tendencia claramente definida, a pesar de que los mínimos del *ratio* Inversión pública social/inversión privada tienden a situarse en unos niveles crecientes con el transcurrir del tiempo. La proporción que supone el esfuerzo inversor del sector público en infraestructuras sociales respecto a la formación bruta de capital privado ha presentado una evolución muy fluctuante y no puede afirmarse que la inversión pública social haya caminado *pari passu* a la inversión privada. Queda la incógnita de si existen interrelaciones entre las respectivas tasas de inversión de ambas variables, circunstancia ésta que será estudiada con más detalle en el siguiente apartado.

Del mismo modo que anteriormente, y para una somera aproximación a la distribución regional de la inversión pública social, presentamos en el siguiente cuadro la cifra media que el gasto público social realizado en cada comunidad representa sobre el total nacional.

CUADRO III.4

PARTICIPACIÓN MEDIA DE LA INVERSIÓN PÚBLICA SOCIAL REGIONALIZADA EN EL TOTAL NACIONAL, 1965-1995 (en %)

Andalucía	16,47	Comunidad Valenciana	9,42
Aragón	3,75	Extremadura	2,50
Asturias	3,12	Galicia	7,39
Baleares	1,70	Madrid	13,93
Canarias	4,25	Murcia	2,40
Cantabria	1,64	Navarra	1,68
Castilla y León	7,79	País Vasco	6,35
Castilla-La Mancha	3,90	La Rioja	0,72
Cataluña	12,92	Total nacional	100

Fuente: FBBVA e IVIE.

Nota: La suma de los promedios regionales no coincide con el total nacional debido a la existencia de inversión pública no regionalizada.

El cuadro III.4 pone de manifiesto un vínculo evidente: las comunidades autónomas más pobladas son las que reciben una proporción mayor de la inversión pública social en promedio durante el periodo considerado, a saber, Andalucía, Madrid, Cataluña, Comunidad Valenciana y Castilla y León. No obstante, la relación no es completamente monótona pues regiones con menor población han recibido en media una mayor dotación de recursos para educación y sanidad (Madrid) que otras más pobladas (Cataluña).

A continuación, y para ilustrar cuál ha sido la evolución en el tiempo de la variable que estudiamos desde un punto de vista regional, hemos calculado la tasa de crecimiento anual media acumulativa de la inversión pública social para cada comunidad. Si bien se trata de una aproximación imperfecta, que oculta mucha de la riqueza dinámica que podría ser de interés en el análisis que seguimos, el alcance modesto de éste nos empuja hacia la mencionada opción.

CUADRO III.5

TASAS DE CRECIMIENTO MEDIO ACUMULATIVO DE LA INVERSIÓN PÚBLICA SOCIAL POR REGIONES, 1965-1995

Andalucía	3,11	Comunidad Valenciana	7,32
Aragón	3,48	Extremadura	3,47
Asturias	3,98	Galicia	6,09
Baleares	5,65	Madrid	5,73
Canarias	7,38	Murcia	5,54
Cantabria	4,41	Navarra	6,24
Castilla y León	3,05	País Vasco	4,83
Castilla-La Mancha	4,17	La Rioja	4,68
Cataluña	6,87	Total nacional	5,18

Fuente: FBBVA e IVIE.

Respecto a la tasa de crecimiento media nacional, ahora destacan por encima de la misma regiones como Canarias, Comunidad Valenciana, Cataluña, Navarra, Galicia y Madrid. En el extremo opuesto deben señalarse los casos de Castilla y León, Andalucía (que con la inversión pública productiva ocupaba las primeras posiciones), Aragón y Extremadura (ambas también sustancialmente por debajo de la media cuando se analizaba la inversión pública productiva).

Por último, en nuestra somera aproximación descriptiva, ofreceremos datos sobre el promedio seguido por el *ratio* Inversión pública social/inversión privada en cada comunidad autónoma a efectos de discernir, a grandes rasgos, en qué medida existen diferencias regionales en la evolución conjunta de ambas variables.

CUADRO III.6

***RATIO* MEDIO ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA SOCIAL E INVERSIÓN PRIVADA POR REGIONES, 1965-1995**

Andalucía	0,03	Comunidad Valenciana	0,02
Aragón	0,03	Extremadura	0,03
Asturias	0,03	Galicia	0,03
Baleares	0,02	Madrid	0,03
Canarias	0,03	Murcia	0,03
Cantabria	0,03	Navarra	0,03
Castilla y León	0,03	País Vasco	0,03
Castilla-La Mancha	0,02	La Rioja	0,02
Cataluña	0,02	Total nacional	0,02

Fuente: FBBVA e IVIE.

En esta ocasión, y al contrario de lo que sucedía cuando se trataba el caso del *ratio* Inversión pública productiva/inversión privada, el rango de variación entre los valores calculados para cada región se ha reducido considerablemente. Ahora todas las comunidades se encuentran en las proximidades del 0,02-0,03. Por su parte, a pesar de que no se informa de ello, a escala regional se reproduce el patrón fluctuante que presenta este *ratio* a lo largo del tiempo en una dimensión nacional.

En los siguientes apartados trataremos de hacer una aproximación empírica a los fenómenos descritos a partir de herramientas estadísticas más precisas.

III.3. MARCO TEÓRICO Y ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

Las anteriores observaciones acerca de la distribución de la inversión pública y privada en las regiones españolas ofrecen una primera aproximación descriptiva al comportamiento de ambas variables a lo largo del periodo objeto de estudio. Sin embargo, las relaciones causales que pudieran establecerse entre los dos tipos de inversión así como la participación de otras variables que, por el momento, el análisis ha desconsiderado, invita a la utilización de técnicas estadísticas más robustas que nos permitan arrojar evidencia empírica adicional a la ya mostrada.

En este sentido, vamos a partir de un marco teórico neoclásico que nos permitirá especificar unas ecuaciones susceptibles de ser estimadas con posterioridad. Frente al planteamiento seguido en Barro (1981, 1989), Aschauer (1988) o Aschauer y Greenwood (1985) que, suponiendo una economía perfectamente competitiva habitada por individuos racionales con un horizonte temporal infinito, obtienen unas relaciones de equilibrio a largo plazo entre las variables, nosotros adoptaremos la estrategia recogida en Argimón *et al.* (1997) que simplifica el modo de alcanzar las citadas relaciones de equilibrio. En efecto, partiendo de un esquema de generaciones solapadas, oferta de trabajo fija e individuos idénticos, se alcanza una especificación de las ecuaciones que explican la dinámica de la inversión privada según el comportamiento del sector público.

Con esta finalidad supondremos una economía habitada por generaciones solapadas de igual tamaño. Cada hogar representativo vive dos periodos. En el primero de ellos ofrece una cantidad de trabajo fija, paga impuestos y ahorra. En el segundo periodo, consume lo que ha ahorrado teniendo en cuenta la tasa de interés. Formalmente,

$$c_t^1 = \omega_t - tx_t - s_t, \qquad [1]$$

donde c_t^1 es el consumo del hogar cuando es joven en el periodo *t*, ω_t es la tasa salarial, tx_t son los impuestos recaudados por el gobierno sobre la gente joven y s_t el ahorro. La recaudación impositiva es empleada por el gobierno para financiar el gasto público, formado por consumo e inversión pública. Para el consumo del segundo periodo tenemos

$$c_{t+1}^2 = s_t\left(1 + r_{t+1}\right), \qquad [2]$$

donde r_{t+1} simboliza el tipo de interés cuando el hogar vive su segundo periodo. La función de utilidad del agente representativo viene dada por

$$U = a\left(c_g\right)\delta \ln c_t^1 + \left(1-\delta\right)\ln c_{gt} + \frac{1}{1+\rho}\left[\delta \ln c_{t+1}^2 + \left(1-\delta\right)\ln c_{gt+1}\right], \qquad [3]$$

donde c_g es el consumo público, δ representa la preferencia relativa por el consumo privado, ρ es la tasa de descuento y *a(.)* es una función que recoge la sustituibilidad o complementariedad entre consumo privado y público (cuando *a'* < 0, ambos tipos de consumo son sustitutivos, y viceversa).

Nuestro hogar representativo maximiza la función de utilidad [3] sujeto a [1] y [2]. Esto nos permite obtener la función de ahorro:

$$s_t = \sigma(\varpi_t + tx_t), \qquad [4]$$

en la que $\sigma = \dfrac{1}{1+a(1+\rho)}$ presenta un comportamiento respecto a *a* inverso al de c_g. Para las empresas se define la siguiente función de producción en términos de trabajador:

$$y_t = A i_t^{\alpha} i_{gt}^{\beta}, \ \alpha + \beta < 1. \qquad [5]$$

A efectos de simplificar nuestro análisis, supondremos que tanto el capital público como el privado se deprecian completamente en cada periodo. Así, el capital público (privado) i_g (i) coincide con la inversión pública (privada). Si los mercados de factores son perfectamente competitivos, las condiciones de maximización de beneficios quedan como sigue:

$$1 + r_t = \alpha A i_t^{\alpha-1} i_{gt}^{\beta} = \alpha \frac{y_t}{i_t} \qquad [6]$$

$$\omega_t = (1-\alpha) A i_t^{\alpha-1} i_{gt}^{\beta} = (1-\alpha) y_t . \qquad [7]$$

Según la ley de Walras, las siguientes condiciones de equilibrio definen el equilibrio completo de la economía:

$$i_{t+1} = \sigma(1-\alpha) A i_t^{\alpha} i_{gt}^{\beta} - \sigma tx_t \qquad [8]$$

$$tx_t = c_{gt} + i_{gt} . \qquad [9]$$

La expresión [8] se refiere al equilibrio en el mercado de capital y la expresión [9] a la restricción presupuestaria del gobierno. Si sustituimos [9] en [8] y empleamos las condiciones maximizadoras de beneficios, se puede obtener la siguiente expresión para la inversión privada (se han eliminado los subíndices de tiempo para simplificar la notación):

$$i = \frac{\sigma(c_g + i_g)}{\sigma\left[\dfrac{1+r}{\alpha} - f_k(i, i_g)\right] - 1}, \qquad [10]$$

donde $f_k(i, i_g)$ es la productividad del capital privado, que depende de la inversión pública y privada. Sobre la base de la expresión anterior y utilizando el supuesto de completa depreciación a la que se encuentran sometidos ambos capitales, alcanzamos las siguientes funciones para la inversión y productividad del capital privado:

$$i = i(f_K, i_g, c_g) \qquad [11]$$

$$f_K = f_K(K, K_g), \qquad [12]$$

Del marco teórico esbozado se pueden extraer los siguientes resultados de estática comparativa:

1. La inversión privada mantiene una relación positiva y directa con la productividad del capital privado.

2. La formación de capital privado presenta una relación no unívoca respecto a variaciones en el volumen de inversión pública. Por un lado, un incremento del esfuerzo inversor del sector público ha de asentarse en una superior recaudación impositiva que reduce el ahorro privado y con él la inversión[32]. De otra forma, se altera el patrón de consumo intertemporal elegido por los agentes con lo que éstos reaccionan y reducen la inversión privada. Por otro lado, también cabe la posibilidad de que la inversión pública sea complementaria de la privada; al afectar positivamente a la rentabilidad de ésta, un mayor volumen de inversión pública ejerce un efecto positivo sobre la privada.

3. El impacto de un mayor consumo público puede ejercer igualmente un efecto ambiguo: por una parte, y del mismo modo que ocurría con la inversión pública, una elevación en el gasto corriente de la Administración conduce a mayores impuestos que reducen el ahorro y la inversión; sucedería algo similar si el consumo público es complementario del consumo privado. Sin embargo, por otra parte, en caso de que el gasto corriente del sector público fuese sustitutivo del de las familias, el efecto de un mayor desembolso público en la compra de bienes y servicios y gastos de personal conduciría a una mayor inversión privada.

4. Respecto a la ecuación [12], el modelo teórico nos indica que la productividad del capital privado dependerá negativamente del *stock* de capital privado acumulado, en virtud de la presencia de rendimientos decrecientes para cada uno de los *inputs* considerados como argumentos de la función de producción neoclásica. Por su parte, el *stock* de capital público existente en la economía ejercerá un efecto positivo sobre la productividad del capital privado en la medida en que éste y las infraestructuras mantengan una relación de complementariedad (tal y como sucede según la función de producción Cobb-Douglas especificada).

A efectos de contrastar empíricamente los vínculos anteriores entre inversión pública e inversión privada, vamos a estimar con metodología de datos de panel las siguientes expresiones basadas en las funciones [11] y [12] y según las especificaciones al uso empleadas en la literatura:

$$\frac{i_{it}}{K_{it}} = \beta_{0i} + \beta_1 f_{Kit} + \beta_2 \frac{i_{git}}{K_{git}} + \beta_3 \frac{c_{git}}{K_{it}} + u_{it} \qquad [13]$$

$$\ln f_{Kit} = \beta_{4i} + \beta_5 \ln \frac{K_{it}}{O_{it}} + \beta_6 \ln \frac{K_{git}}{O_{it}} + u_{it}\,, \qquad [14]$$

donde i_{it} es la inversión privada no residencial; K_{it} es el *stock* de capital privado no residencial; f_K es la productividad marginal del capital, que nosotros hemos aproximado a través de la productividad me-

32 Si apelamos a la aportación de Barro (1974), resulta indiferente en este punto que la financiación del gasto público se realice en el corto plazo a través de impuestos o vía emisión de deuda pública, en la medida en que existe una equivalencia entre deuda presente e impuestos futuros a fin de mantener la sostenibilidad del equilibrio presupuestario en un marco intertemporal.

dia[33]; i_{git} es la inversión pública productiva; K_{git} es el *stock* de capital público productivo; c_{git} es el consumo público que, debido a la inexistencia de datos regionalizados a lo largo de todo el periodo considerado, hemos optado por aproximar a través de los costes del factor trabajo de los servicios públicos; O_{it} es el volumen medio de ocupados en *i* durante *t*; u_{it} es una perturbación aleatoria que suponemos satisface los requisitos convencionales. Los subíndices *i* y *t* hacen referencia a la región y al año considerado. La utilización de econometría de datos de panel presupone la existencia de un efecto individual inobservable y que en nuestra especificación recogemos en los términos β_{0i} y β_{4i}.

Tanto una como otra ecuación son susceptibles de ser modificadas o ampliadas para recoger los efectos desbordamiento que la inversión pública realizada o el capital público instalado en otras regiones pudiera tener sobre la inversión privada o la productividad del capital privado de una región en concreto. Nosotros denotaremos como s_{1it} dicho efecto cuando el ámbito geográfico para los efectos desbordamiento sea el conjunto nacional menos la región *i* y como s_{2it} si nuestra zona de referencia para los *spillovers* es el de las regiones limítrofes a *i*. Del mismo modo, el concepto de inversión y capital público será ampliado en ambas ecuaciones al de carácter social, esto es, sanidad y educación; utilizaremos i_{dit} y K_{dit} para la inversión y *stock* de capital público en sanidad, i_{eit} y K_{eit} para los conceptos equivalentes en educación e i_{sit} y K_{sit} para la suma de ambos variables en la región *i* en el año *t*. Todas las variables monetarias están medidas en pesetas de 1986. El origen de los datos es la ya citada Base de Conocimiento Regional Sophinet.

III.4. ESTIMACIÓN ECONOMÉTRICA

Con carácter previo a la estimación directa de las ecuaciones [13] y [14] conviene obtener ciertas garantías estadísticas acerca de las condiciones en que se lleva a cabo la misma y la naturaleza de las series utilizadas. Para ello estudiaremos la estacionariedad de las series empleadas y la existencia de correlación entre los efectos individuales inobservables y el resto de regresores.

III.4.1. Estacionariedad de las series

En primer lugar, conviene conocer cuál es el orden de integración de las series utilizadas dado que si estamos en presencia de series no estacionarias corremos el riesgo de obtener regresiones espúreas en la medida en que no adoptemos las cautelas necesarias. La literatura econométrica sobre series temporales ha generalizado la utilización de los contrastes de Dickey-Fuller (DF, o en su versión ampliada, ADF) que, bajo distintas especificaciones, pueden acomodarse con relativo éxito a diferentes procesos generadores de datos. No obstante, desde una perspectiva de datos de panel, en la que la reducida dimensión temporal de los datos cuestiona la potencia del clásico ADF, surge la necesidad de adoptar una estrategia alternativa.

Los trabajos pioneros de Quah (1990) y Levin y Lin (1992, 1993) pusieron de manifiesto con simulaciones *à la* Montecarlo las limitaciones del análisis clásico llevado a cabo por los contrastes de raíces unitarias en un contexto de panel, esto es, cuando existe un número reducido de observaciones temporales para cada individuo y efectos individuales inobservables. En particular, la aporta-

33 Esta alternativa es lícita en tanto en cuanto la tecnología de producción subyacente siga una función de producción Cobb-Douglas; en este caso, el producto medio es proporcional al producto marginal.

ción de Quah (1990) inicia la aplicación del estadístico DF en datos de panel, demostrando la distribución asintótica que sigue el mismo cuando las dimensiones temporal y de sección cruzada crecen de un modo arbitrario. Sin embargo, esta aproximación adolece, al menos, de dos limitaciones: por un lado, no permite la utilización de efectos fijos individuales en cada región y, por otro lado, la utilización de la metodología propuesta no es compatible con correlación serial en los residuos.

Los trabajos de Levin y Lin (1992, 1993) amplían el esquema seguido por Quah al permitir la utilización del contraste de raíces unitarias basado en el test ADF en contextos más generales. En concreto, estos autores muestran las propiedades asintóticas del estadístico en cuestión bajo diferentes especificaciones (efectos fijos individuales, efectos agregados comunes a todas las unidades muestrales, autocorrelación, etc.), obteniendo los valores críticos con que llevar a cabo la inferencia.

Sin embargo, tal y como señalan Maddala y Wu (1998), una limitación fundamental que presenta el contraste propuesto por Levin y Lin reside en el marcado carácter restrictivo de la hipótesis alternativa. Así, mientras la hipótesis nula que se pretende contrastar establece la existencia de una raíz unitaria en cada una de las series correspondientes a todas las unidades muestrales, la hipótesis alternativa fija el que todas las series individuales siguen idéntico proceso estacionario. Esta circunstancia no es muy plausible en el trabajo aplicado, de ahí que la ya citada referencia de Maddala y Wu (1998) o Im *et al*. (1997) cuestionen el planteamiento anterior.

En este sentido, el último trabajo citado (Im *et al*., 1997) reformula la hipótesis alternativa de un modo menos restrictivo: todas las series individuales son estacionarias pero sus coeficientes autorregresivos (distintos de cero y menores que la unidad) no tienen que coincidir entre sí. El contraste sugerido, además de incorporar la heterogeneidad de los individuos en mayor grado que el de Levin y Lin, presenta una potencia superior.

De un modo más preciso, el contraste propuesto por Im *et al*. (1997) funciona del siguiente modo[34]. Para una muestra de *N* regiones con *T* observaciones anuales para una variable y_{it}, la regresión basada en el contraste ADF a estimar es:

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i\, y_{i,t-1} + \delta_i\, t + \sum_{j=1}^{p_i} \gamma_{it}\, \Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t}\,, \qquad [15]$$

donde α_i es una constante propia de cada individuo, *t* es una tendencia determinística, *j* es el orden de la regresión ADF (que permite controlar, automáticamente, la existencia de correlación serial en los residuos) y ε_{it} son los errores (independientemente distribuidos entre las unidades muestrales y en el tiempo, con media cero y varianza finita y heterogénea según los individuos), con $i = 1,2, \ldots, N$ y $t = 1, 2, \ldots, T$. La hipótesis nula que se establece es H_0: $\beta_i = 0$, esto es, existencia de una raíz unitaria en cada una de las unidades de sección cruzada; por su parte, la hipótesis alternativa se define en los siguientes términos: H_1: $\beta_i < 0$, $\forall i$, es decir, cada individuo sigue un proceso estacionario que no ha ser idéntico al de otro individuo.

La hipótesis nula es contrastada a partir de un estadístico $\bar{t}$, que no es sino una media de los convencionales estadísticos *t* obtenidos en regresiones ADF del tipo especificado en [15]. Con

[34] Aplicaciones de este contraste de raíces unitarias para datos de panel pueden encontrarse en el terreno de la economía internacional, en particular en el campo de la paridad de poder adquisitivo y los tipos de cambio. Pueden consultarse, a título de ejemplo, los trabajos de Coakley y Fuertes (1997), Wu (2000), Fleissig y Strauss (2000), Choi (2001) o Chou y Chao (2001).

la intención de controlar todo lo posible la existencia de correlación en las perturbaciones aleatorias, resulta conveniente transformar el anterior estadístico en uno que siga una distribución normal standard según la siguiente expresión:

$$\psi t = \left[\sqrt{N}\left(\bar{t}_{NT}(p,\gamma) - a_{NT}\right)\right] \Big/ \sqrt{b_{NT}}, \qquad [16]$$

en la que los términos de ajuste a_{NT} y b_{NT} son definidos, respectivamente, como $a_{NT} = (1/N)\sum_{i=1}^{N} E\left[t_{iT}(p_i, 0)\right]$ y $b_{NT} = (1/N)\sum_{i=1}^{N} Var\left[t_{iT}(p_i, 0)\right]$; estos valores, donde *E[.]* es la media y *Var[.]* la varianza, han sido obtenidos a partir de simulaciones *à la* Montecarlo para distintas especificaciones de *T*, *N* y *p*. Por supuesto, tal y como se dijo antes, $\bar{t}_{NT}(p,\gamma) = (1/N)\sum_{i=1}^{N} t_{iT}$, esto es, la media de cada uno de los estadísticos *t* correspondientes a las regresiones ADF individualizadas para cada región. De otro lado, p y γ son dos vectores columna que recogen los retardos incorporados a la variable dependiente cuando ésta es utilizada como regresor en las expresiones ADF y los coeficientes estimados para éstas, respectivamente.

Para la correcta especificación de la expresión [15] han de tenerse en cuenta al menos dos circunstancias: la inclusión o no de elementos deterministas y el orden de retardo adecuados para controlar la correlación serial. Para resolver ambas cuestiones seguiremos la metodología convencional del análisis de series temporales. En concreto, respecto a la incorporación de constante y/o tendencia, hemos seguido la sugerencia de Perron (1988) y Dolado *et al*. (1990): partir del modelo más general, con todos los elementos deterministas, y si no rechazamos la hipótesis nula de raíz unitaria y la tendencia no es significativa, ésta desaparece de la especificación y repetimos el proceso para evaluar ahora la presencia de la constante, siempre que se acepte la hipótesis nula[35].

Por su parte, la inclusión de retardos de la variable dependiente de [15] para controlar la correlación serial de los residuos se encuentra sujeta a una discusión similar. La incorporación de un número excesivo de retardos reduce la potencia del contraste ADF mientras que la alternativa contraria no garantiza el que toda la autocorrelación esté modelizada. La literatura ha sugerido comenzar con la incorporación de un número suficientemente elevado de retardos y utilizar algunos de los criterios de información habitualmente empleados (Akaike, Schawarz) o el simple estadístico *t* de Student para evaluar el orden autorregresivo adecuado. Nosotros hemos seguido esta última recomendación, aunque en cualquier caso siempre hemos mantenido un retardo, dado que los indicios de autocorrelación eran evidentes en casi todas las regresiones y preferíamos reducir la potencia a que el contraste perdiese validez.

El cuadro III.7 recoge los resultados alcanzados para el contraste de raíces unitarias de panel propuesto por Im *et al*. (1997) para cada una de las series empleadas en la especificación de las ecuaciones [13] y [14][36].

35 El fundamento de esta estrategia reside en maximizar la potencia del contraste. Si un elemento determinista está presente en los datos y no es considerado en la regresión ADF, el contraste será inconsistente, de ahí que sea conveniente partir del modelo general. Por su parte, la inclusión no justificada de una constante y/o tendencia reduce la potencia del test y ello conduce, como es sabido, a la aceptación de una hipótesis nula que no es cierta.

36 Recuérdese que, además de las variables que aparecen en [13] y [14], la estimación será ampliada a distintos conceptos de inversión y capital público social así como a diferentes modos de medir los efectos desbordamiento generados por infraestructuras sitas en otras regiones.

CUADRO III.7

CONTRASTE DE RAÍCES UNITARIAS DE PANEL. REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995

	$\bar{t}$	$\Psi_{\bar{t}}$		$\bar{t}$	$\Psi_{\bar{t}}$		$\bar{t}$	$\Psi_{\bar{t}}$
$\frac{i_{it}}{K_{it}}$	-2.180	-1.664*	$\ln\frac{K_{git}}{O_{it}}$	-0.579	5.133	$\frac{i_{dit}}{K_{dit}}$	-1.860	0.140
f_{it}^{K}	-2.093	-1.305	$\ln\frac{K_{sit}}{O_{it}}$	-2.306	-1.061	$\frac{i_{eit}}{K_{eit}}$	-2.537	-2.981**
$\frac{i_{git}}{K_{git}}$	-2.389	-3.478**	$\ln\frac{K_{dit}}{O_{it}}$	-2.348	-1.236	$\frac{i_{sit}}{K_{sit}}$	-2.166	-0.801
$\frac{c_{git}}{K_{it}}$	-2.242	-1.786*	$\ln\frac{K_{eit}}{O_{it}}$	-2.347	-1.767*	s_{1it}	-2.321	-3.354**
$\ln\frac{K_{it}}{O_{it}}$	-1.697	-0.795	$\ln f_{it}^{K}$	-2.118	-1.568	s_{2it}	-2.453	-3.752**

Notas: Los valores de $a_{NT} = (1/N)\sum_{i=1}^{N} E\left[t_{iT}(p_i, 0)\right]$ y $b_{NT} = (1/N)\sum_{i=1}^{N} Var\left[t_{iT}(p_i, 0)\right]$ han sido tomados de Im *et al.* (1997), cuadro 2.

*(**) significativo al 10 por ciento (5 por ciento). *T*=16 y *N*=17.

A grandes rasgos, y sin entrar en una descripción detallada de los resultados alcanzados, puede advertirse la existencia de un primer grupo de variables estacionarias (tasa de inversión privada, pública productiva y en educación, consumo público en relación al *stock* de capital privado, *spillovers* procedentes de las infraestructuras situadas en otras regiones y el capital público en educación por ocupado) que, básicamente, se corresponden con la ecuación [13]. Un segundo grupo estaría conformado por variables como el *stock* de capital privado, público productivo, en sanidad y social (todos relativizados por el número de ocupados) así como las tasas de inversión pública en sanidad y social, vinculadas muchas de ellas a la especificación de la ecuación [14] y que no rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria. Finalmente, dos variables correspondientes a la productividad del capital privado (con y sin transformación logarítmica) si bien no pueden ser consideradas como estacionarias a los niveles de significación habituales, es preciso admitir que rechazaríamos la hipótesis nula si nos situamos en un entorno de significación más laxo (próximo al 15 por ciento)[37].

III.4.2. Correlación entre efectos individuales y regresores

La segunda cuestión que con carácter previo a la estimación econométrica en sí queremos abordar se refiere a la posible existencia de correlación entre los efectos individuales inobservables y el resto de regresores. El contraste basado en la aportación de Hausman (1978) constituye la metodología clásica empleada en la literatura para proporcionar evidencia en torno a la existencia de dichas correlaciones[38]. Sin embargo, tal y como señalan Arellano y Bover (1990), en la medida en que exista autocorrelación en los residuos el contraste de Hausman pierde su significación.

37 En cualquier caso, un contraste de cointegración se configura como la extensión lógica de este análisis, además de alguna que otra precaución acera de la potencia del contraste de raíces unitarias implementado.

38 Veáse nota 9.

Las primeras estimaciones de panel de las ecuaciones [13] y [14] presentaban un estadístico de Durbin-Watson no satisfactorio. En este sentido procedimos a un primer intento por corregirla a través del procedimiento de Cochrane-Orcutt que empeoró los resultados, poniendo de manifiesto que la renuncia a observaciones en paneles es especialmente gravosa. A fin de evitar la pérdida de la primera observación puede ponerse en marcha algún otro método correctivo de la autocorrelación que no provoque la pérdida de la primera observación, como el de Prais-Wisten; sin embargo, esta circunstancia complica la implementación de estimaciones basadas en Mínimos Cuadrados Generalizados, que es la estrategia seguida bajo un modelo de efectos aleatorios (Greene, 1993).

En consecuencia, decidimos finalmente adoptar la sugerencia recogida en Arellano y Bover (1990) y Arellano (1993) para contrastar la correlación entre los efectos individuales y el resto de regresores en presencia de matrices de covarianzas no escalares. Esta alternativa básicamente consiste en la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios de un sistema de ecuaciones ampliado, en el que aparece un primer grupo de ecuaciones en niveles para cada individuo y año y otro grupo de ecuaciones en primeras diferencias. Un contraste de significación de Wald sobre el vector de coeficientes correspondiente a los regresores diferenciados equivale al contraste de la hipótesis nula de ausencia de correlación entre efectos individuales y variables explicativas.

Los valores obtenidos por los contrastes de Hausman y Arellano son presentados en las columnas correspondientes a las especificaciones de la ecuación [13] que se recogen en cuadro III.8. Para aquellas estimaciones en las que ambos contrastes difieren acerca de la elección entre una estimación intragrupos o de efectos aleatorios, se ha optado por incluir las dos. Por su parte, dado que las estimaciones de la ecuación [14] –cuadro III.9– se han llevado a cabo en primeras diferencias para solventar los generalizados problemas de no estacionariedad de que adolecían la mayor parte de sus variables, se eliminan de este modo los efectos individuales inobservables y desaparece así la disyuntiva entre efectos fijos y aleatorios que guió la estimación previa de [13]. Todas las estimaciones de esta última realizan ponderaciones en la sección cruzada para controlar el distinto tamaño de las unidades muestrales y emplean la matriz de covarianzas de White para evitar problemas de heteroscedasticidad en las series individuales.

III.5. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES

En este apartado se presentarán las estimaciones correspondientes a las ecuaciones [13] y [14] así como extensiones de las mismas para incorporar nuevas variables que pudiesen influir en la inversión privada regional y su productividad. El cuadro III.8 ofrece los coeficientes estimados para la ecuación [13] así como diversos estadísticos sobre la bondad del ajuste y la especificación del modelo; en este sentido, las especificaciones donde la discrepancia entre los contraste de Hausman y Arellano no permitía decidir con claridad la utilización del estimador intragrupos, han sido desagregadas en dos: modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios[39].

39 Considérese en este punto que el hecho de que la muestra incluya a todas las unidades de sección cruzada que forman parte de la población (muestra determinística), supone un indicio a favor del modelo de efectos fijos.

CUADRO III.8

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN [13]. REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995
VAR. DEPENDIENTE: TASA DE INVERSIÓN PRIVADA

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
f_{Kit}	0.22** (0.01)	0.19** (0.02)	0.19** (0.02)	0.20** (0.02)	0.21** (0.02)	0.15** (0.01)	0.22** (0.01)	0.14** (0.01)
$\frac{c_{git}}{K_{it}}$	-1.08** (0.09)	-0.90** (0.11)	-0.96** (0.11)	-0.98** (0.11)	-1.09** (0.09)	-0.55** (0.09)	-1.05** (0.10)	-0.46** (0.08)
$\frac{i_{git}}{K_{git}}$	0.07** (0.01)	0.06** (0.01)	0.06** (0.01)	0.06** (0.01)	0.07** (0.02)	0.06 (0.04)	0.09** (0.02)	0.08* (0.3)
$\frac{i_{sit}}{K_{sit}}$		0.06** (0.01)						
$\frac{i_{dit}}{K_{dit}}$			0.03* (0.01)					
$\frac{i_{eit}}{K_{eit}}$				0.03** (0.01)				
s_{1it}					0.009 (0.03)	0.08 (0.05)		
s_{2it}							-0.05 (0.03)	0.03 (0.05)
R^2 ajustado	0.80	0.82	0.81	0.81	0.80	0.38	0.80	0.34
Hausman	223.86**	45.55**	41.97**	85.42**	126.10**	126.10**	136.92**	136.92**
Arellano	7.26*	26.70**	24.84**	18.10**	6.36	6.36	7.81	7.81
Núm. observaciones	272	272	272	272	272	272	272	272

Notas: *(**) Significativo al 5 por ciento (1 por ciento). Los grados de libertad del estadístico de Hausman son 3 para la especificación [1] y 4 para las restantes. En las especificaciones de efectos aleatorios, recogidas en las columnas [6] y [8], no se informa del valor de la constante. Desviación típica entre paréntesis.

Los resultados de las distintas especificaciones recogidas en el cuadro III.8 nos permite extraer los siguientes comentarios. En primer lugar, los signos de los coeficientes estimados se encuentran en general dentro de la lógica económica del modelo neoclásico esbozado en el apartado III.3; de otro lado, la significatividad estadística de aquellos se mantiene dentro de niveles satisfactorios. En concreto, tanto la productividad del capital privado como la inversión pública productiva aparecen con signo positivo y altamente significativas (salvo la tasa de inversión pública en los modelos de efectos aleatorios de las columnas [6] y [8])[40]; por su parte, el consumo público, cuyo efecto sobre la inversión privada quedaba indeterminado en el marco teórico esbozado antes, presenta en nuestras estimaciones un inequívoco valor negativo: el efecto negativo sobre la inversión privada provocado por los impuestos necesarios para financiar el consumo público así como el posible grado de complementariedad de éste con el consumo privado parecen haber expulsado inversión privada, más allá del posible efecto *crowding-in* vinculado a la sustituibilidad que pudiera establecerse entre consumo público y privado.

40 Téngase en cuenta, no obstante, que las series regionales de productividad del capital privado presentaban sólidos indicios de no estacionariedad (véase cuadro III.7), lo que nos impone una cierta cautela en la interpretación del resultado alcanzado.

En segundo lugar, tal y como se aprecia en las columnas [2]-[4], la inversión pública social ha ejercido un efecto positivo y significativo sobre la inversión privada regional a lo largo del periodo considerado. Recuérdese, no obstante, que tanto las tasas de inversión pública en sanidad como la llamada social (en sanidad y educación) presentaban evidencia de seguir un proceso autorregresivo de raíz unitaria; esto es, las estimaciones presentadas bajo las especificaciones [2] y [3] corren el riesgo de encontrarse contaminadas de lo que se ha venido en denominar regresión espúrea. La tasa de inversión pública en educación, por su parte, es claramente estacionaria a tenor de los resultados recogidos en el cuadro III.7; en este caso se aprecia que el esfuerzo inversor del sector público en la formación de capital humano ha tenido un efecto positivo sobre la inversión privada y que podemos cuantificar en más de la mitad del correspondiente a la inversión pública directamente productiva.

En tercer lugar, las cuatro últimas columnas del cuadro III.8 presentan resultados en torno al impacto que la inversión pública realizada en otras regiones puede tener sobre una comunidad autónoma de referencia. De esta forma hemos definido dos variables, s_{1it} y s_{2it}, que recogen, respectivamente, la tasa de inversión pública directamente productiva realizada en el total nacional con excepción de la región *i* y el concepto equivalente en las regiones geográficamente adyacentes[41]. Dada la discrepancia ya aludida en relación a la existencia de efectos individuales correlacionados con el resto de regresores (y puesta de manifiesto en los contrastes *à la* Hausman y *à la* Arellano llevados a cabo), se ha optado por incluir los resultados de la especificación de efectos fijos y aleatorios. Tan solo los valores correspondientes al modelo de efectos fijos y la variable s_{2it} se encuentran dentro de los umbrales estadísticos que merece comentar (aunque no se informa de ello, el coeficiente de dicha variable resulta significativo al 10 por ciento).

Es posible hablar así de un efecto expulsión de la inversión privada realizada en una región como consecuencia de las inversiones públicas en infraestructuras efectuadas en regiones vecinas; ello puede sugerir la idea de que ha existido una circunstancia implícita de competencia fiscal por el lado del gasto, esto es, de huida de bases imponibles (y actividad económica desde una perspectiva más amplia) a partir del impulso y desarrollo de infraestructuras en las comunidades adyacentes. Además, bajo esta circunstancia, se aprecia cómo la inversión pública localizada en la región *i* adquiere un valor más elevado que el obtenido en el caso en que la competencia regional vía dotación de capital público no era considerada de forma explícita en la estimación econométrica[42].

A continuación nos detendremos en los resultados alcanzados en la estimación de la ecuación [14] que, como se recordará, recogía las variables que podían influir en la productividad del capital privado regional. Según la información proporcionada por los contrastes estadísticos de raíces unitarias para paneles implementados con anterioridad –y cuyos resultados se reflejaban en el cuadro III.7–, la mayor parte de las series implicadas en la citada ecuación presentaban manifiestos síntomas de no estacionariedad. Ello no era así para la variable $\ln\frac{K_{eit}}{O_{it}}$ y, en menor medida, para $\ln f_{Kit}$[43]. A pesar de estos dos casos puntuales (en los que, por otra parte, los niveles de significación en el rechazo de la hipótesis nula no son especialmente reducidos), hemos optado por especificar el modelo en primeras diferencias, salvando de este modo las dificultades inherentes a la existencia de raíces unitarias a la vez que eliminando los efectos individuales inobservables. En este sentido, ahora no será necesario llevar a cabo los contrastes de ausencia de correlación entre éstos y el resto de regresores.

41 Para esta última variable y en el caso de Canarias y Baleares, se ha tomado el valor de s_{1it}.

42 Trabajos anteriores presentan resultados contrarios a los aquí presentados cuando abordan la cuestión de los efectos desbordamiento. Son los casos de Mas *et al*. (1996a), Moreno *et al*. (1997) o Gómez de Antonio (2001). Por su parte, Holtz-Eakin y Schwartz (1994) no detectan *spillovers* derivados de la red de autopistas norteamericanas sobre la productividad estatal.

43 Los indicios de no estacionariedad para la variable productividad del capital privado regional son más evidentes, como era de esperar, sin la transformación logarítmica a la que es sometida para su inclusión en la ecuación [14].

El cuadro III.9 recoge las estimaciones correspondientes a la ecuación [14] en primeras diferencias. Con carácter previo se estudiaron especificaciones alternativas a las recogidas en el cuadro que sigue, en especial las referidas a la incorporación de efectos *spillovers* de un modo similar al llevado a cabo en la ecuación [13], pero los evidentes problemas de multicolinealidad que generaba la inclusión de variables *stock* equivalentes a s_{1it} y s_{2it} sobre la dotación de capital público productivo por ocupado, nos hicieron desistir en nuestro propósito de medir los efectos de las infraestructuras sitas en otras regiones sobre la productividad del capital privado en el marco teórico que seguimos.

CUADRO III.9

ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN [14]. REGIONES ESPAÑOLAS, 1965-1995
VAR. DEPENDIENTE: LOGARITMO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL PRIVADO REGIONAL
(EN DIFERENCIAS)

	[1]	[2]	[3]
$\Delta \ln \frac{K_{it}}{O_{it}}$	-0.60**	-0.54**	-0.60**
	(0.05)	(0.04)	(0.04)
$\Delta \ln \frac{K_{git}}{O_{it}}$	0.10**	0.13**	0.12**
	(0.03)	(0.03)	(0.03)
$\Delta \ln \frac{K_{sit}}{O_{it}}$	0.12**		
	(0.03)		
$\Delta \ln \frac{K_{eit}}{O_{it}}$		0.06**	
		(0.02)	
$\Delta \ln \frac{K_{dit}}{O_{it}}$			0.10**
			(0.01)
R^2 ajustado	0.41	0.39	0.42
Durbin-Watson	1.68	1.61	1.68
Núm. observaciones	255	255	255

Notas: ** Significativo al 1 por ciento. Desviación típica entre paréntesis.

La estimación de la ecuación [14] permite extraer los siguientes comentarios. En primer lugar, todas las variables son significativas y con los signos esperados, esto es, la productividad del capital privado regional mantiene una relación inversa con el *stock* de capital instalado en la comunidad autónoma en virtud de la existencia de rendimientos decrecientes en todos y cada uno de los factores de producción.

En segundo lugar, se aprecia que las variables explicativas que miden los efectos del capital público sobre la productividad del privado presentan el impacto positivo que ha sido ilustrado en trabajos anteriores[44]. Además, esta circunstancia podría mostrar un canal alternativo a través del cual la inversión pública influye sobre la renta per cápita; en efecto, esto podría hacer compatibles los resultados alcanzados en el primer artículo de esta Tesis, en el que bajo distintas especificaciones econométricas se llegaba a la conclusión de que la inversión pública no había ejercido un efecto positivo sobre la renta per cápita regional entre 1965 y 1995, con los fundamentos que respaldan la implementación de políticas regionales basadas en la provisión de capital público.

En tercer lugar, se pueden distinguir ligeras diferencias cuantitativas entre los distintos tipos de capital público considerados en las regresiones. Una de ellas viene dada por el mayor impacto

44 Veáse Capítulo I.

que las infraestructuras sociales tienen sobre la productividad del capital privado en comparación con las infraestructuras directamente productivas; esta circunstancia, aunque algo llamativa, ya ha sido ilustrada en trabajos anteriores desde otras perspectivas[45]. Por su parte, una vez desagregado el *stock* de capital público social en educación y sanidad, este último mantiene su importancia a la hora de determinar la productividad del capital privado mientras que las infraestructuras educativas reducen su impacto a la mitad del generado por el capital público directamente productivo[46].

III.6. CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

La inversión pública constituye uno de los principales ejes sobre los que giran las políticas de redistribución territorial, encaminadas a favorecer los procesos de convergencia real entre economía pertenecientes a un mismo ámbito político-económico. Ello puede atribuirse, en general, a la presunción de una relación directa entre gasto público en infraestructuras y crecimiento de la renta per cápita así como a la existencia de efectos incentivadores de la inversión pública sobre la acumulación de capital privado.

Esta última circunstancia constituye el objeto de estudio de este trabajo. En concreto, se ha pretendido contrastar si el esfuerzo inversor del sector público ha atraído o desplazado inversión privada en las regiones españolas a lo largo del periodo 1965-1995. Para ello se ha empleado el marco teórico standard de los modelos de efecto *crowding-out* de la política fiscal (que nosotros hemos desplegado en distintos conceptos de inversión pública) sobre las variables de la demanda agregada.

Tanto desde un punto de vista teórico como de los resultados que se desprenden de los trabajos empíricos puede hablarse de un doble efecto que el gasto público en capital puede ejercer sobre la formación de capital privado. Por un lado, la inversión pública altera el patrón de consumo intertemporal definido por los agentes privados que, para neutralizar este cambio, reducen su esfuerzo inversor; si, además, consideramos los desincentivos que la imposición derivada de esa necesidad de gasto público puede causar sobre el ahorro privado en un contexto de equivalencia ricardiana, queda respaldado un posible efecto *crowding-out* de la inversión privada por la pública. Por otro lado, en la medida en que las infraestructuras eleven la productividad del capital privado, un mayor gasto en aquellas puede estimular la formación bruta de capital por parte del sector privado de la economía; se trataría entonces de un efecto *crowding-in* de signo opuesto al anterior. Queda por dilucidar, por tanto, cuál de los dos predomina en el caso que nos ocupa.

A partir de una especificación biecuacional de las relaciones anteriormente aludidas, hemos procedido a la estimación de las mismas con metodología de datos de panel. Con carácter previo, sin embargo, hemos contrastado la presencia de raíces unitarias en las series empleadas a fin de evitar que los resultados queden invalidados por regresiones espúreas. Del mismo modo, hemos prestado especial atención a los problemas de consistencia derivados de las posibles correlaciones entre efectos individuales inobservables de las regiones y el resto de regresores.

45 Por ejemplo, Rivera y Currais (2000) en un marco de crecimiento económico.

46 Este menor efecto de las infraestructuras educativas regionales sobre la productividad del capital puede atribuirse parcialmente a la existencia de flujos migratorios interregionales de la mano de obra; esto provocaría que no fuese realmente determinante el que los trabajadores hayan sido formados en la región donde proporcionan sus servicios productivos junto al capital privado, sino que su inversión en capital humano podría haber tenido lugar en otra comunidad del Estado.

Los resultados se muestran acordes con lo predicho, en general, por el modelo teórico subyacente. En particular se detecta un efecto positivo de la inversión pública productiva sobre la tasa de inversión privada regional, poniendo de manifiesto que ha predominado el efecto atracción sobre el de expulsión en las relaciones entre ambas variables. Otro tanto sucede cuando consideramos la inversión pública social, en especial la referida a inversión en educación. En cuanto a la influencia del consumo público sobre la inversión privada, se encuentra que el primero afecta de forma negativa a la segunda, siendo bastante estable esa relación en las distintas especificaciones. De este modo se ilustra la trascendencia de la composición del gasto público sobre la acumulación de capital privado.

Respecto a las consecuencias de los efectos desbordamiento generados por infraestructuras sitas en otras regiones, el único resultado con garantías estadísticas sugiere la presencia de *crowding-out* como consecuencia de inversiones directamente productivas realizadas en regiones adyacentes.

En el caso de las variables susceptibles de influir sobre la productividad del capital regional privado y consideradas en este trabajo, hemos encontrado que tanto la inversión pública productiva como la realizada en educación y sanidad han ejercido un efecto positivo sobre la rentabilidad del capital privado.

En definitiva, este trabajo ha pretendido arrojar luz sobre un fenómeno que consideramos insuficientemente tratado: las relaciones que se establecen entre el esfuerzo inversor público y la inversión privada desde una perspectiva regional en nuestro país. Quedan, no obstante, cuestiones sin respuesta que suponen el punto de partida de investigaciones futuras. De un modo no exhaustivo podemos mencionar algunos de los interrogantes que permanecen abiertos. Uno de ellos hace referencia a las mejoras econométricas que pueden introducirse en la estimación (por ejemplo, controlar la posible simultaneidad entre variables endógenas y exógenas). También podría pensarse en añadir calidad a la definición de alguna de las variables empleadas, a saber, la productividad marginal del capital o la *proxy* utilizada para consumo público, con la intención de aproximarlas al concepto real que pretenden medir. En otro orden de cosas, cabría ampliar el horizonte temporal y la profundidad de trabajos anteriores que persiguen hacer explícitos los factores que explican la distribución de la inversión pública entre las distintas regiones españolas.

CAPÍTULO IV

PROVISIÓN EFICIENTE DE INVERSIÓN PÚBLICA FINANCIADA CON IMPUESTOS DISTORSIONANTES

IV.1. INTRODUCCIÓN

La provisión de un nivel óptimo de infraestructuras por parte del sector público constituye un tema no demasiado tratado en la literatura teórica sobre economía pública. En los últimos años, la aproximación más abundante al estudio de la inversión pública se ha realizado desde el terreno del crecimiento económico. En este sentido, a principios de los 70 ya aparecen trabajos científicos sobre la optimalidad del *stock* de capital público en un marco de crecimiento (Arrow y Kurz, 1970). No obstante, es a partir de Barro (1990) cuando se comienzan a estudiar con amplitud las condiciones a satisfacer por las infraestructuras para que su dotación sea calificada como óptima (Futagami *et al.*,1993; Glomm y Ravikumar, 1994, 1999; González-Páramo, 1995)

Entre las escasas aportaciones que abordan la provisión de infraestructuras desde la perspectiva propia de la hacienda pública, destacan los estudios pioneros de Kaizuka (1965) y Sandmo (1972). Estos autores realizaron la traslación de la teoría de los bienes públicos, iniciada a partir del artículo seminal de Samuelson (1954), para el caso de un *input* de producción provisto por el sector público. Más recientemente, en el marco del federalismo fiscal, el trabajo de Gómez (1991) ofrece resultados acerca de la eficiencia de la provisión óptima de infraestructuras en un modelo con restricciones a la movilidad del factor trabajo.

En estas páginas se pretende recuperar la polémica iniciada por Pigou (1947) acerca del cumplimiento de la tradicional regla de provisión eficiente de bienes públicos en presencia de imposición distorsionante, con el objetivo de trasladarla al caso de las infraestructuras. Los trabajos publicados con anterioridad, que se ciñen al caso de un bien público destinado al consumo, destacan dos factores en dicha relación. Por un lado, reconocen que la utilización de impuestos distintos a los de suma fija conlleva un coste en términos de bienestar que eleva el coste unitario de proveer gasto público. Por otro lado, subrayan que en la medida en que puedan existir relaciones de complementariedad entre los bienes privados sometidos a gravamen y el bien público, es posible que el coste marginal de los fondos públicos se reduzca ya que la recaudación se incrementa con la provisión del bien público.

El análisis teórico de este tipo de cuestiones fue desarrollado a partir de los artículos de Dasgupta y Stiglitz (1971) y Atkinson y Stern (1974), que retomaron la idea lanzada por Pigou. En estos primeros trabajos se insiste en la existencia de un exceso de gravamen que eleva el coste marginal de la provisión pública al recaudar impuestos con tributos distorsionantes. Aportaciones posteriores como las de Wildasin (1979, 1984) o Chung (2000) ponen el acento en las relaciones de complementariedad entre gasto público y recaudación impositiva. El marco de agente representativo seguido hasta el momento es alterado por King (1986), Wilson (1991a, b), Konishi (1993) o Gaube (2000), que emplean modelos con agentes heterogéneos. Las conclusiones no se modifican en esencia, aunque la complejidad analítica se eleva. Otras aportaciones, como las de Aronsson y Sjögren (2001), enfocan el problema en el marco de un mercado de trabajo no competitivo.

Las principales aportaciones del presente capítulo pueden sintetizarse como sigue. En primer lugar, se discute la provisión de un bien público que afecta simultáneamente a las funciones de utilidad y producción de los agentes; ésta es una circunstancia que reúnen bienes como las infraestructuras de transportes y comunicaciones y que no ha sido tratada formalmente en la literatura con el interés que debiera. En segundo lugar, se pone de manifiesto que en el caso del capital público también el bienestar social neto derivado de su provisión depende de forma importante del modo de financiarlo: impuestos distorsionantes *vs*. de suma fija. En tercer lugar, se señalan las restricciones derivadas de las rigideces que impone el sistema fiscal a la provisión de infraestructuras, en especial

las relacionadas con la restricción presupuestaria del sector público. De todos estas características, así como de los ejercicios numéricos ofrecidos, se desprenden una serie de implicaciones normativas que consideraremos al final del trabajo.

El capítulo está estructurado en dos partes. En la primera de ellas, que comprende los apartados IV.2-IV.4, tras la descripción del modelo (apartado IV.2), se ofrecen e interpretan las condiciones de primer orden para la provisión óptima de inversión pública bajo dos esquemas fiscales distintos: impuestos sobre el consumo óptimos (apartado IV.3) e impuestos sobre el consumo arbitrarios (apartado IV.4). Bajo ambas circunstancias se estudia en qué condiciones se eleva la recaudación impositiva. En una segunda parte, desarrollada en los apartados IV.5-IV.6, se introduce una regla de comportamiento del sector público según la cuál éste se limita al cumplimiento de su restricción presupuestaria (apartado IV.5). A continuación (apartado IV.6) se presenta una simulación numérica de las principales variables relevantes: cantidades de inversión pública provista, coste social de los fondos públicos, efectos del gasto público sobre la recaudación tributaria y desviación de la cuantía de inversión provista de las condiciones de optimalidad definidas en la primera parte. Un apartado de conclusiones cierra el trabajo.

IV.2. PLANTEAMIENTO BÁSICO DEL MODELO

Este apartado caracteriza el comportamiento de los agentes económicos en un marco de equilibrio general. Se presentan así los principales rasgos en la toma de decisiones de los mismos al igual que los supuestos sobre los que descansa el modelo utilizado.

IV.2.1. Consumidores

Sea una economía formada por *H* individuos idénticos, numerados por *h*. Cada uno de estos consumidores tiene definida una función de utilidad según la siguiente expresión:

$$U^h\left(x^h, g\right) \qquad [1]$$

donde x^h es un vector de *n+*1 bienes privados, $x_h = \left(x_0, x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_n\right)'$, y *g* un bien público puro[47]. Estableceremos, asimismo, que los individuos ofrecen toda su dotación inicial de trabajo y capital (l^h y k^h) de forma inelástica a unos precios ω y r, respectivamente. Teniendo en cuenta que estos consumidores se enfrentan a un vector de precios al consumo q, $q = \left(q_0, q_1, q_2, ..., q_i, ..., x_n\right)$, y que consideran dada una cantidad de *g* y la renta (expresada en términos de un bien numerario 0), de la resolución de su problema de optimización vamos a obtener dos resultados equivalentes. El primero de ellos se refiere a las funciones de demanda individuales para cada bien, que adoptan la siguiente expresión general:

47 Se supone que dicha función de utilidad satisface los requisitos habituales: continua, dos veces diferenciable, estrictamente cuasicóncava y estrictamente creciente en x_i y *g*. Además, la función de utilidad cumple las condiciones de Inada: $\lim_{x_i^h \to 0} \frac{\partial U^h}{\partial x_i^h} = \infty$ y $\lim_{x_i^h \to \infty} \frac{\partial U^h}{\partial x_i^h} = 0$.

$$x_i^h = x_i^h\left(q, g, M^h\right) \quad \forall i, h, \qquad [2a]$$

donde $M^h = \omega l^h + r k^h$ es a la renta total obtenida por los individuos a través de la venta de los servicios de sus factores productivos. El segundo resultado inmediato que se desprende es la función de utilidad indirecta, que viene dada por:

$$V^h\left(q, g, M^h\right) = \underset{\{x^h\}}{\text{Max}}\, U^h\left(x^h, g\right), \quad \forall h \quad \text{s.a.}: q x^h = M^h \qquad [2b]$$

IV.2.2. Empresas

Establecemos la existencia de *n*+1 empresas, produciendo cada una de ellas de forma exclusiva el bien *i* (*i* = 0, 1, 2, … , *n*). La tecnología a disposición de cada una de estas empresas viene dada por las correspondientes funciones de producción que, de forma genérica, pueden expresarse como sigue:

$$X_i = F_i(L_i, K_i, g), \qquad [3]$$

donde L_i y K_i son, respectivamente, las cantidades de trabajo y capital utilizadas en la producción del bien *i*. Adviértase que entre los factores productivos también se encuentra el bien público *g*, que adopta ahora una naturaleza de *input* público[48]. Se supone que la productividad marginal de cada uno de los factores productivos es positiva y decreciente; además, incrementos marginales de *g* elevan la productividad de los factores privados:

$$F_{Lg} > 0, \quad F_{Kg} > 0 \qquad [4]$$

Cada una de estas empresas va a funcionar en mercados de bienes y factores perfectamente competitivos y abiertos al resto del mundo para bienes y capital, existiendo libre movilidad del capital y trabajo entre sectores. Por su parte, supondremos que las funciones de producción se caracterizan por rendimientos constantes a escala en los factores privados. A partir de la resolución de problema de optimización, la empresa que produce *i* va a definir sus demandas de factores según la expresión:

$$p_i \frac{\partial X_i}{\partial L_i} = \omega, \quad \forall i \qquad p_i \frac{\partial X_i}{\partial K_i} = r, \quad \forall i, \qquad [5$$

donde p_i es precio internacional del bien X_i. Teniendo en cuenta las relaciones de complementariedad definidas en [4], podemos afirmar que aumentos en la dotación de *g* elevan la remuneración del trabajo ($p_i \frac{\partial X_i^2}{\partial L_i \partial g} = \frac{\partial \omega}{\partial g} > 0, \forall i$). No sucede otro tanto con el capital privado en virtud de su libre movilidad internacional.

48 La variable *g* tendrá un carácter flujo (inversión pública). Alternativamente, puede pensarse en *g* en términos *stock* si suponemos que se trata de capital público cuya depreciación es instantánea (Barro, 1990).

IV.2.3. Sector público

Supondremos que existe un gobierno benevolente que, bajo información perfecta, elegirá la cantidad de *g* que maximice el bienestar social medido a través de una función utilitarista. El coste de proveer *g* viene determinado por una función $c(g)$ expresada en unidades de numerario. Esta función es creciente en *g* ($c'(g)>0$) y linear en su argumento[49]. Este gasto público se va a financiar mediante impuestos *ad valorem* sobre el consumo de los bienes *i* a un tipo t_i, esto es, $q_i = p_i(1+t_i)$, $\forall i$.

En esta parte vamos a estudiar tres esquemas fiscales distintos: tipos impositivos fijados de forma óptima, tipos impositivos que se ajustan para que cada *commodity tax* recaude la misma cantidad de recursos y tipos impositivos fijados exógenamente excepto uno que se ajusta como en el esquema anterior para el cumplimiento de la restricción presupuestaria gubernamental. El problema de optimización al que se enfrenta el gobierno en cada una de estas situaciones viene dado, respectivamente, por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} &\underset{\{g,t_i\}}{\text{Max}} \quad H\,V^h\left(q(t_i),\, g, M^h(g)\right) \\ &\text{s.a.:} \quad c(g) = H\sum_{i=1}^{n} t_i\, p_i\, x_i^h\left(q(t_i), g, M^h(g)\right), \qquad h=1,2,...,H; i=1,2,...,n \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned} &\underset{\{g,t_i\}}{\text{Max}} \quad H\,V^h\left(q(t),\, g, M^h(g)\right) \\ &\text{s.a.:} \quad c(g) = H\sum_{i=1}^{n} t_i(g) p_i\, x_i^h\left(q(t), g, M^h(g)\right) \\ &\qquad t_i\, p_i\, x_i^h\left(q(t), g, M^h(g)\right) = \frac{c(g)}{NH}, \quad \forall i, \quad h=1,2,...,H; i=1,2,...,n \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} &\underset{\{g,t_1\}}{\text{Max}} \quad H\,V^h\left(q(t_1),\, g, M^h(g)\right) \\ &\text{s.a.:} \quad c(g) = H\left(\sum_{i=2}^{n} t_i\, p_i\, x_i^h\left(q(t_1), g, M^h(g)\right) + t_1\, p_1\, x_1^h\left(q(t_1), g, M^h(g)\right)\right) \\ &\qquad t_1\, p_1\, x_1^h\left(q(t_1), g, M^h(g)\right) = \frac{c(g)}{NH}, \qquad h=1,2,...,H; i=1,2,...,n. \end{aligned} \tag{8}$$

Obsérvese que las variables de decisión del gobierno cambian de [6] y [7] respecto a [8], en el que tan solo se elige *g* y un tipo impositivo. Debe notarse, asimismo, que el segundo modelo no pretende ser tanto una descripción realista del comportamiento del gobierno como una ilustración de un grado intermedio de restricción sobre la política impositiva del gobierno, entre la ausencia de limitaciones (primer modelo) y su severidad máxima (tercer modelo).

49 Excluimos de esta forma la posibilidad de un coste marginal creciente en *g*, siguiendo así el caso predominante en la literatura. Wilson (1991a,b) y Chang (2000) establecen, no obstante, un coste marginal creciente en *g*.

IV.3. PROVISIÓN ÓPTIMA DE INFRAESTRUCTURAS CON ESTRUCTURA IMPOSITIVA ÓPTIMA

En este apartado se resolverá el problema [6]. Ello generará no solo la condición de primer orden para la asignación eficiente de *g* sino una estructura de tipos impositivos que minimiza el exceso de gravamen asociado al uso de impuestos distorsionantes. Esta materia se encuentra en la línea de los trabajos desarrollados por Diamond y Mirrless (1971a, b), Atkinson y Stern (1974) o, más recientemente, los ya citados de Wilson (1991a) o Gaube (2000).

A partir de la correspondiente función de Lagrange se obtienen las siguientes condiciones de primer orden para *g* y t_k:

$$H\left(\frac{\partial V^h}{\partial g}+\frac{\partial V^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)=\lambda\left(c'(g)-H\sum_{i=1}^{n}t_i p_i\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)\right) \qquad [9]$$

$$H\left(\frac{\partial V^h}{\partial g}+\frac{\partial V^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)=\lambda\left(c'(g)-H\sum_{i=1}^{n}t_i p_i\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)\right) \qquad [10]$$

$$H\frac{\partial V^h}{\partial t_k}=\lambda\left(-H\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial x_i^h}{\partial t_k}t_i p_i-Hx_k^h p_k\right)\quad \forall k\,,$$

donde λ es el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción presupuestaria del gobierno. Teniendo en cuenta que $\frac{\partial V^h}{\partial g}+\frac{\partial V^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}=\sum_{i=0}^{n}\frac{\partial U^h}{\partial x_i^h}\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)+\frac{\partial U^h}{\partial g}$, $\forall h$, y que la utilidad marginal de la renta es $\alpha=\sum_{i=0}^{n}\frac{\partial U^h}{\partial x_i^h}\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}$, [9] puede escribirse e interpretarse en los siguientes términos:

$$H\left(RMS_g^M+\frac{\partial M^h}{\partial g}+\frac{\sum_{i=0}^{n}\frac{\partial U^h}{\partial x_i^h}\frac{\partial x_i^h}{\partial g}}{\alpha}\right)=\frac{\lambda}{\alpha}\left(c'(g)-H\sum_{i=1}^{n}t_i p_i\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)\right),\ \forall h \qquad [11]$$

El lado izquierdo de [11] muestra la suma para los *H* individuos de los beneficios marginales que una unidad adicional de *g* representa en términos de renta. Un primer ingrediente de estos beneficios marginales lo constituye, obviamente, la relación marginal de sustitución entre la inversión pública y la renta (expresada en unidades del bien numerario). La peculiaridad que incorpora el considerar que estos bienes públicos ofrecen, además, servicios productivos a las empresas reside en el segundo sumando del primer término: en la medida en que el capital público eleva la productividad del factor trabajo y con ella la renta de los consumidores, se ejercen unos efectos sobre el consumo de otros bienes privados que afectan a la utilidad. El tercer y último sumando del primer miembro captura la incidencia que las posibles relaciones de complementariedad/sustituibilidad entre *g* y el resto de los bienes privados puedan tener sobre la utilidad de los individuos.

Por su parte, los términos situados a la derecha en la ecuación [11] recogen todos los costes implicados en la provisión de una unidad adicional de *g*. Así, el coste marginal de proveer capi-

tal público $c'(g)$ ha de minorarse en la cuantía correspondiente al incremento en la recaudación impositiva que esta unidad adicional genera. El que realmente aumenten los recursos a disposición del sector público a partir de la provisión de infraestructuras dependerá del signo de $\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)$: si el capital público mantiene una relación de complementariedad global con los bienes gravados –entendida ésta como la *suma* de las derivadas parciales de cada uno de los bienes privados respecto a *g*–, la recaudación tributaria aumentará. Nuestro modelo ofrece resultados en este sentido según se desprende de la proposición 1.

Proposición 1. *Si la demanda marshalliana del bien considerado como numerario –y no sometido a gravamen– es independiente o sustitutiva respecto a la inversión pública g y los bienes gravados son normales, un mismo esfuerzo fiscal por parte de los contribuyentes permite alcanzar un mayor volumen de recaudación como consecuencia de la provisión de inversión pública (Condición Suficiente).*

Demostración 1. Se sigue de la diferenciación de la restricción presupuestaria del consumidor respecto a *g*:

$$\frac{\partial x_0^h\left(q_0,g,M^h(g)\right)}{\partial g}+\sum_{i=1}^{n}q_i\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)=\frac{\partial M^h}{\partial g},\quad \forall h$$ Dado que el segundo miembro de esta expresión siempre es positivo en virtud del efecto que la inversión pública tiene sobre la productividad de los trabajadores, que los precios al consumo q_i son estrictamente positivos y que las relaciones de independencia o sustituibilidad entre la demanda de x_o y *g* no afectarán o reforzarán, respectivamente, el signo positivo del primer miembro, toda la expresión entre paréntesis será mayor que cero. En consecuencia, la demanda de bienes gravados aumenta y con ella la recaudación, sin que esto deba vincularse a un mayor esfuerzo fiscal.

La recaudación de impuestos aumentará y se reduce, por consiguiente, el coste marginal de proveer infraestructuras[50]. En otro orden de cosas, la parte derecha de la expresión [11], que muestra los costes marginales implicados en la provisión de *g*, ofrece la oportunidad de discutir sobre el parámetro λ. Con éste se está incorporando el coste marginal social de financiar la provisión de infraestructuras a través de impuestos distorsionantes (recaudación + exceso de gravamen) y origen de la polémica iniciada por Pigou (1947). En la medida en que el cociente λ/α sea mayor que uno, la simple suma de relaciones marginales de sustitución sobrevalora los beneficios de una unidad adicional de *g.* En este sentido, la siguiente proposición proporciona información al respecto.

Proposición 2. *Bajo el supuesto de normalidad de los bienes sometidos a gravamen, el coste marginal social de recaudar impuestos λ supera de forma inequívoca a la utilidad marginal privada de la renta α (Condición suficiente).*

Demostración 2. Véase apéndice A.

---

50 Wildasin (1979), y luego King (1986) a partir de un enfoque dual en la optimización del consumidor, descomponen los efectos de *g* sobre la demanda de los bienes privados sometidos a gravamen siguiendo un planteamiento similar al de la ecuación de Slutsky:

$$\frac{\partial x_i^h}{\partial g}=\left.\frac{\partial x_i^h}{\partial g}\right|_{\bar{U}}+RMS_g^M\frac{\partial x_i^h}{\partial M}$$

En nuestro caso, el "efecto renta" situado detrás del signo + se vería ampliado por el ya aludido incremento en la renta de los consumidores al elevarse su salario. De cualquier forma, puede advertirse que un incremento en la recaudación de impuestos no es incompatible con una relación de sustituibilidad hicksiana entre x_i y *g*.

A modo de síntesis parcial puede afirmarse que la provisión óptima de infraestructuras debe contabilizar como beneficios marginales no solo la suma de las valoraciones individuales del bien público en cuestión, sino también los incrementos de renta que se derivan de la mayor productividad del factor trabajo y la posible complementariedad entre *g* y el resto de los bienes, que también generan utilidad. Por el lado de los costes de provisión, está claro que el coste marginal directo que conlleva invertir una unidad de renta en capital público debe ajustarse mediante dos efectos contrapuestos: la mayor recaudación impositiva que genera la provisión de *g* (reduciendo así el coste unitario del gasto público) frente al exceso de gravamen que provoca la utilización de impuestos distorsionantes sobre el consumo.

IV.4. PROVISIÓN ÓPTIMA DE INFRAESTRUCTURAS CON TIPOS IMPOSITIVOS QUE SE AJUSTAN INEFICIENTEMENTE

IV.4.1. Condiciones de primer orden

Este subapartado proporcionará las condiciones de primer orden para la provisión óptima de inversión pública que se deriva del problema [7], en el que los tipos impositivos no se eligen de forma óptima sino que cada *commodity tax* se ajusta para aportar la misma recaudación. En este nuevo marco, cada impuesto sobre el consumo del bien *i* debe financiar *g/n*, donde *n* es el número total de bienes gravados. Una situación similar fue analizada por Wildasin (1979, 1984). El problema de optimización al que se enfrenta el gobierno en esta situación viene dado por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} &\underset{\{g\}}{\text{Max}} \quad H\,V^h\left(q(t(g)),\, g, M^h(g)\right) \\ &\text{s.a.:} \quad c(g) = H\sum_{i=1}^{n} t_i(g)\,p_i\,x_i^h\left(q(t(g)), g, M^h(g)\right), \qquad h = 1,2,\ldots,H \end{aligned} \tag{12}$$

donde se ha utilizado la segunda restricción de [7] para despejar **t** en función de *g*. La condición de primer orden para la provisión óptima de *g* es:

$$\begin{aligned} &H\left(\frac{\partial V^h}{\partial g} + \frac{\partial V^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g} + \frac{\partial V^h}{\partial q_i}\frac{dt^i}{dg}\right) = \\ &\lambda\left(c'(g) - H\sum_{i=1}^{n} t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial g} - H\sum_{i=1}^{n} t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g} - \right. \\ &\left. H\sum_{i=j}^{n} t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial q_j}\frac{dt_j}{dg} - H\sum_{i=1}^{n} x_i^h\,p_i\frac{dt_i}{dg}\right). \end{aligned} \tag{13}$$

De forma similar al caso anterior, si dividimos ambos miembros por $\frac{\partial V^h}{\partial M^h} = \alpha$ y aplicamos la identidad de Roy al tercer sumando del primer miembro, podemos alcanzar una expresión susceptible de ser interpretada con cierta facilidad en términos económicos:

$$H\left(\frac{\partial V^h}{\partial g}+\frac{\partial V^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}+\frac{\partial V^h}{\partial q_i}\frac{dt^i}{dg}\right)=$$
$$\lambda\left(c'(g)-H\sum_{i=1}^{n}t_i p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial g}-H\sum_{i=1}^{n}t_i p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}-\right. \qquad [14]$$
$$\left.H\sum_{i=j}^{n}t_i p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial q_j}\frac{dt_j}{dg}-H\sum_{i=1}^{n}x_i^h p_i\frac{dt_i}{dg}\right).$$

En efecto, el primer miembro de [14] recoge los beneficios netos que se derivan de la provisión marginal de *g*. En este sentido, los dos primeros sumandos capturan el efecto positivo que una unidad adicional tiene sobre el bienestar del conjunto de individuos que habitan en esa economía, bien sobre la función de utilidad indirecta, bien a través de los incrementos en la renta que experimentan al elevarse la productividad del trabajo. Por su parte, el tercer sumando del primer miembro, precedido de un signo menos, refleja las consecuencias que la subida en el precio de los bienes de consumo, provocada por tipos impositivos superiores, tiene sobre el bienestar de los consumidores, en forma de una menor demanda de bienes.

El segundo miembro de [14] hace referencia a los costes marginales netos que la provisión de inversión pública conlleva. Así, el coste marginal propiamente dicho –representado por $c'(g)$– debe ser minorado en la cuantía en que se incrementa la recaudación impositiva como consecuencia de una unidad adicional de *g*, todo ello teniendo en cuenta el nuevo marco fiscal en que nos encontramos. En este sentido, es conveniente precisar que de hecho los recursos tributarios a disposición del sector público se van a elevar. La proposición 3 lo enuncia en términos idénticos a los reseñados en el apartado anterior.

Proposición 3. *Si la demanda marshalliana del bien considerado como numerario es independiente o sustitutiva respecto a la inversión pública g y los bienes gravados son normales, un mismo esfuerzo fiscal por parte de los contribuyentes permite alcanzar un mayor volumen de recaudación como consecuencia de la provisión de inversión pública (Condición Suficiente).*

Demostración 3. Siguiendo el mismo razonamiento que con anterioridad (demostración 1), si la renta de los consumidores se eleva como consecuencia de la provisión de infraestructuras y ello no es captado por un incremento en la demanda del bien numerario no gravado, necesariamente el consumo de bienes sometidos a tributación será mayor, incrementándose la recaudación sin que se eleve el esfuerzo de los contribuyentes.

Por último, debe apuntarse que el coste marginal de facilitar infraestructuras al sector privado recogido en la expresión [14] también refleja los efectos negativos que la existencia de un sistema fiscal distorsionante tiene sobre el bienestar social. Este efecto viene dado por el cociente λ/α, cuya lógica es la misma que en el apartado anterior.

IV.4.2. Provisión óptima de infraestructuras con un único impuesto que se ajusta a *g*

El resultado genérico anterior, establecido sobre la base de que cada impuesto sobre el consumo debe recaudar una parte alícuota de la financiación de la inversión pública, se mantiene a grandes rasgos para el caso en que todos los impuestos menos uno se encuentran fijados *a priori* y uno de los *commodity tax* se vincula a la cantidad de *g* provista para cubrir la brecha entre la recaudación de los *n* - 1 tributos y el coste total de la infraestructura[51]. Se trata de una limitación

51 Wildasin (1984) discute un caso similar para bienes públicos destinados al consumo.

extrema del margen de maniobra a disposición del sector público. Estableceremos, así, que de los *n* tipos impositivos existentes en la economía, $t=(t_1,t_2,...,t_n)$, *n-1* se encuentran fijados de antemano, de tal forma que nosotros supondremos que tan solo el impuesto sobre el bien 1 ofrece al gobierno la suficiente discrecionalidad como para ajustar su presupuesto. La segunda restricción del problema [8], además de garantizar un valor positivo para t_1, nos permite al igual que antes despejar dicho tipo impositivo en función de la inversión pública. De esta forma el problema [8] queda como sigue

$$\begin{aligned} &\underset{\{g\}}{\text{Max}} \quad H\,V^h\left(q(t_1(g)),g,M^h(g)\right) \quad ,h=1,2,...,H \\ &\text{s.a.:} \quad c(g)=H\left(\sum_{i=2}^{n} t_i\,p_i\,x_i^h\left(q(t_1(g)),g,M^h(g)\right)+t_1\,p_1\,x_1^h\left(q(t_1(g)),g,M^h(g)\right)\right) \end{aligned} \qquad [15]$$

Al igual que en el subapartado anterior, la condición de primer orden para la inversión pública *g* queda como sigue:

$$\begin{aligned} &H\left(\frac{\frac{\partial V^h}{\partial g}}{\frac{\partial V^h}{\partial M^h}}+\frac{\partial M^h}{\partial g}-x_1^h\frac{dt_1}{dg}\right)= \\ &\frac{\lambda}{\alpha}\left(c'(g)-H\sum_{i=1}^{n}t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial g}-H\sum_{i=1}^{n}t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial M_h}\frac{\partial M^h}{\partial g}-\right. \\ &\left.H\sum_{i=1}^{n}t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial q_1}\frac{dt_1}{dg}-Hx_1^h\,p_1\frac{dt_1}{dg}\right), \end{aligned} \qquad [16]$$

cuya interpretación económica reproduce, *mutatis mutandis*, la ofrecida para [14]. Nuevamente, la recaudación de impuestos aumenta por cada unidad de *g* provista. De otro lado, pueden hacerse explícitos los vínculos que surgen entre los bienes gravados y el bien tomado como numerario y la recaudación de impuestos en los dos últimos esquemas fiscales.

Proposición 4. *Cuanto mayor sea la complementariedad hicksiana entre el bien numerario y cada uno de los bienes gravados, mayor será la recaudación tributaria en los problemas [7] y [8].*

Demostración 4. En el problema [7], si el término $H\sum_{i=j=1}^{n} t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial q_j}\frac{dt_j}{dg}$ de [13] es descompuesto según Slutsky queda $H\left(\sum_{i=j=1}^{n} t_i\,p_i\,s_{ij}-\sum_{i=j=1}^{n} t_i\,p_i\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}x_j^h\right)\frac{dt_j}{dg}$. Ciñéndonos al primer sumando y ampliándolo a todos los bienes de la economía, lo cual es posible puesto que $t_0=0$, llegamos a $H\sum_{i=j=0}^{n} t_i\,p_i\,s_{ij}\frac{dt_j}{dg}$. Multiplicando cada sumando por $\frac{q_j}{q_j}$, obtenemos lo que sigue: $H\sum_{i=j=0}^{n}\frac{t_i}{1+t_i}s_{ij}q_j\frac{dt_j}{dg}$. Debido a la homogeneidad de grado cero en las funciones de demanda y el concepto de restricción presupuestaria, y puesto que $s_{ii}<0$, $\forall i$, cuanto mayor sea la complementariedad hicksiana entre el bien numerario y los bienes gravados (mayor s_{i0} en valor absoluto, aunque $s_{i0}<0$), más intensas serán las relaciones de

sustituibilidad entre los bienes sometidos a gravamen ($s_{ij}>0$), reforzándose así el efecto recaudación derivado de la provisión de *g*. La traslación al problema [8] es inmediata.

Este resultado se encuentra en la línea de aportaciones anteriores aunque, a diferencia de éstas, razona en términos de relaciones entre el bien no gravado y los sometidos a tributación, en lugar de la inmediatez derivada de la complementariedad o no entre bienes gravados y gasto público y sus efectos sobre la recaudación.

IV.5. PROVISIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CON TIPOS IMPOSITIVOS FIJADOS *EX ANTE*

Si bien en los apartados precedentes el comportamiento del sector público venía dictado por un problema de optimización que, a grandes rasgos, quedaba recogido en [6] - [8], en la nueva situación que analizamos el margen de discrecionalidad del gobierno a la hora de proveer inversión pública se reduce considerablemente. Ahora los tipos impositivos con que se grava el consumo de *n* bienes se encuentran fijados de antemano. De ello se sigue que la recaudación tributaria es una variable exógena para el sector público y, por ende, el nivel de gasto público productivo está determinado. La ecuación relevante en este contexto, por tanto, resulta ser la restricción presupuestaria del gobierno:

$$c(g)=H\sum_{i=1}^{n} t_i^0\, p_i\, x_i^h\left(q,g,M^h(g)\right), \qquad h=1,2,...,H, \qquad [17]$$

donde $t_i^0, \forall i=1,\ldots,n,$ hace referencia al aludido tipo impositivo del bien *i* y fijado *ex ante*. Puesto que se trata de una ecuación y una sola incógnita (*g*), la resolución de la misma es inmediata, alcanzándose así el nivel de inversión pública a proveer por el gobierno bajo este nuevo escenario fiscal. Nuestro interés no puede ser tanto analizar reglas de provisión, como la relación entre tipos impositivos e inversión pública en función de los parámetros que caracterizan la economía (preferencias y tecnología) al igual que las implicaciones de esta relación en términos de bienestar social.

IV.6. SIMULACIÓN

En este apartado se van a presentar los resultados de un ejercicio de simulación. En una primera parte se definirán las formas funcionales concretas con las que vamos a trabajar y el marco económico en el que las variables van a interactuar. A continuación, se llevará a cabo una simulación numérica que nos permitirá obtener distintos valores de inversión pública para distintos escenarios. En un tercer subapartado se discutirán las implicaciones sobre el bienestar social que la provisión de *g* conlleva.

IV.6.1. Funciones y parámetros básicos

Sea una economía pequeña y abierta al exterior en la que existen tres tipos de agentes económicos: consumidores, empresas y sector público. El número de consumidores idénticos es *H* y cada uno de éstos maximiza una función de utilidad Cobb-Douglas transformada logarítmicamente y definida sobre tres argumentos: dos bienes privados (*x* e *y*) y un bien público puro (*g*)[52]:

$$U^h\left(x^h, y^h, g\right) = a\ln x^h + b\ln y^h + c\ln g \qquad [18]$$

Se establece que $a = b = 0.4$. Cada consumidor posee una unidad de trabajo y una de capital que ofrecen inelásticamente: $l^h = k^h = 1$. *H* y *c* serán modificados para conocer el efecto sobre la magnitud de la inversión pública provista. Existen dos empresas que fabrican en exclusividad los bienes *X* e *Y* con arreglo a las siguientes funciones de producción:

$$X = AL^{\beta}K_x^{\alpha}\, g^{\gamma} \qquad [19]$$

$$Y = AK_x^{\nu}\, g^{\theta}, \qquad [20]$$

donde A = 1, $\alpha = 0.4$ y $\beta = 0.6$. Tanto *X*, como *Y* como *K* presentan libre movilidad internacional con $p_x = 1$ (*X* será el bien numerario), $p_y = 4$ y $r = 3$, concebido éste último como tipo de interés. Los mercados de factores se rigen por los supuestos básicos de la competencia perfecta. El exponente de *g* en esta función de producción de *X* no es parametrizado pues será una de las variables cuyo valor modificaremos para evaluar la sensibilidad de la provisión pública a la misma. Los exponentes correspondientes a la función de producción de *Y* no se definen dado que no son relevantes a los efectos que nos interesan. El gobierno, por su parte, debe satisfacer un volumen de inversión pública *g* con arreglo a la siguiente función de costes expresada en términos del bien numerario:

$$c(g) = \Psi g + \delta \qquad [21]$$

La obtención de los recursos necesarios para tal fin se instrumenta a través de un impuesto *ad valorem* sobre el consumo del bien *Y* a un tipo *t*, con lo que $q_Y = 4\,(1 + t)$.

IV.6.2. Provisión de inversión pública bajo distintos escenarios[53]

La expresión [17] nos sirve de base para la obtención de distintos niveles de inversión pública según los tipos impositivos establecidos sobre el consumo de *Y* (*t*), las elasticidades de la producción de *X* respecto a *g* (γ), el número de consumidores (*H*), el peso de *g* en la función de utilidad (*c*) y diferentes especificaciones de la función de costes en la provisión de inversión pública (ψ, δ). Para cada una de las simulaciones de los efectos de una variable sobre el nivel de *g* se han mantenido constantes el resto de los parámetros, con la intención de facilitar la interpretación de los resultados; existe por tanto un nivel de referencia o *benchmark* establecido sobre el valor medio del rango tomado para cada una de las variables anteriormente citadas.

52 La utilización de funciones Cobb-Douglas es frecuente en la literatura citada con anterioridad (desde Atkinson y Stern,1974, hasta Gaube, 2000), aunque somos conscientes de las limitaciones que acompañan a las mismas. En concreto, y como es bien sabido, la función de demanda de un bien que se deriva de unas preferencias Cobb-Douglas no depende de las cantidades consumidas o de las condiciones de mercado de los otros bienes. Ello no supone, sin embargo, una limitación importante en nuestro análisis en la medida en que los efectos de *g* sobre la demanda de los bienes privados se pueden canalizar también a través de incrementos en la renta.

53 Se encuentran a disposición del lector que los requiera los detalles de la resolución de los problemas de optimización implicados así como de las operaciones algebraicas a las que a continuación nos vamos a referir.

El rango de valores elegido para cada una de las seis variables así como los niveles de provisión calculados para cada uno de ellos quedan recogidos en el cuadro IV.1. Los valores cuyo subíndice es dos son aquellos que se fijan cuando se analizan los restantes casos.

CUADRO IV.1

SIMULACIÓN EN LA PROVISIÓN DE INVERSIÓN PÚBLICA PARA DISTINTOS PARÁMETROS

	t_1^0			c			H		
	$t_1^0 = 0.08$	$t_2^0 = 0.16$	$t_3^0 = 0.32$	$c_1 = 0.2$	$c_2 = 0.4$	$c_3 = 0.8$	$H_1 = 50$	$H_2 = 100$	$H_3 = 200$
g	2.446	5.025	9.278	5.025	5.025	5.025	2.240	5.025	10.645

	γ			ψ			δ		
	$\gamma_1 = 0.05$	$\gamma_2 = 0.1$	$\gamma_3 = 0.2$	$\psi_1 = 2$	$\psi_2 = 4$	$\psi_3 = 8$	$\delta_1 = 0$	$\delta_2 = 2$	$\delta_3 = 4$
g	4.981	5.025	5.138	10.139	5.025	2.493	5.531	5.025	4.519

Nota: Los parámetros elegidos han sido: $a = b = 0.4$; $A = 1$, $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.6$, $r = 3$; $l^h = k^h = 1$; $p_x = 1$, $p_y = 4$. Cambios en estos valores modifican, obviamente, los resultados pero no alteran la interpretación esencial de los resultados.

Respecto a los vínculos entre la inversión pública provista y el tipo impositivo que grava el consumo se aprecia una relación directa pero no proporcional. Para tipos impositivos reducidos la relación es más que proporcional: cuando éste se duplica el nivel de gasto público productivo se incrementa en más del doble. Por el contrario, conforme se va incrementando la presión fiscal sobre el consumo, los efectos de aumentos en el tipo impositivo generan menores incrementos en la recaudación y, por ende, en la magnitud de inversión pública provista.

En relación a los efectos del peso que las infraestructuras tienen en la utilidad de los individuos (*c*) sobre la cuantía de *g* provista, el cuadro IV.1 indica que aquellos son inexistentes bajo el marco fiscal en que nos movemos. Independientemente del valor de *c*, la inversión pública facilitada por el gobierno es siempre la misma. Ello introduce una fuente de ineficiencia en la medida en que se están desatendiendo las preferencias individuales para decidir un determinado nivel de gasto público.

En cuanto a la influencia que el número de consumidores-contribuyentes (*H*) tiene sobre el volumen de *g* provisto, se observa que un incremento determinado en *H* eleva de forma más que proporcional la recaudación y con ella la cuantía de la inversión pública. Ello tiene su origen en tres circunstancias. Por un lado, la naturaleza no rival del bien público en cuestión elimina la posibilidad de congestión en el uso del mismo, con lo que la incorporación de nuevos usuarios y/o empresas no reduce su disponibilidad[54]. Por otro lado, en la medida en que la provisión de inversión pública presenta una función de costes medios totales decrecientes en *g*, la incorporación de un nuevo contribuyente genera una externalidad fiscal dado que su aportación al presupuesto público es superior a lo que supone una hipotética cuota per cápita en la financiación de *g*. Por último, el efecto positivo de la provisión de inversión pública sobre la renta de los consumidores, esto es, sobre la recaudación impositiva que a la postre determina la cuantía de *g*, incrementa los recursos a disposición del gobierno por encima de la mera adición de contribuyentes.

54 Una extensión interesante en este punto podría venir dada por la posibilidad de gasto público sujeto a congestión, tanto desde la perspectiva de las economías domésticas como en la utilización de *g* como un *input* por parte de las empresas. Para una discusión de las implicaciones derivadas de la congestión de las infraestructuras en el marco de la economía urbana, véase Alonso (2001).

Por su parte, las relaciones entre la elasticidad de la producción de *X* respecto a la inversión pública *g* y la cuantía de la misma son directas, como era de esperar. En efecto, puesto que el gasto público eleva la productividad del factor trabajo y ello redunda en una mayor renta para los consumidores, incrementos en la productividad de las infraestructuras conducen a un mayor consumo del bien gravado *Y* y, por consiguiente, a una recaudación de impuestos superior. La relación entre ambas variables es menos que proporcional.

Procede ahora la discusión del papel de las dos últimas variables cuya relación con *g* recoge el cuadro IV.1: el coste marginal (ψ) y el coste fijo (δ) de proveer inversión pública. Ambas mantienen una relación inversa con el volumen de gasto público productivo. Cuando el coste marginal se duplica el gasto público productivo, *ceteris paribus*, se reduce en algo más de la mitad, debido a la existencia de un coste fijo; ahora bien, conforme la cuantía de los costes marginales ψ se va elevando y adquiriendo más peso en la función de coste total, las proporciones en que se modifican ambas variables van convergiendo. Respecto al coste fijo, la relación inversa tampoco es proporcional aunque la cuantía en que disminuye la provisión de inversión pública sí que se reduce a un ritmo constante en términos absolutos.

IV.6.3. Inversión pública, impuestos y bienestar social

Este subapartado pretende introducir la discusión en torno a los efectos que los dos instrumentos fiscales a disposición del gobierno (inversión pública e impuestos sobre el consumo) tienen sobre el bienestar social. Con esta intención se realizará, en primer lugar, un cálculo del coste social de la intervención estatal a través de gastos e ingresos públicos para compararla con el bienestar disfrutado por los consumidores cuando el sector público no existe. En segundo lugar, se discutirá la relación entre los costes (totales y marginales) de obtener recursos con tributos distorsionantes y la recaudación impositiva. Por último, se evaluará la optimalidad de las combinaciones de inversión pública y tipo impositivo obtenidas.

IV.6.3.1. *Costes en términos de bienestar social de la intervención pública*

La literatura especializada sobre los costes que conlleva la captación de recursos por parte del sector público a través de impuestos que distorsionan las decisiones de los agentes es abundante. En estas páginas se va a seguir uno de los planteamientos propuestos por Håkonsen (1998) para conocer la pérdida de bienestar vinculada a la existencia de un sistema fiscal distorsionante. Esta aportación se basa a su vez en los trabajos de Pazner y Sadka (1980), Kay (1980) y Triest (1990), que utilizan el concepto de variación equivalente.

Sea $e_1^h\left(q_0, \omega_0, r, V_1^h\right)$ el gasto en el que incurre un consumidor *h* cuando se enfrenta a un vector de precios al consumo no distorsionados por impuestos $q_0 = (1, 4)$, un salario ω_0 no afectado por la provisión de *g* y un tipo de interés constante *r* para alcanzar un nivel de utilidad máxima V_1, que es la que consigue en la nueva situación con impuestos y gasto público productivo. Sea $e_0^h\left(q_0, \omega_0, r, V_0^h\right)$, por su parte, el nivel de gasto que define un consumidor *h* para, en las mismas condiciones de precios que antes, obtener un nivel de utilidad V_0, que es la que corresponde con una situación sin intervención pública. El cambio en el bienestar experimentado por los *H* consumidores que habitan en nuestra economía vendría dado por la diferencia agregada entre $e_1^h\left(q_0, \omega_0, r, V_1^h\right)$ y $e_0^h\left(q_0, \omega_0, r, V_0^h\right)$, de tal forma que el coste total de los fondos públicos –en un marco *second best*– (CTF_{SB}) es:

$$CTF_{SB} = -\left(He_1^h\left(q_0, \omega_0, r, V_1^h\right) - He_0^h\left(q_0, \omega_0, r, V_0^h\right)\right). \qquad [22]$$

A partir del comportamiento de los consumidores, empresas y sector público anteriormente especificados se llega a una expresión del CTF_{SB} explícitamente definida en *g* y *t*, y cuyo valor se presenta en el siguiente cuadro IV.2 para distintas combinaciones de inversión pública y tipo impositivo que mantienen equilibrado el presupuesto público.

CUADRO IV.2

COSTE TOTAL DE LOS FONDOS PÚBLICOS PARA INVERSIÓN EN TÉRMINOS DE BIENESTAR

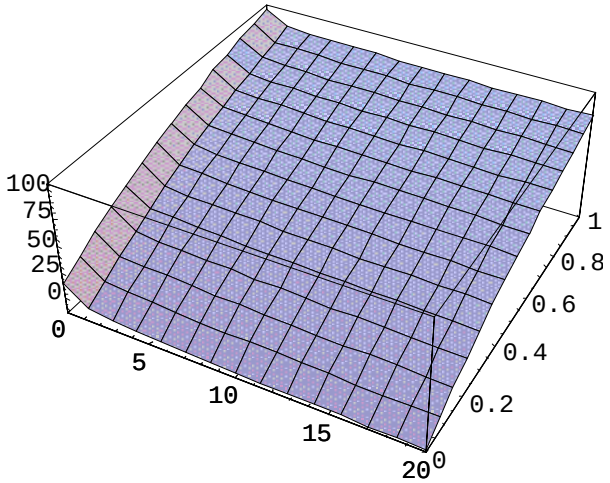
	$g = 2.446$	$t = 0.08$	$g = 5.025$	$t = 0.16$	$g = 9.278$	$t = 0.32$	$g = 15.338$	$t = 0.64$
CTF_{SB}	9.493		18.088		34.785		62.124	

Nota: Los parámetros elegidos han sido: a = b = c = 0.4; A = 1, $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.6$, $\gamma = 0.1$, r = 3; H = 100; $l^h = k^h = 1$; $\delta = 2$, $\psi = 4$; $p_x = 1$, $p_y = 4$. Cambios en estos valores modifican, obviamente, el valor del CTF_{SB} pero no alteran la interpretación esencial de los resultados.

Como era de esperar, el coste de recaudar fondos públicos es creciente en el grado de intervención pública, definiéndose una relación no lineal entre esta variable y CTF_{SB}. Un modo sencillo de ilustrar las relaciones que se establecen entre estas tres variables es a través de un gráfico en tres dimensiones. El gráfico IV.1 recoge en su eje *x* el volumen de inversión pública (entre 0 y 20), en el eje ***z*** el tipo impositivo (entre 0 y 1) y en el eje *y* el coste total de los fondos públicos. Los parámetros de referencia tomados son los mismos que los utilizados en la elaboración del cuadro IV.2.

GRÁFICO IV.1

INVERSIÓN PÚBLICA, TIPO IMPOSITIVO Y COSTE TOTAL DE LOS FONDOS



A lo largo de la dimensión *x* (inversión pública) el gráfico de superficie desciende para un tipo impositivo dado, alcanzando incluso valores negativos en los primeros tramos de la escala tributaria. Ello obedece al efecto incremento de la renta de los consumidores que conlleva la provisión de inversión pública, a través de un mayor salario, reduciendo así el coste social de los fondos necesarios para dicho gasto público. Por su parte, claramente se aprecia cómo mayores tipos impositivos

implican una renuncia más elevada en términos de renta para los consumidores-contribuyentes, manteniendo constante el gasto público. Dilucidar cuál de los dos efectos predomina es fácil. Salvo para tipos impositivos muy reducidos, frente a los que las economías domésticas no ven minorado su bienestar como consecuencia de la intervención pública, la influencia de los impuestos sobre el consumo incrementa el coste social de obtener recursos.

IV.6.3.2. *Costes de la intervención pública, impuestos de suma fija y recaudación*

Este subapartado va a proceder, en primer lugar, a comparar el coste marginal de la financiación del gasto público productivo con la utilidad marginal de la renta. En segundo lugar, se pondrán en relación la pérdida de bienestar medida según el CTF_{SB} anteriormente estudiado con el volumen de recaudación efectivamente necesario para proveer distintos niveles de inversión pública y los efectos sobre el bienestar de la imposición de suma fija. Tomando como referencia nuevamente el trabajo de Håkonsen (1998), podemos definir el coste marginal social de la recaudación de impuestos como la derivada del coste total de los fondos públicos respecto al nivel de gasto:

$$CMF_{SB} = \frac{\partial CTF_{SB}}{\partial g} = \frac{\partial \left(- \left(He_1^h \left(q_0, \omega_0, r, V_1^h \right) - He_0^h \left(q_0, \omega_0, r, V_0^h \right) \right) \right)}{\partial g}. \qquad [23]$$

Dado que la expresión de CTF_{SB} viene dada en *t* y en *g*, utilizaremos la restricción presupuestaria del gobierno para despejar el tipo impositivo en términos de inversión pública con la intención de tener [23] dependiendo de una sola variable: *g*. Por su parte, del problema de optimización individual del consumidor, se puede obtener la utilidad marginal de la renta α. Así, y empleando las combinaciones de gasto público y tipo impositivo ya utilizadas en el cuadro IV.2, se han calculado los valores correspondientes al coste marginal de la recaudación impositiva y la utilidad marginal de la renta en cada uno de los casos tratados. Estas cifras aparecen en el cuadro IV.3.

CUADRO IV.3

COSTE DE LOS FONDOS PÚBLICOS PARA INVERSIÓN Y UTILIDAD MARGINAL DE LA RENTA

	g = 2.446	t = 0.08	g = 5.025	t = 0.16	g = 9.278	t = 0.32	g = 15.338	t = 0.64
CTF_{SB}	9.493		18.088		34.785		62.124	
CMF	2.917		3.626		4.183		4.846	
α	0.251		0.249		0.247		0.246	

Nota: Los parámetros elegidos han sido: a = b = c = 0.4; A = 1, α = 0.4, β = 0.6, γ = 0.1, r = 3; H = 100; lh = kh = 1; δ = 2, ψ = 4; px = 1, py = 4. Cambios en estos valores modifican, obviamente, los valores calculados pero no alteran la interpretación esencial de los resultados.

La evidencia proporcionada por estos nuevos resultados es reveladora y acorde con la lógica económica. Por un lado, se advierte la tendencia creciente que experimenta el coste marginal social de recaudar impuestos conforme se eleva la intensidad de la intervención pública. Por otro lado, este *CMF* siempre supera a la utilidad marginal de la renta, circunstancia ésta ya puesta de manifiesto en el apartado IV.3 (Proposición 2) en un marco de elección óptima de *g* y *t*.

A continuación, merece la pena preguntarse por las relaciones entre el coste total de los fondos para la financiación de la inversión pública, la recaudación tributaria obtenida y los costes en términos de bienestar en los que se incurriría si se optase por cubrir el coste de *g* a través de impues-

tos de suma fija (*i. e.*, no distorsionantes). Para calcular esta última magnitud se ha seguido una metodología similar a la empleada para la obtención del CTF_{SB}. A este respecto, y para la definición de la función de gasto correspondiente a una situación con impuestos (de tanto alzado en este caso), se ha establecido el que cada consumidor ha de contribuir a la financiación del gasto público productivo en la misma cuantía. Así, cada contribuyente pagaría $\frac{c(g)}{100}$ si la población es 100. Los valores obtenidos para las nuevas magnitudes se presentan en el cuadro IV.4, donde hemos incluido nuevamente el coste de los fondos públicos bajo impuestos sobre el consumo para facilitar la comparación. Los costes en términos de bienestar derivados de la imposición de suma fija aparecen ahora bajo la rúbrica CTF_{LS} frente a la magnitud correspondiente al contexto de *second best* en que nos movíamos con anterioridad. La recaudación tributaria, por su parte, aparece en la fila iniciada por *R*.

CUADRO IV.4

COSTE DE LOS FONDOS PÚBLICOS Y RECAUDACIÓN IMPOSITIVA

	$g = 2.446$	$g = 5.025$	$g = 9.278$	$g = 15.338$
CTF_{SB}	9.493	18.088	34.785	62.124
CTF_{LS}	9.266	17.265	32.059	54.276
R	11.784	22.1	39.112	63.352

Nota: Los parámetros elegidos han sido: a = b = c = 0.4; A = 1, $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.6$, $\gamma = 0.1$, r = 3; H = 100; lh = kh = 1; $\delta = 2$, $\psi = 4$; px = 1, py = 4. Cambios en estos valores modifican, obviamente, los valores calculados pero no alteran la interpretación esencial de los resultados.

El cuadro IV.4 ilustra en nuestro modelo uno de los principales resultados de la teoría de la imposición, a saber: el mayor coste social que conlleva la recaudación de impuestos a través de tributos que distorsionan las decisiones de los agentes cuando éstos se enfrentan a precios que no coinciden con el coste marginal de producción. Obsérvese en este sentido la menor cuantía que presenta el CTF_{LS} en relación a CTF_{SB}, ampliándose la diferencia conforme la intervención pública es más intensa y el efecto sustitución que acompaña a la imposición distorsionante se incrementa.

Respecto a la recaudación tributaria, es importante destacar que ésta siempre supera al coste social de los fondos públicos con que se provee la inversión pública. Esta circunstancia puede interpretarse como una externalidad fiscal positiva generada por el gasto público, que eleva indirectamente la recaudación de impuestos. De esta forma, puede afirmarse que el esfuerzo fiscal de los contribuyentes para obtener un determinado volumen de recaudación se atenúa en la medida en que la propia recaudación se destina a un gasto público que incrementará la renta de los consumidores.

IV.6.3.3. *Optimalidad de la inversión pública provista*

En la primera parte de este trabajo se derivaron las condiciones de primer orden para la provisión eficiente de gasto público productivo. En la segunda parte se ha partido de un esquema impositivo arbitrario, que determina el volumen de inversión pública a facilitar por el gobierno. En este marco, consumidores y empresas continúan resolviendo sus respectivos problemas de optimización, y el sector público se limita al cumplimiento de su restricción presupuestaria. No obstante, los resultados analíticos obtenidos en la primera parte son susceptibles de ser empleados en esta simulación para evaluar en qué medida el volumen de inversión pública provista se desvía de las condiciones de óptimo. Para ello vamos a retomar la expresión [9], que nos mostraba que la provisión de inversión pública sería eficiente siempre que se cumpliese la siguiente condición:

$$H\left(\frac{\partial V^h}{\partial g}+\frac{\partial V^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)=\lambda\left(c'(g)-H\sum_{i=1}^{n}t_i\,p_i\left(\frac{\partial x_i^h}{\partial g}+\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}\frac{\partial M^h}{\partial g}\right)\right). \qquad [9]$$

Para la utilización de la expresión anterior, que para impuestos arbitrarios no ha de venir caracterizada por una igualdad, debemos notar que el parámetro λ coincide con el coste marginal de los fondos públicos (Håkonsen, 1998). Ello no supone forzar en grado alguno el análisis, dado que este multiplicador es interpretado en la literatura especializada como el efecto que la recaudación marginal de impuestos tiene sobre el bienestar social. De esta forma el cuadro IV.5 muestra los valores obtenidos de los beneficios y los costes marginales derivados del gasto público para las combinaciones de inversión pública y tipo impositivo que nos vienen sirviendo de referencia.

CUADRO IV.5

OPTIMALIDAD DE LA INVERSIÓN PÚBLICA PROVISTA CON TIPOS IMPOSITIVOS EXÓGENOS

	g = 2.446	t = 0.08	g = 5.025	t = 0.16	g = 9.278	t = 0.32	g = 15.338	t = 0.64
BMg	8.448		4.149		2.256		1.370	
CMg	11.534		14.334		16.525		19.130	
BMgN	-3.046		-10.185		-14.269		-17.76	

Nota: Los parámetros elegidos han sido: a = b = c = 0.4; A = 1, α = 0.4, β = 0.6, γ = 0.1, r = 3; H = 100; lh = kh = 1; δ = 2, ψ = 4; px = 1, py = 4. Cambios en estos valores modifican, obviamente, los valores calculados pero no alteran la interpretación esencial de los resultados.

Los beneficios generados por una unidad adicional de gasto público productivo son siempre inferiores a los costes de su provisión en el margen. Esto se traduce en un valor negativo para los beneficios marginales netos (*BMgN*), cuya magnitud en términos absolutos se va incrementando de forma menos que proporcional respecto a la intervención pública. De modo equivalente, y en virtud de la tendencia creciente que presenta esta magnitud conforme la intervención pública se hace más elevada, puede hablarse de un exceso de inversión pública con los valores de referencia y el esquema fiscal establecido.

A efectos ilustrativos, puesto que la comparación no es inmediata en virtud del distinto planteamiento fiscal seguido, se ofrecen a continuación los valores óptimos de inversión pública, tipo impositivo y coste marginal de los fondos públicos derivados de la resolución de un sistema de ecuaciones formado por las condiciones de primer orden [9], [10] y la restricción presupuestaria del gobierno[55]. El cuadro IV.6, en el apéndice B, recoge estos valores.

Sin entrar en una descripción detallada de los resultados, se observa en primer lugar cómo ahora el nivel de inversión pública provista sí es sensible a las preferencias de los agentes (*c*); en segundo lugar, debe notarse que la cantidad de gasto público ofrecido por el gobierno mantiene una relación directa y más que proporcional con el número de contribuyentes (*H*), al igual que sucedía con tipos impositivos fijados exógenamente; de nuevo la productividad de la inversión pública (γ), que

55 El coste marginal de los fondos públicos se obtiene ahora a partir del multiplicador de Lagrange asociado a la restricción presupuestaria del sector público. Håkonsen (1998) proporciona equivalencias entre esta forma de calcular λ y la metodología seguida en el subapartado anterior. Por otra parte, la resolución del sistema de ecuaciones no lineales aludida en el texto se ha llevado a cabo según el método de Newton, que alcanzaba la convergencia fijada tras 20000 iteraciones; los valores de partida han sido g = 15, t = 0.04 y λ = 0.25; los resultados son robustos a cambios en estos valores de inicio.

eleva las rentas de los consumidores vía salarios, presenta una relación positiva con el nivel de *g* provisto; por último, los parámetros correspondientes a la función de costes de la inversión pública (ψ y δ) afectan negativamente a la cuantía de la misma. Nótese que, en general, el coste marginal de los fondos públicos se mantiene constante bajo los distintos escenarios, salvo cuando la elevación de los tipos impositivos es de tal magnitud que provoca un incremento considerable del coste social de recaudar impuestos.

IV.7. CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

El objetivo de este artículo ha sido ofrecer un tratamiento teórico de la provisión de inversión pública considerando los efectos de impuestos distorsionantes sobre las reglas de asignación eficiente así como la influencia indirecta que la provisión pública ejerce sobre la recaudación impositiva. A partir de un sencillo modelo de equilibrio general hemos analizado el problema de la elección óptima de inversión pública. Dicha inversión pública afecta a la utilidad de las economías domésticas a través de dos cauces: uno directo, que implica el que los consumidores se benefician de los servicios de la inversión pública; y otro indirecto, que se materializa a través la mayor productividad del trabajo. La financiación del gasto en inversión pública se realiza con impuestos sobre el consumo.

En todos los esquemas de financiación de la inversión pública, la interpretación económica de las condiciones de primer orden alcanzadas es, en esencia, la misma. Según éstas, los beneficios marginales que una unidad de gasto público productivo genera sobre los individuos han de igualar a los costes marginales de su provisión. En nuestro modelo, los beneficios marginales están integrados no sólo por los efectos directos sobre la utilidad que las infraestructuras originan, sino también por el incremento en la renta (vía salarios) que los individuos experimentan y que les permite consumir más bienes privados. No obstante, este último efecto debe cualificarse en la medida en que existan relaciones de sustituibilidad entre la inversión pública y los bienes privados. Por el lado de los costes encontramos, además del coste físico de proveer inversión pública, el coste en bienestar derivado de utilizar imposición distorsionante para financiarla, amortiguado por el incremento de la recaudación tributaria procedente de la complementariedad entre el gasto público y los bienes gravados.

A efectos ilustrativos, hemos considerado un esquema fiscal simple, que supone que los tipos impositivos se encuentran fijados *ex ante* y el sector público se limita a ofrecer aquel volumen de inversión pública que garantiza el cumplimiento de su restricción presupuestaria. En este contexto, hemos llevado a cabo una sencilla simulación numérica en la que se calculan diversas variables de interés. En los resultados numéricos, se observa una relación exponencial entre gasto público y tipo impositivo. Las preferencias individuales por *g* no afectan al nivel de gasto provisto. Un mayor número de habitantes eleva de forma más que proporcional el gasto en bienes de capital. El peso del capital público en las funciones de producción ejerce una influencia positiva sobre la cuantía de *g* provista. Por último, tanto el coste marginal como el coste fijo de provisión mantienen una relación inversa (menos que proporcional) con la inversión facilitada por el sector público.

En segundo lugar, se ha calculado el coste total de los fondos públicos para la financiación de la inversión. Este coste es creciente en el tipo impositivo y decreciente en el volumen de inversión provisto. Predomina el primer efecto con lo que puede afirmarse que la intervención pública en su conjunto reduce el bienestar social cuando nos apartamos del óptimo. Si este coste social se

compara con el que se produce a través de un impuesto de suma fija, claramente el primero supera al segundo. A partir de la expresión del coste total de los fondos se puede obtener el coste marginal de la provisión pública, que supera de forma inequívoca a la utilidad marginal de la renta.

En tercer lugar, utilizando una de las expresiones de optimalidad obtenidas con anterioridad, la cuantía de los recursos que hay que sacrificar para obtener una unidad adicional de inversión pública supera (y en una magnitud creciente en el volumen de gasto público productivo) a los beneficios originados por el esfuerzo inversor del sector público. Esta circunstancia es evitada cuando la elección del tipo impositivo y la inversión pública sigue criterios de eficiencia, situación esta ilustrada en la última simulación, en la que además de mantenerse alguno de los resultados anteriores, se aprecia un vínculo directo entre las preferencias de los agentes y la intervención del gobierno.

En definitiva, este trabajo ha pretendido arrojar alguna luz sobre la eficiencia en la provisión de inversión pública. Las conclusiones de política que sugieren los resultados apuntan en varias direcciones. Por una parte, se advierte que el gasto público en capital ejerce unos efectos sobre el bienestar social que trascienden su mera inclusión como argumento de las funciones de utilidad; en la medida en que afecta a la productividad de los factores privados, estamos en presencia de un potente instrumento de política fiscal que no debe minusvalorarse, sobre todo en momentos de control y consolidación presupuestaria. Por otra parte, la estructura impositiva aparece como un elemento clave para la evaluación de políticas públicas: cuanto menor sea el grado de autonomía del gobierno en el diseño tributario, menores serán los efectos positivos derivados del gasto público. De este modo, las distintas alternativas de financiación influyen sobre la rentabilidad social de un mismo proyecto público. En el caso más extremo, un sistema impositivo muy distorsionante podría hacer socialmente no deseable los mejores proyectos de inversión.

APÉNDICE A

En este apéndice se demostrará, siguiendo la metodología de Dasgupta y Stiglitz (1971) y Atkinson y Stern (1974), que bajo el supuesto de normalidad de los bienes de consumo gravados *x*, el coste social de la recaudación impositiva supera inequívocamente a la utilidad marginal de la renta si el sistema fiscal es distorsionante. Partiremos de la condición de primer orden para la elección óptima de los tipos impositivos recogida en [10]:

$$H\frac{\partial V^h}{\partial t_j}=\lambda\left(-H\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial x_i^h}{\partial t_j}t_i p_i - H x_j^h p_j\right) \quad \forall j, \qquad h = 1, 2, ..., H. \tag{A1}$$

Teniendo en cuenta que $\frac{\partial V^h}{\partial t_j}=\frac{\partial V^h}{\partial q_j}\frac{\partial q_j}{\partial t_j}$, la identidad de Roy $\frac{\partial V^h}{\partial q_j}=-\alpha x_j^h$ y reordenando términos, podemos reescribir (A1) de la siguiente forma:

$$\frac{\alpha}{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ht_i p_i \frac{\partial x_i^h}{\partial t_j} + Hx_j^h p_j}{Hx_j^h p_j}, \quad \forall j. \tag{A2}$$

Si descomponemos el segundo miembro utilizando la ecuación de Slutsky, alcanzamos una expresión que nos permite conocer con precisión los factores que influyen sobre la relación entre α y λ:

$$\frac{\alpha}{\lambda} = 1 + \frac{\sum_{i=1}^{n} S_{ij} t_i p_i}{Hx_j^h} - \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial x_i^h}{\partial M^h} t_i p_i, \quad \forall j; \tag{A3}$$

donde M^h es la renta del consumidor h y S_{ij} es el término de Slutsky que hace referencia al efecto precio puro asociado al tipo impositivo. Debido a la concavidad de la función de gasto, el segundo sumando a la derecha del igual es no positivo quedando con ello que la única condición a imponer para que el cociente entre la utilidad marginal de la renta (α) y el coste social de recaudar impuestos (λ) sea menor que 1 es que las derivadas $\frac{\partial x_i^h}{\partial M^h}$ sean positivas, es decir, que los bienes sean normales.

APÉNDICE B

CUADRO IV.6

INVERSIÓN PÚBLICA EFICIENTE CON ESTRUCTURA IMPOSITIVA ÓPTIMA

	c			H			γ			ψ			δ		
	0.2	0.4	0.8	50	100	200	0.05	0.10	0.20	2	4	8	0	2	4
g	13.89	20.51	27.17	6.77	13.89	28.36	13.36	13.89	14.48	28.19	13.89	6.86	14.07	13.89	13.72
t	0.55	1.06	2.09	0.56	0.55	0.54	0.53	0.55	0.57	0.55	0.55	0.54	0.53	0.55	0.57
λ	0.38	0.50	0.75	0.39	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38	0.37	0.38	0.38	0.37	0.38	0.38

Notas: Los parámetros elegidos han sido: a = b = 0.4; A = 1, α = 0.4, β = 0.6, r = 3; $l^h = k^h = 1$; $p_x = 1$, $p_y = 4$. Cambios en estos valores modifican, obviamente, los valores calculados pero no alteran la interpretación esencial de los resultados. En cada simulación se han mantenido constantes los valores medios de cada variable, excepto en el caso de c, cuyo de nivel de referencia ha sido 0.2, a fin de mantener cierta proporcionalidad en los resultados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

La abundancia de literatura sobre capital e inversión pública no hace sino poner de manifiesto el interés académico por una faceta de la intervención pública en la economía de importante alcance. Tal y como se apuntaba en la Introducción, el gasto público en capital ejerce una notable influencia sobre la actividad económica en su sentido más amplio. Así, los efectos económicos de las infraestructuras se despliegan en una variedad de campos que comprenden desde el crecimiento económico en su visión más estricta hasta su provisión eficiente por parte de un gobierno que persigue maximizar el bienestar social, pasando por los vínculos entre inversión pública y privada, el carácter reductor del capital público sobre los costes empresariales o la definición de políticas fiscales óptimas.

Por esta razón, la investigación que en esta Tesis se presenta se ha acometido desde una perspectiva múltiple. Ello no impide, sin embargo, la existencia de un vínculo común a los tres artículos aquí recogidos más allá del mero tratamiento común de la inversión pública como tema central. Nos estamos refiriendo al estudio del gasto público en capital a partir de los argumentos que justifican la intervención pública en la economía. Desde una visión genérica, recuérdese que el gobierno participa en la actividad económica para garantizar la eficiencia en presencia de fallos de mercado, ofrecer condiciones necesarias a la estabilidad macroeconómica y al crecimiento y corregir la distribución de la renta llevada a cabo por el mercado a fin de satisfacer determinados principios de equidad y justicia social.

En este sentido, los tres trabajos de investigación que integran la presente Tesis Doctoral hacen referencia a otros tantos objetivos por los que el sector público provee recursos de capital. El primer artículo, titulado “Inversión pública y convergencia en las regiones españolas, 1965-1995”, estudia las relaciones entre el crecimiento de la renta regional en España y la inversión pública; se centra de esta forma en la intervención pública tendente a favorecer el crecimiento económico a la vez que a corregir desequilibrios territoriales (redistribución de la renta). El segundo trabajo de investigación, cuyo título es “Relaciones entre inversión pública y privada. El caso de las regiones españolas, 1965-1995”, hace hincapié en los mismos objetivos públicos; en efecto, en la medida en que pueda existir un vínculo entre el esfuerzo inversor público y la acumulación de capital privado, la inversión pública es susceptible de afectar al crecimiento regional y a la capacidad redistributiva del gobierno desde un punto de vista geográfico. El tercer artículo, titulado “Provisión eficiente de inversión pública financiada con impuestos distorsionantes”, sin embargo, ciñe la actuación del sector público a la provisión de un nivel de gasto público productivo que cumpla un criterio de optimalidad en el sentido de Pareto, dado que la inversión pública reúne ciertas características que no garantizan que el mercado alcance resultados eficientes.

En lo que sigue a continuación se van a reproducir de forma sintética las principales conclusiones de los tres trabajos de investigación que integran esta Tesis. Simultáneamente, se recordará la motivación que impulsó su desarrollo así como algunas de las líneas de investigación futuras que se derivan de los mismos.

V.1. INVERSIÓN PÚBLICA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Tanto en la introducción de esta Tesis Doctoral como en el propio capítulo II se aprecia la creciente aparición de un notable volumen de trabajos que estudian, desde el punto de vista de la

teoría del crecimiento, los vínculos entre las infraestructuras y la capacidad de generar renta de una economía. Si bien es cierto que la aproximación de la mayoría de los investigadores interesados en los efectos del capital público sobre la actividad económica, ha venido dada por la estimación de funciones de producción, costes y beneficios, en modo alguno resultan desdeñables los avances (teóricos, sobre todo) que los modelos de crecimiento han proporcionado durante los últimos años.

La traslación de estos resultados al terreno empírico, a fin de obtener evidencia sobre la influencia de la inversión pública en la tasa de crecimiento, no ha seguido, sin embargo, un desarrollo paralelo. Por otro lado, la escasez de trabajos en este sentido y, sobre todo, la ausencia de una relativa homogeneidad en las conclusiones alcanzadas, contrastan con la importancia que las políticas de desarrollo atribuyen a la dotación de infraestructuras.

Ambas han sido las circunstancias principales que nos han empujado a verificar en qué medida la inversión pública (productiva y social) ha favorecido el crecimiento regional en España. Para ello se ha partido de un modelo de crecimiento neoclásico con capital público y humano. Entre las aportaciones más novedosas que éste incorpora podemos citar la aproximación del capital humano a través del *stock* de capital público social (educación y sanidad) así como la consideración explícita de los recursos tributarios detraídos del sector privado por el sector público. De dicho modelo hemos derivado una ecuación de convergencia que ha sido estimada para el periodo 1965-1995 con técnicas de datos de panel y bajo distintas especificaciones.

Las conclusiones obtenidas son las siguientes. Un primer conjunto de resultados confirma la existencia de convergencia entre las regiones españolas hacia sus propios estados estacionarios, a la vez que ofrece signos y valores para la mayor parte de las variables condicionantes dentro del rango de otros trabajos. No obstante, destaca el efecto negativo (aunque no significativo estadísticamente) de la inversión pública productiva sobre la tasa de crecimiento regional de la renta per cápita en estas primeras estimaciones. La inversión pública social, por su parte, sí ejerce una influencia positiva sobre la variable dependiente, más significativa en el caso de la sanidad que de la educación.

Preocupados por los problemas que la posible endogeneidad de algunas variables podría acarrear sobre la consistencia de los resultados, procedimos a estimar por variables instrumentales la anteriormente citada ecuación de convergencia. Tras adoptar las cautelas econométricas adecuadas, se comprobó que los resultados no solo se mantenían sino que alcanzaban una significatividad estadística de la que antes carecían en algunos casos.

Dado que el resultado de que la inversión pública productiva no hubiese afectado de forma positiva al crecimiento de la renta per cápita regional era lo suficientemente llamativo, decidimos reestimar el modelo bajo especificaciones alternativas. Así, se permitió la posibilidad de que las variables de inversión pública mantuviesen una relación no lineal con la variable dependiente, se incluyeron variables ficticias multiplicativas en los coeficientes de la inversión publica y se controló el progreso técnico a través de *dummies* temporales. Tan solo en este último caso se apreció un efecto positivo y significativo desde el punto de vista estadístico de la inversión pública sobre el crecimiento regional. Sin embargo, dudas acerca de la calidad econométrica de alguno de estos resultados al tiempo que problemas con otras variables estructurales del modelo, sugieren reconsiderar este efecto positivo de la inversión pública productiva.

¿Cabe la posibilidad, pues, de que la inversión pública haya afectado negativamente al crecimiento de la renta per cápita regional en España entre 1965-1995? La última parte del capítulo II pretende dar respuesta a este interrogante. Debe admitirse, en este sentido, que algunos estudios empíricos anteriores no alcanzan resultados contundentes acerca de la capacidad de las infraestructuras para estimular el crecimiento económico regional. Asimismo, desde un planteamiento teórico,

puede demostrarse que una política de reparto regional del gasto público en capital que no trate favorablemente a aquellas regiones cuya dotación de infraestructuras en relación a su *stock* de capital privado sea reducida, no maximiza el producto total. Puesto que la inversión pública productiva se ha dirigido a Comunidades de reducida renta pero elevada disponibilidad de capital público dada su actividad privada, podemos estar en presencia de una de las causas por las que el gasto en infraestructuras no ha ejercido un efecto positivo.

Desde una perspectiva complementaria a ésta, algunos autores han señalado para el caso español que la eficacia de las políticas de infraestructuras para alentar la actividad económica y atenuar las disparidades regionales, reside no tanto en la dotación de capital público en sí como en un conjunto de variables (capital privado, estructura productiva, vitalidad empresarial, etc.), que condicionan el impacto que un determinado volumen de inversión pública ejerce sobre el resto de la economía.

Es en esta dirección hacia donde fluye una de las posibles líneas de investigación que se derivan de esta Tesis Doctoral. Así, conviene precisar la naturaleza de los factores que influyen sobre la magnitud del efecto de las infraestructuras en el territorio, al tiempo que la cuantificación de los mismos a fin de obtener la máxima eficacia de las políticas regionales basadas en la provisión de capital público. Posiblemente, la raíz de este futuro análisis haya que situarla en el terreno microeconómico, en el que los agentes individuales toman decisiones en un contexto determinado (y condicionado por las infraestructuras), para luego trasladarnos al ámbito macroeconómico, que es espacio donde al día de hoy se han situado la mayor parte de los investigadores interesados en el tópico.

Desde otro punto de vista, cabe profundizar en la línea ya iniciada en algunos trabajos sobre la existencia de un dilema entre los objetivos de eficiencia y equidad en el reparto geográfico del gasto público en capital. Al hilo de lo apuntado con anterioridad para explicar por qué la inversión pública no ha favorecido el crecimiento regional en nuestro país, es posible atribuir una parte de este hecho a que el destino principal del gasto en infraestructuras ha sido regiones donde el capital público no se encontraba en una situación de congestión considerable respecto al privado; esto es, regiones de reducido desarrollo relativo (criterio de equidad). En la medida en que ha optado por este criterio, se ha renunciado a invertir en aquellas zonas donde la rentabilidad social del capital público sería mayor, es decir, donde la maximización del producto (criterio de eficiencia) hubiese estado más cercana a su realización.

En este sentido, deberían hacerse explícitos los distintos escenarios que el seguimiento de uno u otro criterio, o una combinación de ambos, tendría sobre la realidad regional española a fin de que las decisiones políticas al respecto gozasen de la suficiente base científica como para adoptarse con ciertas garantías de coherencia.

V.2. INVERSIÓN PÚBLICA E INVERSIÓN PRIVADA

Como se ha señalado, una de las conclusiones que se desprende del primer artículo de esta Tesis alude a que la inversión pública no ha ejercido un efecto directo sobre el crecimiento de la renta per cápita regional en España entre 1965 y 1995. Ahora bien, tal y como se indica en la Introducción, cabe la posibilidad de que el gasto público en infraestructuras haya afectado indirectamente al crecimiento a través de la inversión privada.

Así es, en la medida en que exista una relación de complementariedad entre el capital público y el privado, una mayor provisión de aquel estimula la acumulación de éste, y siendo la inversión privada uno de los principales motores del crecimiento económico, puede hablarse de un vínculo indirecto entre la inversión pública y la tasa de crecimiento de una economía.

Según se advierte en el breve repaso bibliográfico que se realiza en la Introducción, las aproximaciones metodológicas que tratan el tema han sido básicamente tres: estimación de demanda de factores al amparo del enfoque dual, estimación de modelos vectoriales autorregresivos y estudios a partir de los modelos de expulsión o *crowding-out* de la inversión privada por el gasto público. En general, puede afirmarse que la evidencia empírica muestra cómo la inversión pública ha estimulado a la privada, favoreciendo la acumulación de capital privado.

El propósito que nos hemos marcado en la elaboración del segundo artículo de la presente Tesis Doctoral ha sido trasladar el planteamiento de los modelos de expulsión de la inversión privada por el gasto público a la realidad regional española. A la práctica inexistencia de trabajos en esta dirección y contexto, lo que contrasta nuevamente con el papel protagonista que el gasto público productivo desempeña en las políticas regionales, hemos añadido un motivo adicional para abordar la realización de esta investigación: dado que la inversión pública no ha favorecido directamente al crecimiento regional en España según nuestro primer artículo, queremos conocer si indirectamente (vía inversión privada) ha tenido alguna trascendencia sobre crecimiento de la renta per cápita.

Como es bien sabido, de los modelos teóricos de *crowding-out*, se desprenden dos efectos que el gasto público (en infraestructuras) puede ejercer sobre la acumulación de capital privado. El primero se refiere a la alteración de la senda de consumo intertemporal que los agentes privados han definido como consecuencia de la puesta en marcha de un proyecto de infraestructuras; para neutralizar este cambio, los agentes económicos reducen su ahorro y, por consiguiente, su tasa de inversión; estamos en presencia de un efecto expulsión de la inversión privada por la pública. El segundo efecto viene dado por la influencia positiva que el capital público ejerce sobre la productividad del privado; de este modo, la inversión pública estimula la acumulación de capital de los agentes privados al elevar la remuneración de ésta. El que predomine uno u otro determinará cuál es el efecto neto de un incremento del gasto público productivo sobre la inversión privada.

Del propio planteamiento teórico de este tipo de planteamientos se sigue, para su implementación empírica, la estimación de un modelo biecuacional. Puesto que nuestra intención es aplicarlo al caso de las regiones españolas a lo largo del periodo 1965-1995, se desprende que la estimación del mismo a través de técnicas de datos de panel parece la más adecuada. Además, para garantizar en la medida de lo posible la solidez de los resultados, se ha llevado a cabo un contraste de raíces unitarias para paneles que evite conclusiones espúreas al tiempo que se ha prestado especial atención a la especificación del modelo en presencia de efectos individuales (para cada región) inobservables. Estas cuestiones de metodología econométrica junto a la traslación empírica de un modelo de *crowding-out* a una realidad regional concreta suponen novedades respecto a trabajos anteriores.

Tras una introducción descriptiva del comportamiento de la inversión pública desde una perspectiva regional, el segundo artículo de la Tesis proporciona evidencia que confirma, en general, las predicciones del modelo teórico y detecta un efecto *crowding-in* de la inversión privada por la pública. Este efecto actúa tanto en la determinación directa del nivel de inversión privada como en la influencia positiva que el gasto público en capital ejerce sobre la productividad del capital privado. Además, los incentivos que la inversión pública suponen para la acumulación del capital privado no son exclusivos de las infraestructuras directamente productivas sino que también proceden, con similar o superior intensidad, del capital público social.

Puede concluirse, por tanto, que la inversión pública ha favorecido el crecimiento regional en España a través de la inversión privada. Ello sitúa nuevamente en primer plano el que el efecto de las infraestructuras no fluye de manera directa sobre la tasa de crecimiento de la economía sino que la dotación de otros factores de producción (en especial el capital privado) y características estructurales de las economías donde se localizan, condicionan el impacto de aquellas.

En otro orden de cosas, los resultados obtenidos en el capítulo III muestran una débil influencia de la inversión pública nacional sobre la inversión privada de las regiones, cuestionando así la presencia de efectos desbordamiento generados por infraestructuras sitas en otras regiones. Por su parte, cuando dichos efectos desbordamiento son circunscritos a las regiones geográficamente adyacentes, el impacto de los mismos es negativo, de tal modo que puede sugerirse la idea de que el esfuerzo inversor público es susceptible de generar movimientos interregionales de factores.

El segundo artículo que compone la presente Tesis Doctoral ha supuesto, en definitiva, la aplicación del marco teórico de los modelos de *crowding-out* al caso concreto de las regiones españolas. Algunas de las extensiones que se derivan del citado trabajo proceden de mejoras y ampliaciones de esta misma línea de investigación, mientras que otras se encuentran relacionadas con las ya apuntadas en el apartado anterior y que suponen profundizar en la distribución y eficacia de las políticas regionales de infraestructuras.

Entre las primeras podemos citar avances en la calidad econométrica de nuestra estimación para tratar posibles problemas de endogeneidad entre las variables situadas a ambos lados de las ecuaciones o sesgos en la medición de algunos conceptos a través de *proxies* (consumo público, rentabilidad del capital privado, etc.). Bien es cierto que en esta última cuestión debemos esperar a que la investigación estadística ofrezca la materia prima adecuada.

Entre las extensiones de más calado aparece de nuevo la discusión en torno a los complejos vínculos, que se intuyen en éste y en otros trabajos, entre la inversión pública y la privada. La relación de complementariedad detectada entre ambas no solo condiciona el cumplimiento de los objetivos de las políticas regionales, sino que ofrece la oportunidad de estudiar los criterios orientadores del reparto regional de la inversión pública seguidos en el pasado y los costes y beneficios de posibles actuaciones futuras en este sentido.

V.3. PROVISIÓN EFICIENTE DE INVERSIÓN PÚBLICA

El tercer artículo de la presente Tesis Doctoral supone un notable viraje respecto a los dos primeros en lo que a temática abordada y metodología aplicada se refiere. De este modo, los dos capítulos anteriormente sintetizados hacían hincapié en la inversión pública como instrumento a cargo de los gobiernos para estimular el crecimiento económico y garantizar el cumplimiento de unos principios de equidad y redistribución interregional. En el trabajo que ahora nos ocupa la preocupación pública es bien distinta pues va encaminada a satisfacer una cantidad eficiente de inversión pública, dado que la naturaleza de la misma impide que el mercado asigne recursos a la misma según un criterio de optimalidad paretiana.

Tal y como se aprecia en la Introducción, el grueso de la literatura discute sobre la optimalidad del *stock* de capital público en un marco de crecimiento económico. En estas referencias el

tema de la eficiencia desde una perspectiva dinámica suele convivir con tópicos relacionados con estructuras impositivas óptimas, ciclos económicos o congestión. Se echa en falta, sin embargo, la adopción de un enfoque más próximo al terreno de la economía pública que los anteriores. Desde esa perspectiva, desconocemos trabajos que efectúen la traslación de la teoría de los bienes públicos a la problemática propia de las infraestructuras, cuyos rasgos peculiares ya fueron puestos de manifiesto en la Introducción.

Con esta intención, el capítulo IV de la Tesis obtiene las condiciones de primer orden para la provisión eficiente de gasto público productivo bajo distintos esquemas fiscales. En éste último punto la polémica iniciada por Pigou en 1947, y aún vigente, sobre la correcta obtención de dichas condiciones cuando el sector público recauda impuestos distorsionantes se traslada al caso de la inversión pública. En pocas palabras la cuestión queda como sigue. La regla tradicional para la provisión eficiente de bienes público exige la igualdad entre la suma de los beneficios marginales del gasto público sobre toda la comunidad y los costes marginales de su producción. Ahora bien, cuando los tributos encargados de allegar recursos al gobierno son distintos de los de suma fija, surgen al menos dos circunstancias a considerar en la definición de la anterior regla de provisión eficiente: el exceso de gravamen que se deriva del empleo de impuestos distorsionantes y los efectos que sobre la recaudación puede tener la provisión del bien público.

En este contexto, una de las principales motivaciones que ha guiado la elaboración del tercer artículo reside en la traslación de dicha polémica al caso del gasto público productivo. Entre las principales novedades incorporadas puede citarse el tratamiento simultáneo que se ha hecho de los servicios que las infraestructuras proporcionan, afectando tanto a las funciones de utilidad de los agentes como a sus posibilidades productivas. En otro orden de cosas, también se han ilustrado las consecuencias que distintos esquemas fiscales tienen sobre la definición de la regla óptima para la provisión de inversión pública.

El capítulo IV de la Tesis presenta un sencillo modelo de equilibrio general con gasto público productivo y agente representativo. El sector público recauda impuestos a través de un impuesto sobre el consumo. Se definen, en este sentido, tres reglas de comportamiento para el sector público relativas a su forma de obtener recursos: fijando tipos impositivos óptimos, impuestos que se ajustan arbitrariamente para garantizar el equilibrio presupuestario y tipos impositivos fijados exógenamente *ex ante*.

Para los dos primeros casos, que en realidad son tres pues el citado marco fiscal arbitrario se desdobla en dos, se obtienen unas condiciones de primer orden para la provisión eficiente de inversión pública que, en esencia, comparten la misma interpretación. En ambos casos, los beneficios marginales de unidades adicionales de gasto público productivo deben igualar a los costes marginales.

En el lado de los beneficios encontramos no solo la suma de las correspondientes relaciones marginales de sustitución sino también los incrementos de renta que los trabajadores-consumidores experimentan como consecuencia de la mayor productividad de su trabajo en presencia de infraestructuras. En lado de los costes hallamos, además del coste unitario de provisión, el efecto negativo que el uso de imposición distorsionante ejerce sobre el bienestar social y el efecto positivo que la propia provisión de inversión pública pudiera tener sobre el consumo de bienes gravados y, por consiguiente, sobre la recaudación tributaria. Obviamente, para uno y otro esquema fiscal se definen particularidades que se discuten en el cuerpo del artículo.

En el caso en que el gobierno se enfrenta a tipos impositivos fijados exógenamente *ex ante*, desaparece todo planteamiento optimizador y el sector público se limita al cumplimiento de su restricción presupuestaria para la obtención del nivel de gasto público productivo a proveer. Esta si-

tuación es simulada numéricamente, alcanzándose resultados sobre el volumen de inversión pública provisto según su productividad en las funciones de producción, el número de habitantes o el tipo impositivo. También se presentan cálculos acerca de la recaudación tributaria y el coste en términos de bienestar que este esquema fiscal conlleva frente a otro que emplea impuestos de suma fija. Finalmente, se comparan estos resultados con los alcanzados en el caso en que tanto la inversión pública como los tipos impositivos se definen de forma óptima.

En definitiva, se ha mostrado la sensibilidad que la rentabilidad de un proyecto de gasto público (productivo, en nuestro caso) tiene respecto a la forma de financiarlo. En particular, puede afirmarse que cuanto menor sea el grado de autonomía del gobierno en el diseño tributario, menores serán los beneficios derivados de un nivel de gasto público dado. De un modo similar, se aprecia que la provisión de inversión pública presenta una importancia que trasciende su mera inclusión como argumento de las funciones de producción o utilidad de los agentes, siendo preciso un tratamiento integrador de ambas vertientes. Se infiere, así, que estamos en presencia de un potente instrumento de política fiscal, lo que debe tenerse en cuenta en los momentos en que las exigencias de control y ajuste presupuestario requieren reducciones del gasto público.

Las posibles extensiones que se derivan del artículo aquí presentado son varias. En primer lugar, cabe ampliar los rasgos básicos sobre los que se asienta el modelo de equilibrio general. En este sentido, pueden admitirse distintos supuestos acerca de la elasticidad de la oferta de trabajo al salario (lo que proporcionaría más riqueza analítica en presencia de un impuesto sobre la renta), introducir la posibilidad de un uso rival de las infraestructuras o modificar el supuesto de agente representativo.

En segundo lugar, el modelo puede adaptarse para su aplicación a un contexto de federalismo fiscal, con lo que se introduciría la discusión en torno al reparto regional de la inversión pública, ya iniciado en los capítulos anteriores. En una situación en la que el *stock* de capital privado presentase restricciones de oferta, distintos supuestos acerca de la movilidad interregional de los factores permitiría ilustrar otras tantas situaciones de impacto diferencial de la inversión pública sobre la actividad económica regional.

Un tercera ampliación supondría aproximar la simulación numérica a una calibración del modelo con parámetros y funciones estimados para la economía española. Ello permitiría que la aportación aquí presentada adquiriese unas dosis de realismo que son las que, en última instancia, deben guiar la investigación en economía aplicada.

BIBLIOGRAFÍA

Agell, J.; Lindh, T., y Ohlsson, H. (1997): "Growth and the public sector: a critical review essay", *European Journal of Political Economy*, 13, pp. 33-52.

Ahmed, H., y Miller, S. M. (2000): "Crowding-out and crowding-in effects of the components of government expenditure", *Contemporary Economic Policy*, 18, pp. 124-133.

Ai, C., y Cassou, S. P. (1995): "A normative analysis of public capital", *Applied Economics*, 27, pp. 1201-1209.

— (1997): "On public capital analysis with state data", *Economics Letters*, 57, pp. 209-212.

Alonso, O. (2001): "Metropolitan areas and public infrastructure", *Investigaciones Económicas*, vol. XXV(1), pp. 139-169.

Arellano, M. (1988): *An alternative transformation for fixed effects model with predetermined variables*, Applied Economics Discussion Paper, núm. 57. Institute of Economics and Statistics, Oxford.

— (1993): "On the testing of correlated effects with panel data", *Journal of Econometrics*, 59, pp. 87-97.

Arellano, M., y Bond, S. R. (1991): "Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations", *Review of Economic Studies*, 58, pp. 277-297.

Arellano, M., y Bover, O. (1990): "La econometría de los datos de panel", *Investigaciones Económicas*, 14, pp. 3-45.

— (1995): "Another look at the instrumental-variable estimation of error-components models", *Journal of Econometrics*, 68, pp. 29-52.

Arellano, A., y Honoré, B. (1999): "Panel data models: some recent developments", *mimeo*.

Argimón, I.; González-Páramo, J. M., y Roldán, J. M. (1994): *Inversión privada, gasto público y efecto expulsión: evidencia para el caso español*, D. T. Banco de España, núm. 9424. Madrid.

— (1997): "Evidence of public spending crowding-out from a panel of OECD countries", *Applied Economics*, 29, pp. 1001-1010.

Aronsson, T., y Sjögren, T. (2001): *Optimal taxation and provision of public goods in a unionized economy*, Working Paper, Department of Economics, University of Umea.

Arrow, K. J., y Kurz, M. (1970): *Public investment, the rate of return and optimal fiscal policy*, Johns Hopkins Press, Baltimore.

Aschauer, D. A. (1988): "The equilibrium approach to fiscal policy", *Journal of Money, Credit and Banking*, 20, pp. 41-62.

— (1989a): "Is public expenditure productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23, marzo, pp. 177-200.

— (1989b): "Does public capital crowd out private capital?", *Journal of Monetary Economics*, 24, septiembre, pp. 171-188.

— (2000): "Do states optimize? Public capital and economic growth", *The Annals of Regional Science*, 34, pp. 343-363.

Aschauer, D. A., y Greenwood, J. (1985): "Macroeconomic effects of fiscal policy", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 23, pp. 91-138.

Atkinson, A. B. (1995): "The welfare state and economic perfomance", *National Tax Journal*, 47, pp. 171-198.

Atkinson, A. B., y Stern, N. H. (1974): "Pigou, taxation and public goods", *Review of Economic Studies*, vol 41, pp. 119-128.

Atkinson, A. B., y Stiglitz, J. E. (1988): *Lecciones sobre economía pública*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.

Avilés, A.; Gómez, R., y Sánchez, J. (2001): "The effects of public infrastructure on the cost structure of Spanish industries", *Spanish Economic Review*, 3 (2), pp. 131-150.

Bajo-Rubio, O. (2000): "A further generalization of the Solow model: the role of the public sector", *Economics Letters*, 68, pp. 79-84.

Bajo-Rubio, O.; Díaz, C., y Montávez, D. (1999): "Política fiscal y crecimiento en las comunidades autónomas españolas", *Papeles de Economía Española*, 80, pp. 203-218.

Bajo-Rubio, O., y Sosvilla-Rivero, S. (1993): "Does public capital affect private sector perfomance? An analysis of the Spanish case, 1964-1988", *Economic Modelling*, 10 (3), pp.179-184.

Baltagi, B. H., y Pinnoi, N. (1995): "Public capital stock and state productivity growth: further evidence from an error components model", *Empirical Economics*, 20 (2), pp. 351-359.

Barro, R. J. (1974): "Are government bonds net wealth?", *Journal of Political Economy*, 81, 1095-1117.

— (1981). "Output effects of government purchase", *Journal of Political Economy*, 89, 1086-1121.

— (1989): "The neoclassical approach to fiscal policy", en Barro, R. J. (Ed.), *Modern business cycle theory*, Harvard University Press, Cambridge.

— (1990): "Government spending in a simple model of endogenous growth", *Journal of Political Economy*, vol 98, núm. 5, pp. 103-125.

— (1991): "Economic growth in a cross-section of countries", *Quaterly Journal of Economics*, 106, 2, pp. 407-443.

Barro, R. J., y Sala-i-Martin, X. (1991): "Convergence across states and regions", *Brookings Paper on Economic Activity*, núm. 1, pp. 107-182.

— (1992): "Public Finance in Models of Economic Growth", *Review of Economic Studies*, 59, octubre, pp. 645-661.

— (1999): *Economic Growth*, The MIT Press, Cambridge.

Batina, R. G. (1998): "On the long run effects of public capital and disaggregated public capital on aggregate output", *International Tax and Public Finance*, 5, pp. 263-281.

— (1999): "On the long run effects of public capital on aggregate output: estimation and sensitivity analysis", *Empirical Economics*, 24, pp. 711-717.

Bentolila, S., y Jimeno, J. F. (1995): *Regional unemployment persistence (Spain, 1976-1994)*, CEPR Discussion Paper, núm. 1259. Londres.

Berndt, E. R., y Hansson, B. (1991): *Measuring the contribution of public infrastructure capital in Sweden*, NBER Working Paper 3842, Cambridge.

Biehl, D. (1986) (Ed.): *The contribution of infrastructure to regional development*, Final Report of the Infrastructure Study Group, Commission of the European Communities, Luxemburgo.

Boscá, J. E.; Escribá, J., y Dabán, T. (1999): "Capital privado e infraestructuras en la producción industrial regional", *Revista de Economía Aplicada*, 21, pp. 61-94.

Boscá, J. E.; Cutanda, A., y Escribá, J. (2000): "Eficiencia en la provisión de los capitales público y privados en una muestra de países de la OCDE", *mimeo*.

Bosch, N., y Espasa, M. (1999): "¿Con qué criterios invierte el sector público central?", en Castells, A. y Bosch, N. (1999), *Desequilibrios territoriales en España y Europa*, Ariel Economía, pp. 150-177. Barcelona.

Burguess, R., y Stern, N. (1993): "Taxation and development", *Journal of Economic Literature*, 31, pp. 762-830.

Cashin, P. (1995): "Government spending, taxes and economic growth", *IMF Staff Papers*, 42, 2, pp. 237-269.

Chari, V. V.; Christiano, L. J., y Kehoe, P. J. (1994): "Optimal fiscal policy in a business cycle model", *Journal of Political Economy*, 102 (4), 617-652.

Choi, I. (2001): "Unit root test for panel data", *Journal of International Money and Finance*, 20, pp. 249-272.

Chou, W. L., y Chao, C. (2001): "Are currency devaluations effective? A panel unit root test", *Economics Letters*, 72, pp. 19-25.

Chung, M. (2000): "Rules and levels in the provision of public goods: the role of complementarities between public good and taxed commodities", *International Tax and Public Finance*, 7, pp. 83-91.

Clarida, R. H. (1993): *International capital mobility, public investment and economic growth*, NBER Working Paper, núm. 4506. Cambridge.

Coakley, J., y Fuertes, A. M. (1997): "New panel unit root tests of PPP", *Economics Letters*, 57, pp. 17-22.

Conrad, K., y Seitz, H. (1992): "The public capital hipothesis: the case of Germany", *Recherches Economiques de Louvain*, 58 (3-4), pp. 309-327.

— (1994): "The economic benefits of public infrastructure", *Applied Economics*, 26, pp. 303-311.

Cornes, R., y Sandler, T. (2000): *The theory of externalities, public goods and club goods*, 2.ª Edición, Cambridge University Press, Cambridge.

Corsetti, G., y Roubini, N. (1996): *Optimal government spending and taxation in endogenous growth models*, NBER Working Paper, núm. 5851, Cambridge.

Crihfield, J. B., y Panggabean, M. P. H. (1995): "Is public infrastructure productive? A metropolitan perspective using new capital stock estimates", *Regional Science and Urban Economics*, 25, 607-630.

Cuadrado Roura, J. R. (1994): "Cuatro décadas de economía del crecimiento regional en Europa: principales corrientes doctrinales", en García Delgado, J. L. (coord.): *Economía española, cultura y sociedad, Homenaje a Juan Velarde Fuertes*, Eudema, 1994, Madrid, pp. 525-561.

Currais, L., y Rivera, B. (1999a): "Income variation and health expenditure: Evidence for OECD countries", *Review of Development Economics*, 3 (3), pp. 258-267.

Currais, L., y Rivera, B. (1999b): "Economic growth and health: direct impact or reverse causation", *Applied Economics Letters*, 6 (11), pp. 761-764.

Dalamagas, B. (1995): "A reconsideration of the public sector's contribution to growth", *Empirical Economics*, 20 (3), pp. 385-414.

Dasgupta, D. (1999): "Growth versus welfare in a model of nonrival infrastructure", *Journal of Development Economics*, 58, pp. 359-389.

Dasgupta, P., y Stiglitz, J. E. (1971): "Differential taxation, public goods and economic efficiency", *Review of Economic Studies*, vol. 38, núm. 114, pp. 151-174.

De la Fuente, A. (1996): "Capital público y productividad: un panorama de la evidencia empírica", *Información Comercial Española, Revista de Economía*, 757, pp. 25-40.

— (1997a): *Fiscal policy and growth in the OECD*, D. T. 97007, Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.

— (1997b): *On the sources of convergence: a close look at the Spanish regions*, Documento de Trabajo FEDEA, EEE1. Madrid.

De la Fuente, A., y Vives, X. (1995): "Regional policy and Spain: Infrastructure and Education as Instruments of Regional Policy: Evidence from Spain", *Economic Policy*, 20, April 1995, pp.11-54.

De Long, J. B., y Summers, L. (1991): "Equipment investment and economic growth", *The Quaterly Journal of Economics*, 106, 2, pp. 445-502.

Deno, K. T. (1988): "The effect of public capital on U. S. manufacturing activity: 1970 to 1978", *Southern Economic Journal*, 55 (1), pp. 400-411.

De Rus, G., y Nash, C. (1997): "*Recent developments in transport economics*", Ashgate.

Diamond. P. A., y Mirrless, J. A. (1971a): "Optimal taxation and public production I: Production efficiency", *American Economic Review*", 61, pp. 8-27.

— (1971b): "Optimal taxation and public production II: Tax rules", *American Economic Review*", 61, pp. 261-278.

Dolado, J. J.; González-Páramo, J. M., y Roldán, J. M. (1994): "Convergencia económica entre las provincias españolas", *Moneda y Crédito*, 198, pp. 81-131.

Dolado, J. J.; Jenkinson, T,. y Sosvilla-Rivero, S. (1990): "*Cointegration and unit roots: a surveys*", D. T. Banco España, núm. 9005. Madrid.

Doménech, R., y García, J. R. (2001): "Estructura fiscal y crecimiento económico en la OCDE", *Investigaciones Económicas*, 25 (3), pp. 441-472.

Draper, M., y Herce, J. A. (1994): "Infraestructuras y crecimiento: un panorama", *Revista de Economía Aplicada*, 6 (2), pp. 129-168.

Easterly, W., y Rebelo, S. (1993): "Fiscal policy and economic growth: an empirical investigation", *Journal of Monetary Economics*, 32, pp. 458-493.

Eberts, R. W. (1986): *Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth*, Working Paper 8610, Federal Reserve Bank of Cleveland, Cleveland.

Emerson, M. *et al*. (1990): "One market, one money. An evaluation of the potential benefits and costs of forming an economic and monetary union", *European Economy*, 44, pp. 3-347.

Erenburg, S. J. (1993): "The real effects of public investment on private investment", *Applied Economics*, 25, pp. 831-837.

Erenburg, S. J., y Wohar, M. E. (1995): "Public and private investment: are there casual linkages", *Journal of Macroeconomics*, 17, pp. 1-30.

Esteban, J. (1999): "Un análisis de las desigualdades regionales en Europa: La década de los ochenta" en Castells, A. y Bosch, N. (1999) (Eds.): *Desequilibrios territoriales en España y Europa*, Ariel Economía, Barcelona.

Evans P., y Karras, G. (1994a): "Are government activities productive? Evidence from a panel of U. S. states", *The Review of Economics and Statistics*, 76 (1), pp. 1-11.

— (1994b): "Is government capital productive? Evidence from a panel of seven countries", *Journal of Macroeconomics*, vol. 16, núm. 2, pp. 271-279.

— (1996): "Convergence revisited", *Journal of Monetary Economics*, 37, pp. 249-265.

Finn, M. (1993): "Is all government capital productive?", *Federal Reserve Bank of Richmond*, *Economic Quaterly*, 79 (4), pp. 53-80.

Fisher, W. H., y Turnovsky, S. J. (1998): "Public investment, congestion and private capital accumulation", *The Economic Journal*, 108, pp. 399-413.

Fleissig, A. R., y Strauss, J. (2000): "Panel unit root test of purchaising power parity for price indices", *Journal of International Money and Finance*, 19, pp. 489-506.

Flores de Frutos, R.; Gracia-Díez, M., y Pérez-Amaral, T. (1998): "Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy", *Applied Economics*, 30, pp. 985-994.

Fölster, S., y Henrekson, M. (2001): "Growth effects of government expenditure and taxation in rich countries", *European Economic Review*, 45, pp. 1501-1520.

Ford, R., y Poret, P. (1991): "Infrastructure and private sector productivity", *OECD Economic Studies*, 17, pp. 63-89.

Fundación BBV (1999): *Renta Nacional de España y su Distribución Provincial. Serie Homogénea. Años 1955 a 1993 y avances 1994 a 1997*, varios tomos, Fundación BBV, Bilbao.

— (2000): *Renta Nacional de España y su Distribución Provincial. Año 1995 y avances 1996 a 1999*. Fundación BBV, Bilbao.

Futagami, K.; Morita, Y., y Shibata, A. (1993): "Dynamic analysis of an endogenous growth model with public capital", *Scandinavian Journal of Economics*, 95 (4), pp. 607-625.

Galindo, M. A., y Escot, L. (1998): "Los efectos del capital público en el crecimiento económico", *Hacienda Pública Española*, 144, pp. 47-61.

García-Milá, T., y McGuire, T. J. (1992): "The contribution of publicly provided inputs to states' economies", *Regional Science and Urban Economics*, 22, pp. 229-241.

García-Milá, T.; McGuire, T. J., y Porter, R. H. (1996): "The effects of public capital in the state-level productions functions reconsidered", *The Review of Economics and Statistics*, 78 (1), pp. 177-180.

Gaube, T. (2000): "When do distortionary taxes reduce the optimal supply of public goods?", *Journal of Public Economics*, 76, pp. 151-180.

Ghali, K. H. (1998): "Public investment and private capital formation in a vector error-correction model of growth", *Applied Economics*, 30, 837-844.

Gil, C.; Iraizoz, B.; Pascual, P., y Rapún, M. (1997): "Distribución de fondos regionales: una aplicación del potencial de desarrollo", *Información Comercial Española, Revista de Economía*, 762, pp. 111-124.

Glomm, G., y Ravikumar, B. (1994), "Public investment in infrastructure in a simple growth model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18, pp. 1173-1187.

— (1999): "Competitive equilibrium and public investment plans", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 23, pp. 1207-1224.

Gómez, R. (1991): "Provisión de infraestructuras en un modelo con restricciones a la movilidad de trabajadores entre regiones", *Ekonomiaz*, núm. 12, pp. 3-22.

Gómez de Antonio, M. (2001): "*Evaluación del impacto del stock de capital público en el crecimiento de la renta per cápita de las provincias españolas (1981-1991) mediante el empleo de técnicas econométricas de carácter espacial*", Colección Investigaciones, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.

González-Páramo, J. M. (1995): "Infraestructuras, productividad y bienestar", *Investigaciones Económicas*, vol. XIX, pp. 155-168.

Gorostiaga, A. (1999): "¿Cómo afectan el capital público y el capital humano al crecimiento?: Un análisis para las regiones españolas en el marco neoclásico", *Investigaciones Económicas*, XXIII (1), pp. 95-114.

Gramlich, E. M. (1994): "Infrastructure investment: A review essay", *Journal of Economic Literature*, vol. XXXII, 3, pp. 1176-1196.

Greene, W.H. (1993): *Econometric Analysis*, 2nd Edition, Prentice Hall.

Håkonsen, L. (1998): "An investigation into alternative representations of the marginal cost of public funds", *International Tax and Public Finance*, 5, pp. 329-343.

Hausman, J.A. (1978): "Specification test in econometrics", *Econometrica*, 46, pp. 1.251-1.271.

Helmsing, A. (1999): "Teorías de desarrollo industrial regional y políticas de segunda y tercera generación", *Eure*, vol. XXV, núm. 75, pp. 5-39.

Holtz-Eakin, D. (1992): *Public sector capital and productivity puzzle*, NBER Working Paper 4122, Cambridge.

Holtz-Eakin, D., y Schwartz, A. E. (1994): *Infrastructure in a structural model of economic growth*", NBER Working Paper 4824, Cambridge.

Hulten, C. R., y Schwab, R. M. (1993): *Endogenous growth, public capital and the convergence of regional manufacturing industries*, NBER Working Paper, núm. 4538. Cambridge

Im, K. S.; Pesaran, M. H., y Shin, Y. (1997): *Testing for unit roots in heterogeneous panels*, Discussion Paper, University of Cambridge.

Islam, N. (1995): "Growth empirics: a panel data approach", *The Quaterly Journal of Economics*, 95, pp. 1127-1170.

Jones, L. E.; Manuelli, R. E., y Rossi, P. E. (1993): "Optimal taxation in models of endogenous growth", *Journal of Political Economy*, 101 (3), pp.485-517.

Judd, K. L. (1999): "Optimal taxation and spending in general competitive growth models", *Journal of Public Economics*, 71, pp. 1-26.

Judge, G. G.; Griffiths, W. E.; Carter, R.; Lutkepohl, H., y Lee, C. (1985): *The Theory and Practice of Econometrics*, 2nd edition, John Wiley & Sons. Nueva York.

Judson, R. A., y Owen, A. L. (1999): "Estimating dynamic panel data models: a guide for macroeconomist", *Economics Letters*, 65, pp. 9-15.

Kaizuka, K. (1965): "Public goods and decentralization of production", *The Review of Economics and Statistics*, vol 47, pp.118-120.

Kay, J. A. (1980): "The deadweight loss from a tax system", *Journal of Public Economics*, 13, pp. 111- 119.

King, M. A. (1986): "A pigouvian rule for the optimum provision of public goods", *Journal of Public Economics*, 30, pp. 273-291.

King, R. G., y Levine, R. (1994): "Capital fundamentalism, economic development and economic growth", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, pp. 259-292.

Kneller, R.; Bleany, M. F., y Gemmell, N. (1999): "Fiscal policy and growth: evidence from OECD countries", *Journal of Public Economics*, 74, pp. 171-190.

Knight, M.; Loayza, N., y Villanueva, D. (1993): *Testing the neoclassical theory of economic growth. A panel data approach*, FMI Staff Papers, vol. 40.

Konishi, H. (1993): "A note on public good provision and commodity taxes", *The Economic Studies Quarterly*, 44, 2, pp. 178-184.

Kopp, A. (1995): "*Public investment –key to East German growth*?", 51 Congreso del International Institute of Public Finance, Lisboa, agosto de 1995.

Levin, L., y Lin, C. F. (1992): *Unit roots test in panel data: asymptotic and finite sample properties*, Discussion Paper 92-23, UCSD.

— (1993): *Unit roots test in panel data: new results*, Discussion Paper 93-56, UCSD.

Ligthart, J. E. (2000): *Public capital and output growth in Portugal: an empirical analysis*, IMF Working Paper 00/11.

Lucas, R. E. (1988): "On the mechanics of development planning", *Journal of Monetary Economics*, 22, 1, pp. 3-42.

Lynde, C., y Richmond, J. (1992): "The role of public capital in production", *The Review of Economics and Statistics*, 74 (1), pp. 37-45.

Lynde, C., y Richmond, J. (1993a): "Public capital and long-run cost in U.K. manufacturing", *The Economic Journal*, 103, pp. 880-893.

— (1993b): "Public capital and total factor productivity", *International Economics Review*, 34 (2), pp. 401-414.

Maddala, G. S., y Wu, S. (1998): "A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue, pp. 631-652.

Mankiw, N. G.; Romer, D., y Weil, D. (1992): "A contribution to the empirics of economics growth", *Quaterly Journal of Economics*, CVII, pp. 407-437.

Manzano, B. (1998): "Estructura impositiva, capital público y ciclo económico", *Revista Española de Economía*, 15 (3), pp. 433-461.

Marrero, G. A. (1999): "Growth and welfare: distorting vs. non-distorting taxes", *mimeo*.

Martin, P., y Rogers, C. A. (1995): "Industrial location and public infrastructure", *Journal of International Economics*, 39, pp. 335-351.

Martínez, D. (2001): "Inversión pública y convergencia regional en España: una introducción empírica", *VIII Encuentro de Economía Pública*, Cáceres, 8-9 de febrero de 2001.

— (2000): Is there any relationship between public investment and economic growth in the Spanish regions?, WP 0002/Núm. 13, Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Jaén.

Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F., y Uriel, E. (1994): "Disparidades regionales y convergencia en las Comunidades Autónomas", Revista de Economía Aplicada, 4 (2), pp. 129-148.

— (1995): "Public capital and convergence in the Spanish regions", *Enterpreneurship and Regional Development*, 7, pp. 309-327.

— (1996a): "Infrastructure and productivity in the Spanish regions", *Regional Studies*, 30 (7), pp. 641-650.

— (1996b): "El stock de capital en España y sus Comunidades Autónomas", Fundación BBV, Bilbao.

Maudos, J.; Pastor, J. M., y Serrano, L. (1998): "Convergencia en las regiones españolas: cambio técnico, eficiencia y productividad", *Revista Española de Economía*, 15 (2), pp. 235-264.

McMillin, W. D., y Smith, D. J. (1994): "A multivariate time series analysis of the United States aggregate production function", *Empirical Ecconomics*, 19 (4), pp. 659-674.

Mendoza, E.; Milesi-Ferreti, G., y Asea, P. (1997): "On the ineffectiveness of tax policy in altering long-run growth: Harberger's superneutrality conjecture", *Journal of Public Economics*, 66, pp. 99-126.

Mera, K. (1973): "Regional production function and social capital: an analysis of the Japanese case", *Regional and Urban Economics*, vol. 3, 2, pp. 157-186.

Monadjemi, M. S. (1996): Public expenditure and private investment: a study of three OECD countries, Studies in Economics, Departement of Economics, University of Kent.

Moreno, R.; Artís, M.; López-Bazo, E., y Suriñach, J. (1997): "Evidence on the complex link between infrastructure and regional growth", *International Journal of Development Planning Literature*, 12 (1-2), pp. 81-108.

Morrison, C. J., y Schwartz, A. E. (1992): "State infrastructure and economic perfomance", NBER *Working Paper* 3981, Cambridge.

Morrison, C. J., y Schwartz, A. E. (1996): "Public infrastructure, private input demand and economic perfomance in New England manufacturing", *Journal of Business and Economic Statistics*, 14 (1), pp. 91-101.

Mulligan, C. B., y Sala-i-Martín, X. (1993): "Transitional dynamics in two-sector models of endogenous growth", *Quarterly Journal of Economics*, 108, 3, pp. 737-773.

Munnell, A. H. (1990a): "Why has productivity growth declined? Productivity and public investment", *New England Economic Review*, enero/febrero, pp. 2-22.

— (1990b) (Ed.): "*Is there a shortfall in public investment?*", Conference Series núm. 34, Federal Reserve Bank of Boston.

— (1993): "An assessment of trends in and economic impacts of infrastructure investment", in OCDE (1990): *Infrastructure policies for the 1990s*, chapter 2, pp. 21-54, Paris.

Nadiri, M. I., y Mamuneas, T. P. (1994): *Infrastructure and public R&D investments and the growth of factor productivity in U.S. manufacturing industries*, NBER Working Paper 4845, Cambridge.

Nazmi, N., y Ramírez, M. D. (1997): "Public and private investment and economic growth in Mexico", *Contemporary Economic Policy*, 15, 1, pp. 65-75.

Odedokun, M. O. (1997): "Relative effects of public versus private investment spending on economic efficiency and growth in developing countries", *Applied Economics*, 29, pp. 1325-1336.

Otto, G. D., y Voss, G. M. (1994): "Public capital and private production in Australia", *Southern Economic Journal*, 62 (3), pp. 723-738.

— (1996): "Public capital and private sector productivity", *The Economic Record*, 70, (209), pp. 121-132.

— (1998): "Is public capital provision efficient?", *Journal of Monetary Economics*, 42, pp. 47-67.

Oxley, H., y Martin, J. P. (1991): "Controlling government spending and deficits: trends in the 1980s and prospects for the 1990s", *OECD Economic Studies*, 17, pp. 145-189.

Pazner, E. A., y Sadka, E. (1980): "Excess-burden and economic surplus as consistent welfare indicators", *Public Finance*, 35, pp.439-449.

Pedraja, F.; Ramajo, J., y Salinas, J. (1999): "Eficiencia productiva del sector industrial español: un análisis espacial y sectorial", *Papeles de Economía Española*, 80, pp. 51-68.

Perron, P. (1988): "Trends and random walk in macroeconomics time series: further evidence from a new approach", *Journal of Economics Dynamics and Control*, 12, pp. 297-332.

Pigou, A. C. (1947): *A study in Public Finance*, Third edition, Macmillan, Londres.

Pinnoi, N. (1994): "Public Infrastructure and private production: measuring relatives contributions", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 23 (2), pp. 127-148.

Pradhan, I.; Ratha, D. K., y Sarma, A. (1990): "Complementary between public and private investment in India", *Journal of Development Economics*, 33, 1, pp. 101-116.

Quah, D. (1990): *International patterns of growth: I. Persistence in cross-country disparities*, MIT Working Paper, MIT. Cambridge.

Ratner, J. B. (1983): "Government capital and the production function for U.S. private output", *Economics Letters*, 13, pp. 213-217.

Raymond, J. L., y García, B. (1996): "Distribución regional de la renta y movimientos migratorios", *Papeles de Economía Española*, 67, pp. 185-201.

Rietveld, P. (1995): "Infrastructure and spatial economic development", *Annals of Regional Science*, 29, pp. 117-119.

Rivera, B., y Currais, L. (2000): "The contribution of publicly provided health to growth", *Estudos Economicos*, 30, 2, pp. 191-206.

Rioja, F. K. (1999): "Productiviness and welfare implications of public infrastructure: a dynamic two-sector general equilibrium analisys", *Journal of Development Economics*, 58, pp. 387-404.

Roca, O., y Pereira, A. (1998): "Impacto de la inversión en infraestructuras sobre el producto, la ocupación y la inversión privada en España*", Revista Española de Economía*, 15 (3), pp. 403-432.

Rodríguez, A. (1995): *Reestructuración socioeconómica y desequilibrios regionales en la Unión Europea*, Instituto de Estudios Económicos, Madrid.

Roubini, N., y Sachs, J. (1989): "Government spending and budget deficits in the industrial countries", *Economic Policy*, 8, pp. 99-132.

Sala-i-Martín, X. (1997): "És bo que el govern inverteixi sempre a les regions menys desenvolupades?", *Nota d'Economía*, 57, pp. 123-157.

Samuelson, P. A. (1954): "The pure theory of public expenditure", *The Review of Economics and Statistics*, vol 36, pp. 387-389.

Sandmo, A. (1972): "Optimality rules for the provision of collective factors of production", *Journal of Public Economics*, núm. 1, pp. 149-157.

Segura, J. (1994): *Análisis microeconómico*, 3.ª Edición, Alianza Universidad Textos, Madrid.

Seitz, K. (1994): "Public capital and the demand for private inputs", *Journal of Public Economics*, 54, pp.287-307.

Seitz, H., y Licht, G. (1995): "The impact of public infrastructure on regional manufacturing production cost", *Regional Studies*, 29 (3), pp. 231-240.

Serrano-Martínez, L. (1999): "Capital humano, estructura sectorial y crecimiento en las regiones españolas", *Investigaciones Económicas*, vol. XXIII (2), pp. 225-249.

Solow, R. (1956): "A contribution to the theory of economic growth", *Quaterly Journal of Economics*, 70, pp. 65-94.

Sturm, J.-E. (1998): *Public capital expenditure in OECD countries*, Edward Elgar Publishing Limiting, Cheltenham.

Sturm, J.-E., y de Haan, J. (1995): "Is public expenditure really productive? New evidence from the USA and the Netherlands", *Economic Modelling*, 12 (1), pp. 60-72.

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

Thomas, B. (1996): *Infrastructure and regional growth in the European Union*, Birmingham Economics Discussion Paper, 96-25. Birmingham.

Triest, R. K. (1990): "The relationship between the marginal cost of public funds and the marginal excess burden", *American Economic Review*, 80, pp. 557-566.

Uzawa, H. (1965): "Optimal technical change in aggregative model in economic growth", *International Economic Review*, 6, pp. 18-31.

Vickerman, R. W. (1991) (Ed.): *Infrastructure and regional development*, European Research in Regional Science, vol. 1, Londres.

White, H. (1980): "A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity", *Econometrica*, 48, pp. 817-838.

Wildasin, D. E. (1979): "Public good provision with optimal and non-optimal commodity taxation. The single-consumer case", *Economic Letters*, 4, pp. 59-64.

— (1984): "On public good provision with distortionary taxation", *Economic Inquiry*, 22, pp. 227-243.

Wilson, J. D. (1991a): "Optimal public good provision with limited lump-sum taxation", *American Economic Review*, 81, 1, pp. 153-166.

— (1991b): "Optimal public good provision in the Ramsey tax model –A Generalization", *Economic Letters*, 35, pp.57-61.

Wolf, E. N. (2001): "Human capital investment and economic growth: exploring the cross-country evidence", *Structural Change and Economics Dynamics*, 11, pp. 433-472.

Wu, J-L. (2000): "Mean reversion of the current account: evidence from the panel data unit-root test", *Economics Letters*, 66, 215-222.

Zhu, X. (1992): "Optimal fiscal policy in a stochastic growth model", *Journal of Economic Theory*, 58, 250-289.