

ANÁLISIS PROSPECTIVO ANDALUCÍA 2020

LA INFLUENCIA DE LAS INFRAESTRUCTURA PÚBLICAS EN EL
DESARROLLO ECONÓMICO REGIONAL. EL CASO DE ANDALUZ

Manuel Jaén García
Laura Piedra Muñoz
Universidad de Almería

“No lo que hicimos ayer, sino lo que vamos a hacer en el futuro
es lo que nos reúne alrededor de lo que se llama Estado” José
Ortega y Gasset



ANÁLISIS PROSPECTIVO ANDALUCÍA 2020

LA INFLUENCIA DE LAS INFRAESTRUCTURA PÚBLICAS EN EL DESARROLLO ECONÓMICO REGIONAL. EL CASO DE ANDALUZ

Manuel Jaén García
Laura Piedra Muñoz
Universidad de Almería

Resumen: En este trabajo se estudia la relación entre crecimiento económico y capital público, con especial referencia al caso andaluz. El objetivo principal es analizar si las dotaciones de capital público en España y Andalucía favorecen el crecimiento de la productividad del sector privado en el territorio nacional y andaluz y de qué forma es importante la composición del capital público de la región y la de las regiones adyacentes. Para ello, se aplica un modelo Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, concluyendo que tanto el capital público productivo como el capital humano tienen una fuerte influencia en el crecimiento de la economía española tanto si considera la escala regional como la nacional.

El Centro de Estudios Andaluces es una entidad de carácter científico y cultural, sin ánimo de lucro, adscrita a la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía.

El objetivo esencial de esta institución es fomentar cuantitativa y cualitativamente una línea de estudios e investigaciones científicas que contribuyan a un más preciso y detallado conocimiento de Andalucía, y difundir sus resultados a través de varias líneas estratégicas.

El Centro de Estudios Andaluces desea generar un marco estable de relaciones con la comunidad científica e intelectual y con movimientos culturales en Andalucía desde el que crear verdaderos canales de comunicación para dar cobertura a las inquietudes intelectuales y culturales.

Ninguna parte ni la totalidad de este documento puede ser reproducida, grabada o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprografía, magnética o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de la Fundación Centro de Estudios Andaluces.

Las opiniones publicadas por los autores en esta colección son de su exclusiva responsabilidad

© 2008. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Consejería de Presidencia. Junta de Andalucía

1. Introducción.

La influencia de la dotación de infraestructuras sobre el crecimiento de un país o región parece fuera de toda duda después de diversos trabajos realizados tanto para otros países como para España. Está en discusión, sin embargo, la magnitud de esa influencia y su persistencia en el tiempo.

El trabajo pionero de Aschauer (1989) para un conjunto de cuarenta y ocho estados en USA ponía de manifiesto que: 1º) El capital público ejercía un efecto positivo y significativo sobre la producción privada y la productividad de los factores, siendo la elasticidad estimada de 0,39; y 2º) la composición de dicho capital era relevante al ser las denominadas infraestructuras productivas las que mostraban una relación más estrecha con la productividad, siendo menos relevante el capital público dedicado a sanidad, educación o a los servicios de carácter general.

Estos resultados fueron cuestionados por ser inusitadamente elevados y derivarse de ecuaciones con dificultades metodológicas y econométricas (para una discusión véase Romp y Haahn, 2005 y Díaz y Martínez, 2006).

En cuanto a la economía española, la evidencia muestra que el stock de infraestructuras públicas ha contribuido significativamente al crecimiento de la productividad. Los resultados de Mas y otros (1994), con datos de panel para las 17 comunidades autónomas, dan valores para la elasticidad output del capital público productivo que oscilan entre 0,182 y 0,315, mientras Argimón y otros (1994), considerando el capital público de forma agregada para España, obtienen valores entre 0,11 (para el total de las administraciones públicas) y 0,71 (para el Estado).

En este trabajo se analiza la relación entre crecimiento económico y capital público, con especial referencia al caso andaluz, utilizando las formas funcionales desarrolladas por Aschauer (1989).

En el segundo apartado se analiza el concepto de infraestructura y su relación con el crecimiento económico. En el tercero se describe el stock de capital público en España y Andalucía y su evolución, utilizando distintos indicadores que permiten realizar comparaciones inter e intrarregionales (en el caso andaluz) a lo largo del tiempo. En el apartado cuarto se formula el primer modelo y se realiza su contrastación empírica. En el quinto, utilizando un modelo derivado del formulado en el apartado cuarto, se mide la dotación efectiva de infraestructuras para las diferentes comunidades autónomas. En el sexto, a partir de los resultados del quinto, se estudia la optimalidad o no de la inversión española en infraestructuras. En el séptimo se resume el trabajo, se esbozan algunas conclusiones y se delinear las posibles líneas alternativas o de continuidad en la investigación.

2. Infraestructuras y crecimiento económico.

Las infraestructuras son todos aquellos bienes de capital que constituyen la base de la actividad socioeconómica, en la medida en que determinan o condicionan la potencialidad productiva de las distintas partes del territorio y la localización geográfica de los factores de producción móviles.

De esta definición se sigue que el desarrollo de una región y la desigualdad interregional de rentas se relacionan estrechamente con la dotación de infraestructuras (Argimón y González-Páramo, 1997).

Los bienes de capital que constituyen las infraestructuras suelen ser de naturaleza pública, de muy difícil sustitución y sus efectos externos poseen una acusada dimensión espacial. La dotación de infraestructuras ejerce una influencia directa sobre las posibilidades de crecimiento a medio y largo plazo de una economía por lo que su déficit puede convertirse en un factor de estrangulamiento.

La inversión en infraestructuras se ha convertido, en los últimos decenios, en un aspecto fundamental de la política de gasto público. El crecimiento económico experimentado en España ha permitido financiar el esfuerzo inversor pero también ha puesto en evidencia la insuficiente cantidad y calidad de las infraestructuras y el desfase con los países de nuestro entorno.

Siguiendo a Hansen (1965) se suelen distinguir dos grandes categorías de infraestructuras: la económica que apoya directamente a las actividades productivas y la social vinculada directamente al bienestar del consumidor e indirectamente a las actividades productivas.

La primera está compuesta por un conjunto de equipamientos que se conocen en la literatura como infraestructura básica y que comprenden la infraestructura de transporte, telecomunicaciones, servicios públicos locales de abastecimiento de agua, gas y electricidad así como recogida de basuras y las infraestructuras hidráulicas.

En la infraestructura social se consideran esencialmente la infraestructura educativa y sanitaria, así como los centros asistenciales y culturales, la infraestructura de medio ambiente y una serie de instalaciones tales como comisarías de policía, estaciones de bomberos y ayuntamientos.

Desde el trabajo de Aschauer (1989), mencionado anteriormente, se han realizado, utilizando diferentes métodos econométricos, diversas contrastaciones empíricas en las que se analiza la relación entre el stock de infraestructuras y la productividad.

Como se ha puesto de manifiesto en el apartado anterior, en la economía española la evidencia muestra que el stock de infraestructuras públicas ha contribuido significativamente al crecimiento de la productividad. Este efecto positivo parece más favorable en el caso español que en el estadounidense. La explicación que se le ha dado a este hecho es que el efecto de las infraestructuras públicas sobre la producción depende del nivel de desarrollo conseguido y, por tanto, del stock de infraestructuras públicas ya acumulado. Así, el efecto del establecimiento de un nivel mínimo de infraestructuras que garantice un nivel de actividad económica

sostenido tiene un impacto muchísimo más grande sobre la productividad que mejoras o ampliaciones por encima de ese nivel. Del mismo modo, existe un grado de saturación por encima del cual incrementos en el stock de infraestructuras públicas apenas tienen efectos sobre la productividad. Se puede sostener que, de acuerdo con la ley de rendimientos decrecientes, “un incremento del stock de capital público producirá un efecto pequeño (grande) en el output si el stock de capital público en el período previo era grande (pequeño)”.

Según Cutanda y Paricio (1992) las vías fundamentales por las que las infraestructuras afectan a las actividades productivas y al bienestar en las distintas comunidades son básicamente tres. La primera es la de sus efectos en la producción y el empleo de una región que se derivan de su característica de bien público intermedio que interviene directamente en los procesos de producción. La segunda es consecuencia de los incentivos que afectan a los individuos y empresas cuando éstos consideran sus decisiones de localización en las distintas comunidades. Por último, ciertos servicios derivados del uso del capital público son utilizados directamente como bienes finales, mejorando el bienestar y la calidad de vida de aquéllos que los consumen. Por tanto, tal como sugiere el sentido común y los resultados econométricos obtenidos, una política de inversión pública que incremente el stock de capital público a partir de la realización de los mejores proyectos de infraestructuras, además de no expulsar a la inversión privada, puede tener efectos muy favorables sobre la renta y el bienestar a largo plazo (Argimón y González-Páramo, 1997).

3. La composición del stock de capital público en España. Una comparación regional.

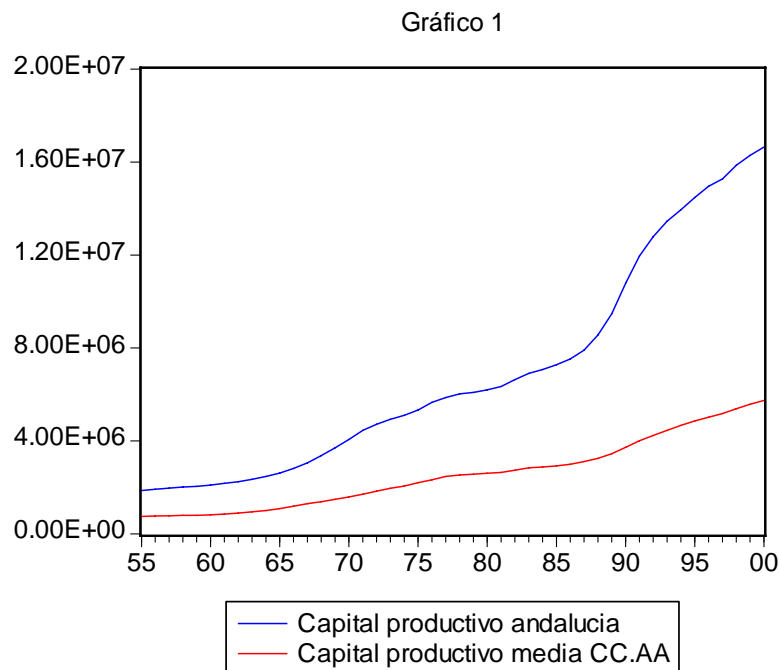
Las infraestructuras son, a la vez, soporte y factor del desarrollo, ya que ordenan el espacio físico y permiten orientar e intensificar los flujos económicos. Por ello, favorecen la estructura productiva y contribuyen al crecimiento económico regional, beneficiando directamente al sector de la construcción.

La construcción de nuevas infraestructuras es un elemento motor de otras ramas de actividad que se benefician de la mejora de la accesibilidad resultante, como son, entre otras, el sector del transporte y las industrias vinculadas a la fabricación de componentes y material de transporte.

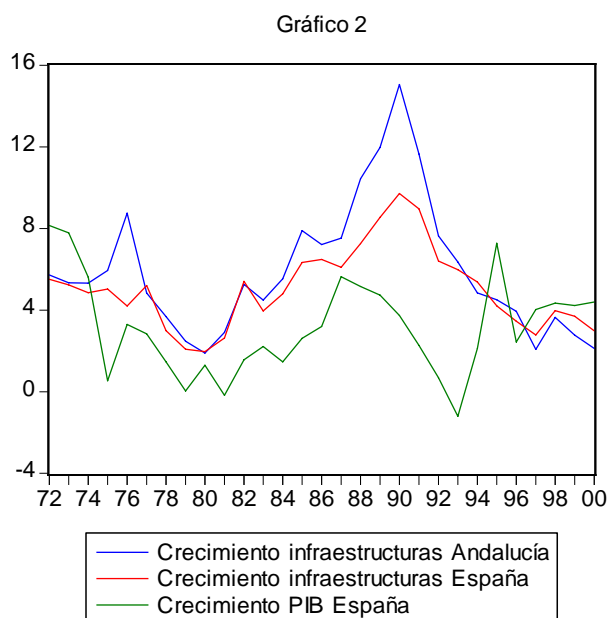
En este apartado analizamos y comparamos la evolución de los principales componentes del capital público nacional y andaluz. En primer lugar, estudiamos la evolución general del capital público productivo. En segundo lugar, algunos ratios que relacionan el capital público productivo nacional y andaluz con otras variables y, por último, pasamos a centrarnos, dada su importancia, en la red viaria y ferroviaria.

3.1. Evolución general del capital público productivo¹.

En el gráfico 1 se contempla la evolución del capital productivo andaluz y la media de las CC.AA, para el período 1955-2000 y en euros de 1986. Se observa un valor superior y un crecimiento mayor en el caso andaluz que para la media.



En el gráfico 2 observamos las tasas de crecimiento (en %) del capital público productivo y del PIB (también en %).



¹ Las series de capital proceden de la publicación de la Fundación BBVA e IVIE: “El stock de capital público en España y su distribución territorial”. Las series de empleo proceden de la publicación de la Fundación Bancaja e IVIE: “Capital humano, series históricas 1964-2004”. El resto de los datos proceden de las bases del Intituto Nacional de Estadística. Dada la disparidad de las fuentes informativas nos hemos limitado en la investigación empírica al período 1980-2000

Vemos cómo el crecimiento se ha producido de forma irregular obedeciendo a los períodos de crisis económicas los valores más pequeños y a períodos de auge los más elevados. Si nos limitamos al período 1980-2000, las tasas son similares en los primeros años. La diferencia fundamental se observa a mediados de la década de los ochenta en que la tasa de crecimiento en Andalucía fue muy superior a la nacional debido, fundamentalmente, a las inversiones públicas correspondientes a la exposición universal de 1992 y a la puesta en funcionamiento del AVE y ello a pesar de la fuerte crisis que se vivió en esos años con valores negativos para la tasa de crecimiento del PIB. Sin embargo, resulta preocupante el escaso crecimiento en los últimos años de la década con tasas para Andalucía inferiores a las nacionales y ambas inferiores a la tasa de crecimiento del PIB.

Cuadro 1. Tasas de crecimiento PIB y capital productivo

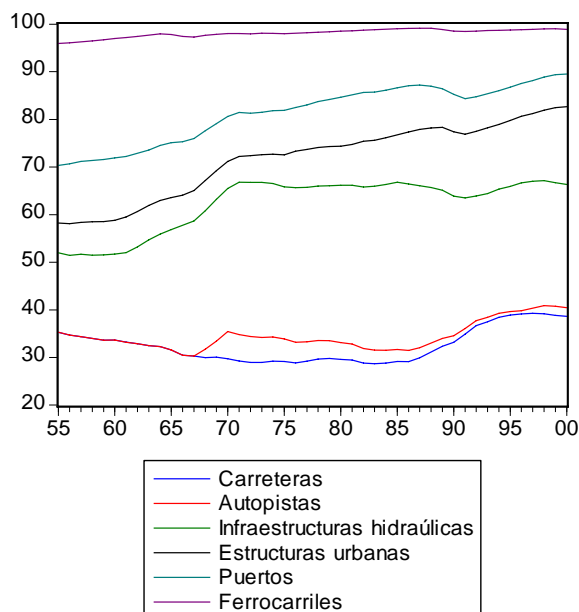
Tasas de crecimiento	1972/76	1977/81	1982/86	1987/91	1992/96	1997/00
PIB	5,08046019	1,09355412	2,21299297	4,30984026	2,26469193	4,24995226
Cap prod. Andalucía	4,9372437	2,26955342	3,50626172	9,72444713	4,59138192	2,71144065
Cap. Prod España	6,71177012	2,56300864	2,52843736	5,81391166	4,49064906	3,37112743

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 1 se tienen las tasas de crecimiento promedio del PIB y el capital productivo andaluz y español. En todo el período el capital productivo nacional ha crecido por encima del PIB. Asimismo ocurre con el andaluz excepto en los períodos inicial y final. Los períodos de bajo crecimiento del PIB van acompañados de períodos de bajo crecimiento del capital productivo e igual ocurre en los períodos de mayor crecimiento. El capital público andaluz crece a un ritmo menor o igual que el nacional excepto en el período 1987/91 en el que se están produciendo grandes inversiones públicas en Andalucía debido a la exposición universal de 1992.

En el gráfico 3 se especifica la distribución porcentual a lo largo del tiempo de los componentes del capital público andaluz y en el cuadro 2 algunos años escogidos, mientras que en el gráfico 4 y el cuadro 3 tenemos los valores nacionales correspondientes.

GRÁFICO 3



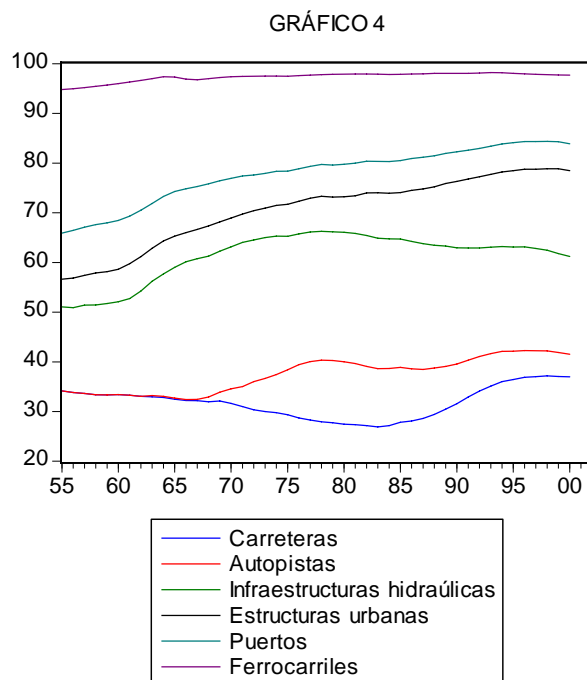
Cuadro 2. Distribución porcentual de las infraestructuras productivas en Andalucía

	1955	1965	1975	1985	1995	2000
Carreteras	35,3	31,6	29,13	29,16	38,9	38,63
Autopistas	0	0	4,73	2,53	0,77	1,8
Infr. Hidráulicas	16,7	25,27	31,98	34,82	26,22	25,9
Estr.Urbanas	6	7	7	10	14	16
Puertos	12,1	11,55	9,31	9,99	7	6,87
Ferrocarril	25,6	22,7	16,11	12,43	11,29	9,37
Aeropuertos	4,1	2,2	2,02	0,98	1,16	1,1

Fuente: Elaboración propia con datos BBVA-IVIE.

Tanto del gráfico como del cuadro deducimos como nota predominante la enorme disminución porcentual del stock de capital público dedicado al ferrocarril, sobre el que insistiremos más adelante. Cabe destacar también el fuerte crecimiento de la participación del stock dedicado a estructuras urbanas, consecuencia de la rápida urbanización de Andalucía que ha pasado de ser eminentemente agraria, con pequeños núcleos poblacionales, a una estructura mucho más urbana con mayor participación de la industria y los servicios aunque todavía por debajo de la media nacional. Es importante destacar, asimismo, la disminución del porcentaje dedicado a autopistas de peaje, dado que la política del gobierno andaluz ha sido la de construir autovías de titularidad pública y de libre circulación lo que se ha traducido en el aumento de la

inversión y, por consiguiente, del stock de capital público dedicado a carreteras. Asimismo, se observa una disminución o estancamiento en puertos y aeropuertos, lo que resulta llamativo dada la importancia de los puertos andaluces en el tráfico con el Norte de África y en la entrada al Mediterráneo y de los aeropuertos como receptores de turismo de los países del Norte de Europa fundamentalmente.



Cuadro 3. Distribución porcentual de las infraestructuras productivas en España

	1955	1965	1975	1985	1995	2000
Carreteras	34,18	32,49	29,37	27,8	36,45	37,01
Autopistas	0	0,21	9,06	11,07	5,68	4,5
Infr. Hidráulicas	16,88	26,29	26,82	25,8	20,96	19,64
Estr.Urbanas	5,55	6,28	6,44	9,3	15,4	17,27
Puertos	9,3	9	6,66	6,44	5,62	5,4
Ferrocarril	28,9	23	19,13	17,36	13,92	13,81
Aeropuertos	5,1	2,7	2,49	2,13	1,94	2,3

Fuente: Elaboración propia con datos BBVA- IVIE.

El cuadro 3 nos indica la cada vez mayor importancia del transporte por carretera pues el stock dedicado a ese rubro suma un porcentaje creciente que llega al 41,51% en 2000, en detrimento del ferrocarril que cada vez tiene menos importancia, bajando en 2000 hasta el 13,81% a pesar de la construcción de ferrocarriles de alta velocidad desde Madrid a Sevilla y Lérica. El stock de capital correspondiente a

aeropuertos experimenta un ligero repunte en 2000 pero no ocurre lo mismo con el correspondiente a puertos que ha disminuido.

La comparación entre Andalucía y España nos muestra una menor participación de las infraestructuras de ferrocarril y aeroportuarias en la comunidad autónoma andaluza en relación a la media nacional. Este déficit debe ser paliado en el futuro por medio de un aumento en la dotación ferroviaria, pues éste es el medio de transporte por excelencia en las distancias medias.

3.2. Indicadores de capital público y situación regional.

Para poder mejorar la comparación entre el capital público nacional y el andaluz utilizamos, en primer lugar, dos indicadores: el ratio con respecto al PIB y el ratio con respecto al capital privado.

En el gráfico 5 tenemos la evolución del ratio de capitales públicos productivos con respecto al PIB y en el 6 la evolución del ratio del capital público con respecto al capital privado.

GRÁFICO 5

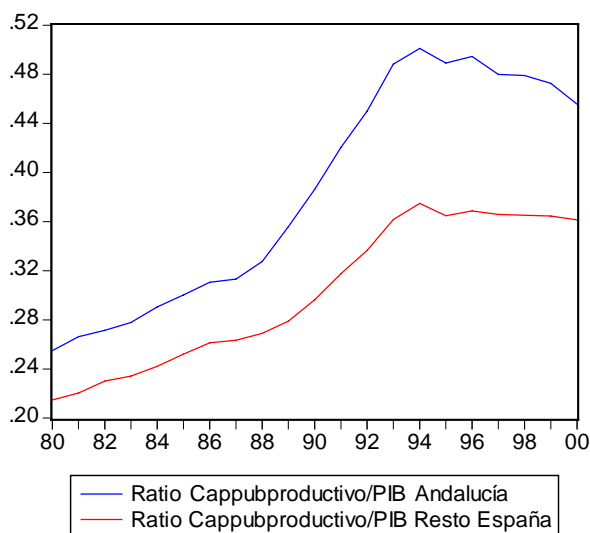
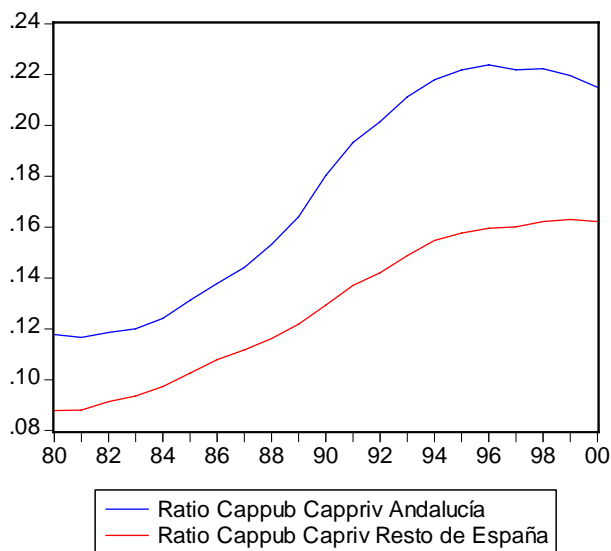


GRÁFICO 6



Tanto el gráfico 5 como el 6 nos muestran una mayor dotación de capital público en Andalucía tanto con respecto al PIB como con respecto al capital privado. Obviamente dadas las magnitudes que estamos comparando podemos deducir de ello o bien una mejor dotación de capital público en Andalucía que en el resto del país o bien una infradotación de capital privado o un PIB por debajo del nacional, todo en términos relativos.

Dada la ambigüedad de los ratios anteriores y para poder realizar una comparación de forma adecuada consideramos, en segundo lugar, los indicadores para el capital público con relación a la superficie y la población ocupada.

Considerando los años 1980, 1985, 1990, 1995 y 2000 tenemos los siguientes cuadros comparativos:

Cuadro 4. Capital público por ocupado (euros de 1986)

	1980	1985	1990	1995	2000
Andalucía	5739.8 9	7588.62	9291.5	12887.6 8	11411.5
Aragón	8772.6 5	10.446.8	10519.7	12887.6 3	14011.3
Asturias	5208.4 4	7374.2	9168.3	13509.4	15240.6
Baleares	3991.6 5	4958.5	6271.98	7634.55	7238
Canarias	5928.3 2	7589	9033	10986.2 6	10028.24
Cantabria	4912.3 4	6882.1	9730.6	12998	13650.13
Castilla-León	7033.8 9	9047.5	10039.4 3	13271.7 3	13937.81
Castilla-La Mancha	6986.3	8354.55	10521.1 2	14732.0 8	13522.25
Cataluña	4527.1 3	5874	6078.3	8350.98	7776.26
Valencia	5946.3 6	8079.9	10112,5	15864.2 3	14992.3
Extremadura	3439.6	4500	6284.2	9563.71	10956.62

Galicia	4807.6	5766.2	5996.25	7612.6	7739.15
Madrid	4266.5 1	5873.3	7086.16	9656	8963.1
Murcia	8584.9 2	9464.15	10947.5 5	13843.9 5	13014.4
Navarra	5906	8292.3	9624.11	13022	12097
País Vasco	11167. 07	13630.6 4	13380.5	14792.2 4	12854.73
La Rioja	4554.3 47	6159.2	6812.3	9350.64	9014.32
España	5700.2	7371.1	8464.2	11376.5	10901.3

Fuente: IVIE-BBVA y elaboración propia.

La primera reflexión que nos sugiere el cuadro 4 es el fuerte crecimiento que se ha producido en el capital público, en términos relativos, durante el período considerado pues, mientras el número de ocupados ha crecido en un 129,2%, el capital público relativo lo ha hecho en un 191,24% con un porcentaje aún más elevado, 198,8%, en la comunidad autónoma andaluza. Este crecimiento, sin embargo, es bastante desigual de manera que la situación de las diferentes comunidades con respecto a la media y entre ellas varía a lo largo del tiempo. En 1980 estaban por debajo de la media Asturias, Baleares, Cantabria, Cataluña, Extremadura, Galicia, Madrid y la Rioja, situándose Andalucía muy cercana a ella. La región con mejor dotación, en términos relativos, era el País Vasco y la peor Extremadura. En ese ranking Andalucía estaba situada en octavo lugar. En 2000 están situadas por debajo de la media Baleares, Canarias, Cataluña, Galicia, Madrid y la Rioja, con Extremadura y Andalucía en valores muy cercanos. La mejor dotación corresponde, ahora, a Asturias y la peor a Baleares. Andalucía se coloca en décimo lugar en el ranking autonómico. Llama poderosamente la atención la baja dotación relativa de las dos regiones más industrializadas del país cual son Madrid y Cataluña.

Cuadro 5. Capital público por unidad de superficie (miles de euros de 1986 por Km²)

	1980	1985	1990	1995	2000
Andalucía	107.52	131.6	200.4	264.45	386.15
Aragón	73.83	80.28	96.12	111.71	137.92
Asturias	192.84	242.26	312.14	416.65	505.1
Baleares	180.17	217.6	318.81	414.15	508.86

Canarias	327.76	391.9	553.56	718.67	897
Cantabria	165.19	212.14	314.49	399.55	496.74
Castilla-León	64.15	74.3	91.81	111.47	133.72
Castilla-La Mancha	42.9	50.39	71.78	93.35	104.71
Cataluña	280.96	327.32	422.35	568.73	657.36
Valencia	42.25	52.86	75.55	108.41	124.98
Extremadura	129.7	162.83	222.85	309.73	385.6
Galicia	870.9	1000.96	1286.371	1615.78	2067.71
Madrid	106.41	141.1	210.88	281.82	338.83
Murcia	146.45	154.1	203.97	268.48	311.74
Navarra	582.45	735.73	969.32	1293.5	1437.1
País Vasco	203.27	211.99	239.17	256.9	271.13
La Rioja	235.12	289.99	387.48	517.7	637.32
España	134.36	160.73	217.29	282.1	332

Fuente: IVIE, BBVA e INE. Elaboración propia.

La situación es bastante distinta si consideramos la dotación de capital público por unidad de superficie. Al ser la superficie constante, el crecimiento a lo largo del tiempo es muy superior al caso anterior y también es muy diferente la situación de las regiones en el ranking.

En 1980 están por debajo de la media Andalucía, Aragón, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Valencia, Extremadura y Madrid. La región con mejor dotación relativa es Galicia y la peor dotada es la Comunidad Valenciana. Andalucía se sitúa en duodécimo lugar en el ranking de mejor dotadas. En 2000 están por debajo de la media Aragón, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Valencia, Murcia y País Vasco. La región con mejor dotación relativa sigue siendo Galicia y la peor dotada es Castilla-La Mancha. Andalucía se sitúa en noveno lugar en el ranking de las mejor dotadas.

Dada la disparidad de resultados y la consiguiente ambigüedad a la hora de decidir qué regiones están mejor dotadas que otras, hemos optado por elaborar una medida comprensiva de las dos anteriores que exponemos en el apartado cuarto de este trabajo.

El mismo análisis para las provincias andaluzas nos da los siguientes resultados:

Cuadro 6. Capital público por población ocupada para Andalucía (euros por persona ocupada)

	1980	1985	1990	1995	2000
Almería	4625.5	7607.05	8209.8	13688.15	11619.95
Cádiz	6692.72	8344.44	9531.75	11855.36	10539.18
Córdoba	5668.9	7863	10.307.3	14264.41	12430.7
Granada	5729.8	8636.87	10622.5	14975.32	13954.9
Huelva	6568.73	9131.8	9728.8	13469.34	13431.5
Jaén	4470.04	5734.9	7573.65	12155.3	11550.1
Málaga	6274.8	7167.8	8822.85	12963.4	10.838.9
Sevilla	5237.92	6798.04	9340.41	11737.14	10162.55
Andalucía	5739.8	7588.62	9291.53	12887.7	11411.47

Fuente: BBVA, IVIE, INE y elaboración propia.

En 1980 están por debajo de la media andaluza Almería, Córdoba, Granada, Jaén y Sevilla mientras en 2000 lo están Cádiz, Málaga y Sevilla y muy cerca de esa media Almería. En 1980 la provincia con mejor dotación era Cádiz, mientras en 2000 lo es Granada.

Utilizando el segundo criterio obtenemos el siguiente resultado:

Cuadro 7. Capital público por superficie para Andalucía (miles de euros de 1986 por Km²)

	1980	1985	1990	1995	2000
Almería	63.92	93.7	134.88	216.87	241.37
Cádiz	207.59	247.35	337.47	406	471.1
Córdoba	81.21	95.64	150.74	198.6	207.75
Granada	85.72	117.46	174.34	233.86	264.7
Huelva	76.44	87.5	112.2	155.6	192.1
Jaén	52.5	66.1	100.15	142.31	167.32
Málaga	230.6	275.32	407.54	540.54	634.32
Sevilla	138.5	161.9	285.95	363.5	387.03
Andalucía	107.52	131.6	200.42	264.45	298

Fuente: BBVA, IVIE, INE y elaboración propia.

Como era de esperar los valores son crecientes en todas las provincias aunque su situación en la clasificación establecida varía debido al diferente ritmo de dotación de infraestructuras. En 1980 están por debajo de la media Almería, Córdoba, Granada, Huelva y Jaén siendo la mejor dotada Málaga. En 2000 Almería sigue por debajo de la media y también lo están Córdoba, Granada, Huelva y Jaén, volviendo a ser Málaga la mejor dotada.

Al igual que para el caso nacional nos encontramos con diferente situación según el tipo de indicador que utilicemos con lo que, en el apartado cuarto, utilizaremos un indicador conjunto que nos permitirá una mejor visión.

3.3. Infraestructuras de transporte y comunicaciones.

La evidencia empírica muestra que del conjunto total de infraestructuras, las de transporte y comunicaciones son las que mayor impacto tienen en el potencial de desarrollo de un espacio determinado. No debe olvidarse que las redes de transporte desempeñan un papel esencial para el intercambio comercial, actividad sin la cual no es concebible una economía moderna.

Las características geográficas sitúan a Andalucía en el extremo sur del continente europeo. Este hecho hace que las infraestructuras de transporte desempeñen un papel diferente al del resto de las regiones. En primer lugar, la red viaria y ferroviaria desempeñan una función vertebradora de primer orden dado el carácter periférico de la región. En segundo lugar, las llamadas infraestructuras puntuales: puertos y aeropuertos, desempeñan un papel estratégico para el desarrollo económico de la región, dada su función en la importación y exportación de mercancías, en la entrada de turistas y en la movilización por motivo de negocios.

En los países y regiones más desarrollados, el sistema regional de transportes se caracteriza por la intermodalidad, de manera que se aprovechan al máximo las ventajas y oportunidades de cada modo de transporte.

Dicho sistema persigue la integración de las funciones específicas de cada modo de transporte y de las funciones complementarias que cada uno de éstos aporta al resto, dependiendo su capacidad de la eficiencia de las conexiones entre los distintos modos de transporte y comunicaciones para el tráfico de viajeros y mercancías.

En este sentido, las áreas metropolitanas, aglomeraciones urbanas, puertos y otros puntos importantes de enrucijada de los principales tráficos de pasajeros y mercancías andaluces carecen todavía de suficientes centros de intercambio modal que respondan a la lógica global del sistema de transporte. Ello es especialmente importante para los intercambios de mercancías transportadas por ferrocarril y carretera; y también entre los principales puertos y el resto de modos de transporte, así como para la continuidad de los itinerarios entre el transporte aéreo y otras modalidades de transporte.

La red de carreteras ocupa una posición predominante e indispensable dentro del sistema general de transporte. En 2003 (cuadro 8) el total de carreteras construidas en la comunidad autónoma andaluza era de 27.214 Km. De ese total 2.188 corresponden a la red viaria de gran capacidad (autopistas y autovías y doble calzada).

Cuadro 8. Red viaria según titularidad por provincia. Años 2002-2003

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía
Año 2003									
Estado	426	323	561	336	457	467	388	405	3363
Autonomía	860	1052	1611	1664	777	1332	1378	1897	10571
Provincial	1264	709	2430	1173	950	1648	862	1525	10562
Otros	40	445	362	480	153	286	307	645	2718
Total	2590	2529	4964	3653	2337	3734	2935	4472	27214
Año 2002									
Estado	426	323	561	336	457	467	388	405	3363
Autonomía	860	1041	1611	1664	769	1332	1373	1897	10547
Provincial	1264	709	2430	1173	950	1648	862	1525	10562
Otros	40	445	362	480	153	286	307	645	2718
Total	2590	2529	4964	3653	2337	3734	2935	4472	27214

Fuente: Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Carreteras.

Para poder realizar comparaciones en cuanto a la infraestructura de carreteras se utilizan dos indicadores de densidad: longitud/superficie y longitud/población. En el cuadro 9 observamos los valores de estos indicadores para el año 2003 con relación al total nacional y la comunidad y provincias andaluzas. En cuanto al primero, el valor nacional es 0,35 mientras el autonómico es de 0,31. En el segundo tenemos un valor de 4,11 a escala nacional y 3,58. Por tanto, la comparación es desfavorable si consideramos tanto la superficie como la población de la comunidad. Si consideramos los indicadores correspondientes en carreteras de alta capacidad los ratios andaluces son 0,03 y 0,29 mientras los nacionales son 0,02 y 0,27.

Cuadro 9. Indicadores de densidad de la red viaria por provincia. Año 2003

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía	España
Longitud total de red (Km)	2590	2529	4964	3653	2337	3734	2935	4472	27214	175494
Longitud/Superficie(KM/Km²)	0.30	0.34	0.36	0.29	0.23	0.28	0.4	0.32	0.31	0,35

Longitud/Población (Km. por 1000 hab.)	4,58	2,19	6,40	4,41	4,95	5,73	2,13	2,51	3,58	4,11
Longitud autopistas, autovías y doble calzada (Km)	309	225	128	342	169	195	429	409	2206	11406
Autopista-autovia-doble calzada/superficie (Km/km ²)	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02
Autopista-autovia-doble calzada/población (Km. por 1000 hab.)	0.55	0,19	0.16	0.41	0,36	0.30	0,31	0,23	0,29	0,27

Fuente: Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Carreteras.

Estos valores se han mantenido a lo largo del tiempo de manera que los datos disponibles, procedentes del Ministerio de Fomento, nos señalan que el indicador de superficie andaluz está por debajo del resto de comunidades autónomas para trece de ellas y únicamente por encima en los casos de Aragón, Castilla La Mancha y Extremadura, a lo largo del período 1986-2004. Con una situación análoga nos encontramos en el caso del indicador de población en el que Andalucía vuelve a estar por debajo de la media nacional en todo el período analizado y en la posición undécima en el ranking de comunidades.

La red ferroviaria andaluza, con la excepción del AVE que une Sevilla con Madrid, es más propia del siglo XIX que del XXI². Los tiempos de recorrido entre provincias y con Madrid denotan la obsolescencia de la infraestructura propiamente dicha así como del material utilizado para realizar los viajes. A diferencia de la infraestructura viaria, la ferroviaria ha sido abandonada durante muchos años a su suerte e incluso se han suprimido servicios por parte de RENFE que se han considerado esenciales para la comunidad por el gobierno autónomo y los usuarios.

Las necesidades de Andalucía pasan por la construcción de un corredor ferroviario transversal de alta velocidad que, de forma análoga a la autovía de Andalucía, una los dos extremos de la región con ramificaciones para el resto de las provincias y la necesidad de la prolongación del Euromed que uniría la provincia almeriense a la alta velocidad con el resto de la costa mediterránea y, a través de la conexión murciana, con Madrid.

² Desde los años 40 del siglo pasado la red ferroviaria andaluza se mantiene prácticamente con la misma configuración. Entre 1960 y 1990, y como consecuencia de un proceso de pérdida de cuota de mercado y de rentabilidad económica, la red ferroviaria andaluza ha sido objeto del cierre de unos 400 kilómetros de líneas (Plan Director de Infraestructuras de Andalucía).

Los cuadros 10, 11, 12 y 13 nos muestran la situación actual de la red de ferrocarriles andaluza así como los indicadores de densidad correspondientes. El cuadro 16 nos muestra el tiempo de recorrido entre las capitales andaluzas. La red ferroviaria de la comunidad autónoma cuenta con 2.011,3 Kilómetros de longitud, de los cuales 927 son de vía electrificada. Solamente las provincias de Sevilla y Cádiz presentan tramos con doble vía mientras que la línea de alta velocidad discurre en parte por Córdoba (144,2 Km.) y finaliza en Sevilla (7,8 Km.).

Cuadro 10. Red ferroviaria según tipo de vía por provincia. Año 2003

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía
Electrificada									
27214Doble	-	3.5	-	-	-	-	-	93.9	97.4
Sencilla	73.8	69.1	197.5	-	60.4	146.0	125.8	157.4	830.0
Sin electrificar									
Sencilla	-	57	-	216.3	118.6	95.6	176.6	197.2	861.3
Total	73.8	129.6	197.5	216.3	179.0	241.6	302.4	448.5	1788.7
Alta velocidad	-	-	144.2					73.8	222.6

Fuente: Consejería de Obras Públicas y Transportes-Gerencia de Regionales de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE).

Cuadro 11. Indicadores de densidad del tráfico ferroviario en Andalucía

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía	España
Índice superficie total (Km/Km²)	0,84	1,74	2,48	1,71	1,76	1,8	4,1	3,7	2,29	2,93
Índice vía electrificada (Km/Km²)	0,84	0,97	1,4	0	0,59	1,1	1,7	1,8	1,06	
Índice doble vía Km/Km²)	0	0,04	0	0	0	0	0	0,7	0,1	
Índice población total	13,5	11,36	44,3	26,41	38,5	37,3	22,7	29,7	26,9	34,9

(Km/Población)										
Índice vía electrificada (Km/Población)	13,5	6,36	25,61	0	13	22,55	9,4	14,3	12,4	
Índice doble vía (Km/Población)	0	0,3	0	0	0	0	0	5,3	1,3	

Fuente: Consejería de Obras Públicas y Transportes-Gerencia de Regionales de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE).

Los indicadores de densidad a escala nacional nos indican un estancamiento de la red ferroviaria española, con un ligero aumento en el caso del indicador de superficie en algunas comunidades, que se refleja en el indicador nacional, mientras el indicador por población nos señala una fuerte disminución excepto en la comunidad aragonesa. La conclusión es que la dotación ferroviaria española está disminuyendo en los últimos años a favor de la red viaria.

Cuadro 12. Indicadores de densidad de tráfico ferroviario Long/Pob (Km/1000 hab) para las CC.AA.

Comunidad autónoma	1986	1996	2004
Andalucía	0,30692983	0,35504093	0,32242864
Aragón	1,04529356	0,95870071	1,3388998
Asturias	0,20770468	0,27728945	0,26861471
Cantabria	0,26372413	0,23148104	0,21678472
Castilla y León	1,19842735	0,90350105	0,98245653
Castilla-La Mancha	1,11266522	1,57897393	1,34071053
Cataluña	0,29720449	0,30567618	0,27817623
Extremadura	0,77218537	0,79421092	0,72711068
Galicia	0,32229451	0,34686014	0,34240847
Madrid	0,17887982	0,19600105	0,19530048
Murcia	0,28802221	0,27524199	0,2060201
Navarra	0,27761165	0,63606221	0,41872237
País Vasco	0,25767298	0,24337601	0,24444124
Rioja (La)	0,63434249	0,50584012	0,37431414
Valencia	0,24519467	0,25673424	0,22508502
España	0,39301652	0,40507955	0,3787204

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Fomento.

Cuadro 13. Indicadores de densidad de tráfico ferroviario (Longitud/Superficie) (Km/Km²) para las CC.AA.

Comunidad autónoma	1986	1996	2004
Andalucía	0,02357091	0,02893105	0,02889566
Aragón	0,02632186	0,02404084	0,03562204
Asturias	0,02197284	0,02818748	0,02727273
Cantabria	0,02636589	0,02330097	0,02320579
Castilla-La Mancha	0,03318055	0,02409555	0,02629458
Castilla-León	0,02339156	0,03388659	0,03198882
Cataluña	0,05570409	0,05835904	0,06063694
Extremadura	0,01998607	0,02027189	0,01892924
Galicia	0,03046933	0,03175086	0,03198079
Madrid	0,10782847	0,12375966	0,1452007
Murcia	0,02564307	0,02685406	0,024326
Navarra	0,01468218	0,03474135	0,02535456
País Vasco	0,07814925	0,07130766	0,07326844
La Rioja	0,03297534	0,02651154	0,02241448
Valencia	0,0397179	0,04330438	0,04542014
España	0,02997176	0,03169	0,03310208

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Fomento.

Cuadro 14. Tiempo de recorrido entre las capitales andaluzas. Año 2003

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
Almería		6h32m	7h00m	1h56m	7h57m		5h14m	4h56m
Cádiz	6h30m		3h10m	4h30m	4h12m	4h54m	4h06m	1h39m
Córdoba	7h00m	3h09m		4h03m	3h42m	1h37m	3h26m	1h19m
Granada	1h56m	4h23m	3h45m		5h43m		2h51m	2h54m
Huelva	8h28m	3h25m	3h20m	6h07m		7h14m	4h54m	1h28m
Jaén		4h41m	1h30m	6h36m	10h23m		5h26m	2h54m
Málaga	6h28m	4h00m	3h40m	3h32m	4h23m	7h49m		2h23m
Sevilla	5h20m	1h40m	1h18m	2h55m	1h27m	3h03m	2h17m	

Fuente: Consejería de Obras Públicas y Transportes-Gerencia de Regionales de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE).

En cuanto a los indicadores de dotación, destaca la situación de Córdoba y Sevilla con indicadores por encima de la media nacional, mientras que en el otro extremo se encuentran Almería, Cádiz y Granada, con indicadores que no alcanzan la media regional y nacional. Málaga presenta una buena dotación en cuanto a superficie, pero el indicador de dotación respecto a población se mantiene en torno al 78% de la media regional y al 76% de la media nacional.

El cuadro 14 nos pone de manifiesto, mucho más que los datos anteriores, la situación tercermundista del ferrocarril en Andalucía. Vemos que no hay conexiones ferroviarias entre provincias tan cercanas como Almería y Jaén y únicamente hay conexiones directas con Granada y Sevilla, mientras el tiempo de viaje a Sevilla desde Almería, distantes 503 Km., es superior a las cinco horas.

Esta situación, que se repite en menor medida en el resto de España y en toda Europa, contrasta con la apuesta que han realizado por el ferrocarril todos los estamentos sociales de la Unión Europea tanto en el sector de mercancías como en el del transporte de viajeros y de forma especial en las cercanías de las grandes ciudades y en el largo recorrido. Es necesario hacer del ferrocarril un medio de transporte competitivo con la carretera en las distancias cortas y con el avión en las distancias largas. Para ello es necesaria una apuesta clara por la modernización, la puesta en marcha de trazados alternativos a los actuales y, por supuesto, la de recorridos de altas prestaciones, fundamentalmente de alta velocidad, en los recorridos medios y largos.

En ese sentido, destaca la apuesta realizada en el Plan Estratégico de Infraestructuras del Estado para la construcción de un corredor ferroviario que conectará el Atlántico (desde Faro en Portugal) con el Mediterráneo (Almería) a través de Huelva, Sevilla y Granada mediante una doble vía electrificada por la que circularán trenes de alta velocidad.

4. El modelo teórico-empírico.

4.1. Estimación de una función de producción Cobb-Douglas.

El punto central en este trabajo es analizar si las dotaciones de capital público en España y Andalucía favorecen el crecimiento de la productividad del sector privado en el territorio nacional y andaluz y de qué forma es importante la composición del capital público de la región y la de las regiones adyacentes.

Para realizar dicho análisis consideramos el modelo teórico desarrollado por Aschauer (1989) y utilizado profusamente en la literatura empírica.

Dicho modelo tiene como punto de partida una función de producción del tipo Cobb-Douglas

$$Y = A \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta}$$

(1)

a la que Aschauer (1989) añadió, como factor de producción, el capital público, de forma que tenemos

$$Y_t = A_t \cdot L_t^\alpha \cdot KPRIV_t^\beta \cdot KPUBPROD_t^\mu \cdot KPUBNPROD_t^\gamma$$

(2)

donde $A = A_0 \cdot e^{g_t}$, siendo Y la producción agregada (PIB a precios de mercado) a precios constantes, L el empleo agregado, $KPRIV$ el stock de capital productivo privado, $KPUBPROD$ el stock de capital público productivo, y $KPUBNPROD$ el stock de capital público no productivo, todos ellos considerados a precios constantes. Finalmente g es la tasa de crecimiento del progreso tecnológico exógeno.

Expresando (2) en términos logarítmicos y llamando $a = \ln A_0$, tenemos:

$$\ln Y_t = a + g_t + \alpha \cdot \ln L_t + \beta \cdot \ln KPRIV_t + \mu \cdot \ln KPUBPROD_t + \gamma \cdot \ln KPUBNPROD_t$$

(3)

A partir de la estimación de esta ecuación queremos conocer los efectos del capital público y privado sobre el crecimiento económico a escala regional, sin imponer restricciones sobre el tipo de rendimientos en la función de producción, analizar si la influencia del capital público en una región depende sólo de las infraestructuras instaladas en ella o también de las dotaciones de las regiones adyacentes (efecto desbordamiento) y analizar la importancia de la composición del capital social.

La contrastación empírica la realizamos de diferentes formas:

- a) Considerando las series temporales correspondientes a España como un todo y analizando el modelo empírico correspondiente.
- b) Considerando un panel de datos de las diecisiete comunidades autónomas para el período 1980-2002 y analizando los efectos fijos o aleatorios según corresponda³.
- c) Considerando los datos de panel correspondientes a las ocho provincias andaluzas.

En los casos b) y c) se analizarán los efectos desbordamiento.

Existen diferentes formas de tener en cuenta el efecto desbordamiento para incluirlo en la ecuación a contrastar. Mas y otros (1994) consideran como stock de capital regional la suma del capital físico localizado en la región más el ubicado en las regiones vecinas o adyacentes. Gil, Pascual y Repún (1997, 2002) así como Alvarez y otros (2003) consideran una combinación ponderada del capital localizado en todas las regiones, estando las ponderaciones determinadas por el flujo comercial entre ellas. Asimismo se puede considerar una ponderación por la distancia entre las regiones.

³ Tal como se indica en la nota 1, las series de capital proceden de la publicación de la Fundación BBVA y el IVIE: "El stock de capital en España y su distribución territorial". Las series de empleo proceden de la publicación de la Fundación Bancaria y el IVIE: "Capital humano, series históricas 1964-2004". El resto de los datos proceden de las bases del Instituto Nacional de Estadística (INE).

El primer índice se puede definir en la siguiente manera⁴:

$$GT_i = G_i + \sum \left(\frac{TMC_{ir}}{TMC_i} \right) \cdot G_r$$

(4)

donde G es el capital público de la región considerada, G_r el capital público del resto de las regiones, GT_i el capital público con efecto desbordamiento, TMC_i es el tráfico de mercancías por carretera dentro de la región i , TMC_r es el tráfico entre dicha región y la región r , y el sumatorio se extiende al resto de las regiones.

El segundo se define como:

$$GD_i = G_i + \sum \left(e^{-D_r} \right) \cdot G_r$$

(5)

donde G es el capital público de la región considerada, G_r el capital público del resto de las regiones, GD_i el capital público con efecto desbordamiento, D_r es la distancia entre la región r y la analizada i y el sumatorio se extiende a la totalidad de las restantes regiones.

En primer lugar se ha realizado la estimación utilizando datos agregados. Dada la existencia de raíces unitarias en las series, se ha considerado la posibilidad de realizar la estimación utilizando un Modelo de Corrección de Error o, alternativamente, Mínimos Cuadrados no Lineales (Procedimiento de Johansen). Previamente es necesario contrastar el orden de integración de las diversas series consideradas. En este contraste obtenemos los siguientes resultados:

Cuadro 15. Contrastes de raíces unitarias

Serie	Orden de integración
LnY	1
LnKPub	1
LnKPriv	0
LnKPubProd	2
LnKPubnProd	1

Fuente: Elaboración propia.

Dado el diferente orden de integración de las series resulta imposible que estén cointegradas con lo que renunciamos a realizar un análisis agregado.

⁴ Dada la insuficiencia de datos hemos optado por no utilizar este índice.

En la estimación utilizando datos de panel para las diecisiete comunidades autónomas hemos considerado inicialmente la posibilidad de que existan rendimientos constantes a escala en todos los factores de producción. Por ello hemos formulado la ecuación en la siguiente forma:

$$\text{Ln} \frac{\text{PIB}_t}{L_t} = \alpha + g_t + \theta \cdot \text{Ln}L_t + \beta \cdot \text{Ln} \frac{\text{KPRIV}_t}{L_t} + \mu \cdot \text{Ln} \frac{\text{KPUB}_t}{L_t}$$

(6)

donde $\theta = \alpha + \beta + \mu - 1$ si se considera el capital público en su totalidad. Si consideramos capital público productivo y no productivo $\theta = \alpha + \beta + \mu + \gamma - 1$.

Si en (6) el coeficiente de $\text{Ln}L$ no es significativamente distinto de cero tendremos rendimientos constantes a escala en todos los factores de producción y realizamos nuevamente la estimación de la ecuación sin considerar esa variable. Los resultados obtenidos se tienen en el siguiente cuadro:

Cuadro 16. Estimación de la función de producción⁵

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
C	3.51 (3.36)	3.21 (5.7)	3.67 (3.02)	3.4 (5.7)	1.78 (2.76)
LnKPriv-LnL	0.37 (3.85)	0.4 (5.5)	0.41 (3.8)	0.43 (5.01)	0.44 (6.2)
LnKPub-LnL	0.26 (5.16)	0.26 (5.4)			0.27 (5.9)
LnL ⁶	-0.02 (-0.32)		-0.015 (-0.23)		
LnUc					0.21 (4.1)
LnKPubProd-LnL			0.19 (2.3)	0.19 (3.03)	
LKPubnProd-LnL			0.02 (0.32)	0.02 (0.35)	
R	0.98	0.98	0.98	0.98	0.982
DW	1.8	1.75	1.76	1.76	1.82

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados nos indican rendimientos constantes a escala, tanto en la ecuación que considera la totalidad del capital público (modelos 1 y 2) como en la que se consideran de forma diferenciada el capital público productivo y no productivo o social (modelos 3 y 4). Muestran una fuerte relación positiva entre el

⁵ La variable dependiente, en esta y en las siguientes estimaciones, es $\text{Ln}Y - \text{Ln}L$. Dada la autocorrelación de primer orden en los residuos, todas las estimaciones se han realizado añadiendo un término AR(1) (El término AR(2) no era significativo en ningún caso).

⁶ El valor de α sería 0.35, prácticamente de la misma magnitud que el capital privado, lo que nos indica la fuerte influencia del capital humano en el crecimiento económico.

output por ocupado, el capital privado por ocupado y el capital público por ocupado. En concreto, una subida del 1% en el primer ratio provocaría una subida del 0,37% en el output por ocupado y, análogamente, una subida del 1% en el capital público por ocupado daría lugar a una subida del 0,26% en el PIB privado por ocupado. Si consideramos la división entre capital productivo y no productivo, una subida del 1% en el capital productivo induciría un aumento del 0,19% en el output por ocupado.

En la línea de Aschauer (1989) hemos introducido en el modelo el grado de utilización de la capacidad productiva (modelo 5) que nos permite controlar por la influencia del ciclo de negocios. Vemos que el coeficiente de la variable es positivo y significativo, lo que indica que la productividad del capital es altamente procíclica como era de esperar⁷.

Dichos resultados están en la línea, tanto en los signos como en la magnitud de los coeficientes para el capital público, de los obtenidos por otros autores. Debe destacarse la no significatividad del capital social en ninguna de las ecuaciones lo que nos indica la no detectable influencia de éste sobre el crecimiento económico.

La fuerte relación positiva entre capital público y crecimiento del output es también robusta a la elección del período muestral. La tabla siguiente nos indica que la reestimación de las ecuaciones de output por ocupado para los períodos 1980-90 1980-95 y el ya considerado 1980-2000 nos da respuestas del output por ocupado a movimientos en el capital público variando entre 0,44 y 0,24. Menor es la variación de la elasticidad del capital privado por ocupado que varía entre 0,4 y 0,41.

Cuadro 17 . Estimación de la función de producción considerando diferentes períodos

	Modelo I	Modelo II	Modelo III
C	1.44 (1.49)	3.1 (4.43)	3.1 (5.71)
LnKPriv-LnL	0.41 (3.8)	0.41 (4.3)	0.4 (5.45)
LnKPub-LnL	0.44 (6.7)	0.24 (4.3)	0.26 (5.42)
R ²	0.98	0.98	0.98
DW	1.62	1.54	1.75

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, si consideramos el cuadro 19 vemos que, en términos medios, el stock de capital público por ocupado es superior en 1995 que en 2000, lo que nos lleva a considerar la hipótesis formulada en la

⁷ El ajuste es mejor que en los casos anteriores pues además de lo señalado en el texto, la suma de los cuadrados de los residuos es más baja y los valores del logaritmo de la verosimilitud y de los criterios AIC y SIC son, respectivamente, mayor y menores.

sección dos, en el sentido de que “el efecto de las infraestructuras sobre la producción depende del nivel de desarrollo conseguido y, por tanto, del stock de infraestructuras públicas ya acumulado”.

Para analizar el efecto desbordamiento utilizamos, en primer lugar, la metodología sugerida por Mas y otros (1994), es decir, sumamos al capital físico ubicado en cada región el de las regiones vecinas o adyacentes.

Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente tabla:

Cuadro 20 . Estimación de la función de producción considerando efectos desbordamiento (I)

	Modelo 1	Modelo 2
C	3.8 (2.05)	2.4 (2.9)
LnKPriv-LnL	0.41 (2.39)	0.51 (4.52)
LnKPubdesb-LnL ⁸	0.326 (4.3)	0.29 (4.7)
LnL	-0.08 (-0.825)	
LKPubnProd-LnL	-0.16 (-1.63)	-0.16 (-1.6)
R	0.98	0.98
DW	1.6	1.54

Fuente: Elaboración propia.

Al considerar los efectos desbordamiento, la elasticidad output-capital privado aumenta, así como la elasticidad output-capital público, que tiene una magnitud mayor que sin tener en cuenta dichos efectos, con lo confirmamos la existencia de efectos desbordamiento a escala nacional considerando los datos regionales⁹.

Para paliar los problemas del planteamiento anterior, hemos analizado el efecto desbordamiento utilizando el índice de la ecuación (5)¹⁰.

El resultado obtenido lo tenemos en el cuadro 19.

Cuadro 19 . Estimación de la función de producción considerando efectos desbordamiento (II)

	Modelo 1	Modelo 2
C	1.83 (1.83)	2.34 (3.68)
LnKPriv-LnL	0.39 (3.46)	0.34 (3.95)

⁸ Se define Kpubdesb como el capital físico ubicado en cada región más el de las regiones vecinas o adyacentes.

⁹ Esta metodología impone que la productividad marginal de una unidad adicional de capital público en la región considerada es la misma que la de una unidad en las regiones adyacentes.

¹⁰ Se ha considerado la distancia entre regiones a partir de la distancia a Madrid de la capital de cada región. Se ha optado por denominar a *GD* con la misma nomenclatura anterior.

LnKPubdesb ¹¹ - LnL	0.39 (5.22)	0.42 (5.9)
LnL	0.03 (0.67)	
LKPubnProd-LnL	-0.11 (-1.47)	-0.12 (-1.49)
R	0.98	0.98
DW	1.71	1.71

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados son aún más considerables que en el caso anterior pues el coeficiente del capital público con efecto desbordamiento es superior al anterior e incluso al del capital privado.

Si se estudia únicamente la región andaluza y las provincias que la componen obtenemos los siguientes resultados en la estimación sin considerar efectos desbordamiento:

Cuadro 20. Estimación para Andalucía

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
C	2.8 (2.45)	4.35 (7.2)	3.12 (4.41)	3.6 (5.73)
LnKPriv-LnL	0.46 (3.6)	0.31 (3.7)	0.39 (3.9)	0.35 (3.49)
LnKPub-LnL	0.16 (2.73)	0.23 (5.05)		
LnL	0.09 (1.5)		0.05 (1.48)	
LnKPubProd-LnL			0.16 (3.82)	0.19 (4.6)
LKPubnProd-LnL			0.1 (1.43)	0.11 (1.469)
R	0.95	0.95	0.95	0.95
DW	1.98	1.99	2	1.99

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso nacional, se obtiene un elevado coeficiente (elasticidad-otuput) para el capital público y al diferenciar dentro de éste entre capital productivo y no productivo resulta que el coeficiente de éste último no es significativo con lo que podemos interpretar que este tipo de capital no influye sobre el crecimiento a no ser a muy largo plazo.

Al considerar efectos desbordamiento (utilizando únicamente las provincias andaluzas limítrofes) obtenemos el siguiente resultado:

¹¹ Se define Kpubdesb de acuerdo con el índice de la ecuación (5)

Cuadro 21. Estimación para Andalucía con efectos desbordamiento (I)

	Modelo 1	Modelo 2
C	2.5 (4.7)	2.2 (4.9)
LnKPriv-LnL	0.5 (8.23)	0.56 (12.4)
LnL	0.08 (1.5)	
LnKPubProddesb-LnL	0.12 (3.7)	0.12 (3.9)
LKPubnProd-LnL	0.037 (0.54)	-0.018 (-0.31)
R	0.87	0.88
DW	1.9	2

Fuente: Elaboración propia.

Como vemos, no se producen efectos desbordamiento, quizás debido a que únicamente se han considerado las provincias andaluzas y no las de otras regiones aunque sean limítrofes a éstas.

En el modelo considerando la segunda definición de capital público con efecto desbordamiento, ecuación (5), obtenemos el siguiente resultado:

Cuadro 22. Estimación para Andalucía con efectos desbordamiento (II)

	Modelo 1	Modelo 2
C	1.03 (0.87)	3.96 (5.8)
LnKPriv-LnL	0.5 (3.83)	0.33 (2.14)
LnKPubdesb-LnL	0.1 (2.14)	0.23 (2.91)
LnL	0.024 (1.24)	
LKPubnProd-LnL	0.26 (1.4)	-0.01 (-0.12)
R	0.95	0.95
DW	2.01	2.03

Fuente: Elaboración propia.

Como vemos, se produce un incremento en la elasticidad del capital público, lo que nos indicaría la existencia de efecto desbordamiento de acuerdo a esta segunda definición. El valor obtenido es, en todos los casos, inferior al nacional lo que indica que la acumulación de infraestructuras a escala regional andaluza es superior a la nacional.

4.2. Consideración de la superficie y el capital humano.

Siguiendo a De la Fuente (1994) y De la Fuente y Vives (1995), introducimos en el modelo la superficie mediante la consideración de un proceso de producción regional que se desarrolla en dos etapas. En una primera, las empresas producen bienes intermedios y, en la segunda, esos bienes son enviados a otras empresas que los utilizarán como bienes de consumo final. El supuesto crucial es que estos envíos están sujetos a costes de transporte que dependen negativamente del stock de infraestructuras públicas y positivamente de la extensión del territorio de la región.

Con ese planteamiento podemos suponer que la producción de bienes intermedios en la comunidad i , X_i , se realiza de tal manera que viene dada por la función de producción

$$X_i = B_i \cdot KPRIV_i^h \cdot L_i^{1-h} \cdot KPUBNPROD^b$$

(7)

donde B es la productividad total de los factores y el resto de variables tiene los significados ya conocidos. El output final de la región Y es una función decreciente de los inputs intermedios que llegan a su destino, de manera que se introducen los costes de transporte a partir de que una fracción de los inputs intermedios se “desvanece” por el camino. Este coste de transporte depende negativamente del stock de infraestructuras, $KPUBPROD$, y positivamente de la superficie de la región, S . Suponiendo que la producción final presenta rendimientos constantes a escala tendremos:

$$Y_i = X_i^c \cdot KPUBPROD_i^\gamma \cdot S_i^{1-c-\gamma}$$

(8)

donde debe cumplirse la desigualdad $c < 1 < c + \gamma$ para que los costes de transporte sean, efectivamente, una fracción creciente de la superficie.

Sustituyendo X en la última ecuación obtenemos:

$$Y_i = A_i \cdot KPRIV_i^\alpha \cdot L_i^\beta \cdot KPUBNPROD_i^\lambda \cdot KPUBPROD_i^\gamma \cdot S_i^{1-\alpha-\beta-\gamma}$$

(9)

donde $\alpha = h \cdot c$, $\beta = (1-h) \cdot c$, $\lambda = b \cdot c$, y $A = B$. La ecuación a estimar será:

$$\ln Y_i - \ln L_i = a + \alpha \cdot (\ln KPRIV_i - \ln L_i) + \lambda \cdot (\ln KPUBNPROD_i - \ln L_i) + \gamma \cdot (\ln KPUBPROD_i - \ln L_i) + \varphi \cdot (\ln S_i - \ln L_i) + \theta \cdot \ln L_i + \varepsilon_i$$

(10)

donde $\theta = \alpha + \beta + \gamma + \lambda + \varphi$.

Los resultados obtenidos los tenemos en la siguiente tabla:

Cuadro 23. Estimación de la ecuación ampliada utilizando superficie o población

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
C	4.39 (2.85)	3.2 (5.029)	4.46 (2.63)	3.2 (4.8)	3.25 (5.7)	3.47 (5.73)
LnKPriv-LnL	0.37 (3.75)	0.4 (4.41)	0.41 (3.72)	0.44 (4.41)	0.38 (3.84)	0.41 (3.73)
LnKPub-LnL	0.26 (5.2)	0.26 (5.2)			0.26 (5.2)	
LnL ¹²	-0.1 (-0.86)		-0.009 (- 0.69)			
LnKPubProd- LnL			0.19 (2.98)	0.19 (3.03)		0.19 (2.98)
LKPubnProd- LnL			0.03 (0.39)	0.03 (0.37)		0.02 (0.29)
LnS-LnL	-0.08 (- 0.77)	-0.002 (- 0.0059)	-0.071 (- 0.66)	-0.009 (- 0.19)		
LnPob-LnL					0.02 (0.35)	0.03 (0.37)
R ²	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
DW	1.76	1.76	1.77	1.75	1.76	1.8

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados difieren muy ligeramente de los obtenidos anteriormente. En consonancia con lo esperado, el coeficiente de *LnS* es negativo pero muy pequeño y no significativo. Tanto en el modelo con el capital público agregado como en el que lo dividimos en capital productivo y no productivo, obtenemos rendimientos constantes a escala con lo que estamos interesados en los modelos numerados como 2 y 4.

Dado que la superficie es una constante a lo largo del tiempo y puede generar problemas de multicolinealidad, una alternativa es controlar el efecto de esta variable de tamaño suponiendo que los costes de transporte aumentan con la población a cubrir. Esto evitaría los problemas de multicolinealidad mencionados anteriormente, pues la población varía con el tiempo aunque no en exceso (Argimón y González-Páramo, 1997). El resultado obtenido lo hemos reflejado como modelos 5 y 6, en los que vemos que el coeficiente de *LnPob* no es significativo.

En el caso de la comunidad autónoma andaluza obtenemos el siguiente resultado:

¹² El coeficiente del capital humano sería, en este caso, de 0,44.

Cuadro 24. Estimación para Andalucía

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
C	3.7 (6.1)	3.54 (6.4)	4.1 (6.6)	4.41 (6.76)
LnKPriv-LnL	0.46 (3.86)	0.46 (3.11)	0.43 (3.1)	
LnKPub-LnL	0.16 (2.4)		0.18 (3.02)	
LnL ¹³				
LnKPubProd-LnL		0.045 (0.98)		0.06 (3.54)
LKPubnProd-LnL		0.24 (1.8)		0.24 (2.35)
LnS-LnL	-0.09 (-1.5)	-0.21 (-2.6)		
LnPob-LnL			-0.08 (-1.1)	-0.23 (-2.63)
R ²	0.95	0.95	0.95	0.95
DW	1.98	2	1.98	1.99

Fuente: Elaboración propia

Al considerar la variable superficie obtenemos rendimientos constantes a escala en todos los inputs, y al eliminar *LnL* obtenemos un coeficiente negativo pero no significativo para la superficie aunque tenemos una fuerte multicolinealidad. Si sustituimos superficie por población desaparece la multicolinealidad y el coeficiente correspondiente a la población es negativo en ambos casos y no significativo en la primera de ellas.

Si en la ecuación (7) consideramos el capital humano, con objeto de controlar por diferencias de capital humano entre regiones¹⁴, obtenemos:

$$X_i = B_i \cdot KPRIV_i^a \cdot L_i^{1-\alpha} \cdot H_i^b$$

(11)

donde las variables tienen el mismo significado que anteriormente y *H* es un indicador del capital humano¹⁵.

En la ecuación equivalente a la (8):

$$Y_i = X_i^c \cdot KPUB_i^\gamma \cdot S_i^{1-c-\gamma}$$

(12)

¹³ No se puede estimar el modelo incluyendo *LnL* pues existe multicolinealidad casi perfecta con la variable *LnS-LnL*.

¹⁴ En la línea de García-Milá y McGuire (1992), De la Fuente (1994) y De la Fuente y Vives (1995), Dabán y Murgui (1997), Gorostiaga (1999), Alvarez y otros (2003) y Freire y Alonso (2002).

¹⁵ Se ha considerado como índice el porcentaje de ocupados con estudios superiores o anteriores al superior. Los datos se han tomado de la base "Capital humano, series históricas 1964-2004" de la Fundación Bancaja-IVIE.

sustituimos X y obtenemos

$$Y_i = A_i \cdot KPRIV_i^\alpha \cdot L_i^\beta \cdot H_i^\eta \cdot KPUB_i^\gamma \cdot S_i^{1-\alpha-\beta-\gamma}$$

(13)

Tomando logaritmos y considerando rendimientos constantes a escala, obtenemos la ecuación (14):

$$\ln Y_i - \ln L_i = a + \alpha \cdot (\ln KPRIV_i - \ln L_i) + \gamma \cdot (\ln KPUB_i - \ln L_i) + \eta \cdot \ln H_i + \varphi \cdot (\ln S_i - \ln L_i) + \theta \cdot \ln L_i + \varepsilon_i$$

(14)

Estimamos esta ecuación considerando efectos temporales, con el siguiente resultado:

Cuadro 25. Estimación utilizando superficie y capital humano

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
C	1.16 (2.98)	1.7 (4.3)	3.67 (7.3)	4.4 (8.3)
LnKPriv-LnL	0.6 (19.37)	0.61 (18.7)	0.54 (17.5)	0.57 (17.4)
LnKPub-LnL	0.22 (8.4)	0.1 (5.33)		
LKProd-LnL			0.22 (10.5)	0.11 (6.9)
LKNProd-LnL			-0.11 (- 3.47)	-0.12 (- 3.37)
LnS-LnL	-0.05 (- 6.35)		-0.05 (-7.4)	
LnH	0.16 (6.15)	0.27 (12.1)	0.22 (7.91)	0.32 (12.82)
R ²	0.85	0.83	0.86	0.84
DW	1.76	1.76	1.7	1.69

Fuente: Elaboración propia

La introducción del capital humano en el modelo nos lleva a varias diferencias con el modelo anterior. La más significativa es que la superficie responde en la forma esperada. Es decir, su influencia es negativa pero el coeficiente es significativo. El coeficiente del capital público es sensiblemente menor que anteriormente y el del capital humano es elevado y significativo. Eso nos lleva a considerar que, probablemente, en las ecuaciones anteriores se haya sobreestimado dicho coeficiente y la influencia del capital público sea realmente menor que la obtenida anteriormente. Los resultados obtenidos están en línea con los trabajos anteriores citados en el sentido de la fuerte influencia de la formación y educación de los trabajadores en el crecimiento económico. Al dividir el capital público en sus dos componentes, los resultados no difieren de los

anteriores en forma cualitativa aunque si cuantitativa. Así, el coeficiente del capital productivo es ligeramente superior al del capital público mientras que el del no productivo es significativo y negativo, los coeficientes del capital humano son mayores que los del capital público productivo lo que nos indicaría la fuerte influencia de esta variable en el crecimiento económico, por encima del capital público aunque, probablemente condicionada a éste y al capital privado.

La estimación del mismo modelo para el caso andaluz nos lleva al siguiente resultado:

Cuadro 26. Estimación para Andalucía

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
C	4.1 (5.8)	4.45 (7.6)	3.9 (6.1)	4.82 (7)
LnKPriv-LnL	0.4 (2.9)	0.32 (3.77)	0.39 (3)	0.23 (2.7)
LnKPub-LnL	0.16 (2.5)	0.18 (3.72)		
LKProd-LnL			0.04 (0.95)	0.13 (3.73)
LKNProd-LnL			0.24 (1.92)	0.14 (1.2)
LnS-LnL	-0.05 (- 0.65)		-0.16 (- 1.84)	
LnH	0.05 (1.6)	0.06 (2.44)	0.05 (1.59)	0.08 (2.63)
R ²	0.95	0.95	0.95	0.95
DW	1.99	1.99	2.01	2

Fuente: Elaboración propia.

En este caso apreciamos un posible problema de multicolinealidad derivado de la consideración de la variable superficie. Cuando esta variable, no significativa en los modelos 1 y 3, deja de ser considerada, los resultados son coherentes con lo esperado. Hay que resaltar, sin embargo, el valor pequeño, en comparación con el obtenido para el caso nacional, del índice del capital humano lo que nos lleva a pensar que esta variable tiene menor influencia en el crecimiento a escala regional andaluza que a escala nacional, cuestión que no parece muy lógica salvo que la producción en Andalucía sea más intensiva en mano de obra no cualificada que en España, cual es el caso. Las elasticidades de capital público y privado aunque más pequeñas en magnitud son análogas al caso nacional mientras que el capital público no productivo, como en casos anteriores, no es significativo.

5. Medición de la dotación efectiva de infraestructuras.

Como se ha puesto de manifiesto en el apartado tercero, la ordenación de las regiones por su dotación de infraestructuras es muy sensible a la elección del factor de normalización de la medida. Para superar esta ambigüedad, De la Fuente (1994) define una medida de dotación efectiva. Esta medida es una media geométrica de los índices de dotación por población ocupada y de dotación por superficie, donde las ponderaciones se derivan de la estimación de los coeficientes de la función de producción regional.

En la ecuación (13) podemos hacer $Q_i=Y_i/L_i$, considerar sólo el capital público ($KPUB$) y realizar una simple transformación con lo que tendremos:

$$Q_i = \frac{Y_i}{L_i} = A_i \cdot \left(\frac{KPRIV_i}{L_i}\right)^\alpha \cdot \left(\frac{KPUB_i}{L_i}\right)^{1-\alpha-\beta} \cdot \left(\frac{KPUB_i}{S_i}\right)^{\alpha+\beta+\gamma-1}$$

(15)

y de ahí

$$Q_i = A_i \cdot \left(\frac{KPRIV_i}{L_i}\right)^\alpha \cdot KPUB_i^{ef}$$

(16)

donde

$$KPUB_i^{ef} = \left(\frac{KPUB_i}{L_i}\right)^{(1-\alpha-\beta)/\gamma} \cdot \left(\frac{KPUB_i}{S_i}\right)^{(\alpha+\beta+\gamma-1)/\gamma}$$

En el ámbito nacional, el índice para el cálculo del capital efectivo viene dado en la siguiente forma:

$$KPUB_i^{ef} = \left(\frac{KPUB_i}{L_i}\right)^{0,77} \cdot \left(\frac{KPUB_i}{S_i}\right)^{0,23}$$

Si consideramos los años 1980, 85, 90, 95 y 2000, obtenemos las medidas de capital público efectivo del cuadro siguiente:

Cuadro 27. Capital público efectivo

	1980	1985	1990	1995	2000
Andalucía	2299.3 1	2986.37	3844.8	5271.95	5237.29
Aragón	2923.5 4	3409.41	3572.7	4324.1	4840.7
Asturias	2440.4 1	3361.45	4213.71	6069.31	6961.2
Baleares	1957.4	2415.9	3160.92	3905.61	3930.29

	7				
Canarias	3046.0	3838.61	4752.48	5867.55	5755.54
	3				
Cantabria	2251.2	3091.51	4418.93	5835.1	6370.37
	8				
Castilla-León	2387.7	2997.96	3410.22	4420.8	4786.88
	7				
Castilla-La Mancha	2165.3	2578.8	3340.98	4599.33	4420.82
	3				
Cataluña	2388.7	3023.59	3291.66	4501.6	4405.43
	6				
Valencia	2303.5	3049.2	3523.18	4805.97	4901.2
Extremadura	1916.2	2541.14	3278.94	5039.57	4985.38
	8				
Galicia	1618.3	2097.44	2915.39	4345.2	5068.1
	7				
Madrid	3245.4	3853.6	4208.44	5329.77	5712.9
	6				
Murcia	1825.4	2491.31	3157.51	4283.4	4219.8
Navarra	3365.8	3670.9	4380.1	5590.1	5516.7
País Vasco	3466.6	4570.34	5676.43	7656.1	7411.1
	4				
La Rioja	4443.9	5231.56	5302.58	5823.38	5291.9
	7				
España	2407.3	3057.74	3645.52	4860.81	4883.42
	2				

Fuente: BBVA, IVIE y elaboración propia.

De acuerdo con el criterio anterior, en 1980 estarían por debajo de la media Andalucía, Baleares, Cantabria, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Valencia, Extremadura, Galicia y Murcia. Andalucía estaría situada en el décimo lugar en el ranking. En 2000 estarían por debajo de la media Aragón, Baleares, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Extremadura y Murcia. Andalucía estaría situada en el octavo lugar con lo que mejora su posición relativa.

En el caso de las provincias andaluzas, el índice para el cálculo del capital efectivo viene dado en la siguiente forma:

$$KPUB_i^{ef} = \left(\frac{KPUB_i}{L_i} \right)^{0.69} \cdot \left(\frac{KPUB_i}{S_i} \right)^{0.31}$$

con lo que obtenemos este cuadro:

Cuadro 28. Capital público efectivo (Andalucía)

	1980	1985	1990	1995	2000
Almería	1226.55	1946.4	2297.6	3787	3496.42
Cádiz	2280.35	2803.44	3383.63	4165.4	4021.54
Córdoba	1556.96	2004.25	2781.77	3791.6	3496.56
Granada	1557.29	2279.04	2971.2	4124.64	4082.4
Huelva	1720.33	2161.77	2504.6	3378.87	3600
Jaén	1127	1437.35	1981.2	3061.9	3108
Málaga	2253.24	2721.5	3401.1	4841.2	4496.3
Sevilla	1698.42	2134.17	3169.57	3997.2	3690.1
Andalucía	1672.65	2159.1	2828.67	3863.2	3868.1

Fuente: BBVA, IVIE, INE y elaboración propia.

Los resultados obtenidos nos dan una idea muy clara de la dotación provincial de infraestructuras en la comunidad autónoma andaluza. La mejor dotada es Málaga seguida de Cádiz y Granada y las peores Córdoba, Almería y Jaén situándose en una zona intermedia Huelva y Sevilla. Sin embargo, las diferencias son muy elevadas pues sólo se sitúan por encima de la media andaluza Málaga, Cádiz y Granada, con Almería y Jaén muy alejadas de la misma. No va a mejorar esta cuestión la planificación que se ha realizado por parte de las autoridades autonómicas y centrales de la inversión futura en infraestructuras, pues se ha obviado a Almería en la puesta en marcha de nuevas infraestructuras ferroviarias mientras se beneficia a Granada y Málaga en las comunicaciones con Sevilla y Madrid.

6. Inversión óptima en infraestructuras.

Puede ser conveniente estimar la brecha existente entre la inversión real en infraestructuras y el nivel óptimo de inversión. Este carácter óptimo o no de la inversión pública en infraestructuras lo determinaremos mediante el cálculo de su rentabilidad social, la cual se mide por la contribución al producto regional por euro

invertido en infraestructuras y, por lo tanto, la podemos estimar directamente cuantificando el producto marginal del stock de infraestructuras. La función de producción regional puede ser utilizada para computar rentabilidad social de la inversión en los diversos factores productivos y, de esta forma, identificar para cada región en qué factores es prioritaria la inversión. Utilizamos el procedimiento sugerido por Lichtenberg (1992) y Freire y Alonso (2002) para comparar la rentabilidad social de la inversión en infraestructuras públicas y capital privado. Diferenciando la función de producción con respecto al capital público y al privado obtenemos que el cociente de los productos marginales de esos dos factores productivos en cada región viene dado por:

$$\frac{PMKPUB_i}{PMKPRIV_i} = \left(\frac{\gamma}{\alpha} \right) \cdot \frac{KPRIV_i}{KPUB_i}$$

(17)

donde $PMKPUB$ y $PMKPRIV$ representan la rentabilidad social de la inversión en infraestructuras públicas y en capital privado en la región i respectivamente.

Tomando la estimación de la función de producción social regional obtenida anteriormente, la ratio de rentabilidades sociales (17) puede ser calculada directamente para cada región, dado que disponemos de datos para el stock de infraestructuras públicas y el stock de capital privado.

Utilizando datos para el caso nacional y andaluz obtenemos los siguientes resultados:

$$\frac{PMKPUB_i}{PMKPRIV_i} = \left(\frac{0,22}{0,6} \right) \cdot \frac{KPRIV_i}{KPUB_i}, \text{ para el caso nacional y}$$

$$\frac{PMKPUB_i}{PMKPRIV_i} = \left(\frac{0,16}{0,4} \right) \cdot \frac{KPRIV_i}{KPUB_i}, \text{ para el caso andaluz.}$$

Los resultados obtenidos los tenemos en el siguiente cuadro:

Cuadro 29. Ratio entre las rentabilidades sociales de la inversión en infraestructuras públicas y de la inversión en capital privado para España

Región	1980	1990	2000
Andalucía	1.91	1.42	1.3
Aragón	1.35	1.36	1.23
Asturias	2.37	1.66	1.1
Baleares	4.2	3.5	2.96
Canarias	1.9	1.64	1.32
Cantabria	2.8	1.7	1.3
Castilla-León	1.6	1.42	1.22
Castilla-La Mancha	1.61	1.35	1.2

Cataluña	3.55	2.81	2.33
Valencia	2.93	2.46	1.94
Extremadura	1.64	1.26	0.87
Galicia	2.16	1.6	1.2
Madrid	3.4	2.7	2.4
Murcia	2.8	1.97	1.72
Navarra	1.5	1.37	1.37
País Vasco	2.6	1.67	1.41
Rioja	0.93	1.1	1.94

Fuente: Elaboración propia.

Como es de esperar, dado el aumento de inversión pública y, por consiguiente, el incremento del stock de capital público, se produce una disminución de la rentabilidad social de las infraestructuras a lo largo del tiempo. No obstante los elevados valores del ratio, incluso en 2000, por encima de 4 en varias ocasiones y por encima de 1 en todas ellas (exceptuando Extremadura) nos permiten conjeturar que existe un amplio margen para la inversión pública en infraestructuras en nuestro país.

El mismo cálculo para la región andaluza nos da los siguientes resultados:

Cuadro 30. Ratio entre las rentabilidades sociales de la inversión en infraestructuras públicas y de la inversión en capital privado para Andalucía

Provincia	1980	1990	2000
Almería	2.06	1.66	1.37
Cádiz	2.11	1.67	1.49
Córdoba	1.81	1.27	1.23
Granada	1.82	1.27	1.15
Huelva	2.2	1.66	1.34
Jaén	2.24	1.56	1.25
Málaga	2	1.86	1.66
Sevilla	2.4	1.47	1.52

Fuente: Elaboración propia

Aunque con valores menores que en el ámbito nacional, se observa que en el ámbito andaluz queda aún amplio margen para la inversión en infraestructuras dado que los 8 valores son superiores a la unidad en el año 2000.

Los resultados nos indican que la rentabilidad social de la inversión en capital público productivo está por encima de la de la rentabilidad de la inversión en capital privado con lo que si disponemos de una unidad adicional de recursos en nuestra región, ésta debe ser invertida en infraestructuras públicas. Por otra parte, si el nivel de inversión privada estuviese en el óptimo¹⁶, el nivel de inversión pública estaría aún por debajo del óptimo tanto en la región andaluza como en el resto de España aunque los datos nos confirman que se ha producido un acercamiento al valor óptimo debido a la progresiva inversión en infraestructuras públicas.

Para tener una visión más exacta sería necesario incluir en el análisis el coste de financiación de la inversión tanto pública como privada lo que sin duda haría cambiar los valores de las rentabilidades sociales obtenidos.

7. Resumen y conclusiones.

El análisis descriptivo permite observar el crecimiento en el capital público a lo largo de los últimos años tanto en términos por ocupado como por unidad de superficie, que son los indicadores más usuales. No obstante, ese crecimiento ha sido bastante desigual entre las comunidades autónomas y es, además, diferente según se considere uno u otro indicador.

En el caso andaluz se produce una situación análoga con elevado crecimiento en todas las provincias aunque con un cierto retroceso en la comparación entre 1995 y 2000.

El análisis diferenciado para infraestructuras viarias, carreteras y ferrocarriles, muestra un cierto estancamiento en las cifras en cuanto al indicador de superficie y una disminución en el indicador poblacional, lo que nos señalaría que la dotación de infraestructuras ha crecido a un ritmo menor que la población.

El indicador mixto de capital público efectivo nos indica un estancamiento en términos tanto nacionales como en relación a la autonomía andaluza.

Hay un consenso bastante general entre los investigadores en cuanto a que el capital público productivo influye de forma positiva en el crecimiento de la economía y en que la tasa de crecimiento sea positiva. Sin embargo, la discrepancia se centra en la magnitud de esa influencia medida a través de la elasticidad output del capital público en la ecuación de crecimiento formulada como una función de producción Cobb-Douglas. En este trabajo, utilizando series más amplias y homogéneas que en trabajos anteriores, se acota bastante la

¹⁶ Para ello la rentabilidad social y privada de la inversión en capital privado deberían ser coincidentes.

magnitud de esa elasticidad concluyéndose que oscila entre 0,19 (cuando se considera el capital público productivo de cada región de forma individual) y 0,39 (cuando se considera el efecto desbordamiento). Se concluye, de forma prácticamente inequívoca, que el capital público productivo no influye en el crecimiento económico de forma que se puede considerar que tiene la condición de consumo público. Cuando se amplía la ecuación incluyendo el capital humano, los resultados indican una fuerte influencia de aquél en el crecimiento económico incluso por encima del capital público productivo. Ello nos señala que la influencia de éste se está sobreestimando si consideramos únicamente la primera variante del modelo.

Parece, sin embargo, que no hay duda en cuanto a la nula influencia del capital no productivo, al menos de forma directa, en el crecimiento económico. No obstante, al margen de los argumentos de equidad, la influencia de ese capital se pone de manifiesto de forma indirecta a través del capital humano pues no hay duda de que una mejor sanidad y, sobre todo, una mejor educación contribuyen a una mejora de la fuerza de trabajo.

Los resultados para Andalucía nos dan un valor para la elasticidad del capital público que varía entre 0,23 y 0,16, mientras que la oscilación es entre 0,23 y 0,1 si consideramos únicamente el capital público productivo. Esto confirma la hipótesis de que el valor de la elasticidad del capital público decrece conforme disminuye el ámbito territorial.

Al introducir superficie y capital humano, los coeficientes tanto del capital público total como del productivo disminuyen, tal como ocurre en el caso nacional, aunque debemos resaltar el valor mucho menor que en el ámbito nacional del coeficiente del capital humano.

Los resultados obtenidos en la estimación del modelo econométrico nos permiten conocer la optimalidad de la inversión española en infraestructuras. Los resultados son sorprendentes, no tanto por su aspecto cualitativo, pues es de esperar que aún resulte rentable la inversión en infraestructuras públicas, sino por lo cuantitativo, pues se obtienen valores muy elevados de rentabilidad social en Baleares y en Madrid y Cataluña. Habrá, sin embargo, que analizar esta rentabilidad social junto con el coste de la inversión en cada caso para poder decidir si sería adecuado realizar una determinada inversión. No obstante, dada la falta de estacionariedad y cointegración de las series, los resultados pueden estar sesgados con lo que podemos haber obtenido valores elevados de las elasticidades.

El análisis realizado nos ha permitido concluir que tanto el capital público productivo como el capital humano tienen una fuerte influencia en el crecimiento de la economía española tanto si considera la escala regional como la nacional.

Bibliografía

- Álvarez, A., Orea, L. y Fernández, J. (2003): "La productividad de las infraestructuras en España", *Papeles de Economía Española*, 95: 125-136.
- Argimón, I. y González-Páramo, J. M. (1997): "Efectos de la inversión en infraestructuras sobre la productividad y la renta de las comunidades autónomas: Especial referencia al transporte por carretera en Galicia", en E. Pérez-Touriño (dir.), *Infraestructuras y desarrollo regional: Efectos económicos de la autopista del Atlántico*, Editorial Civitas.
- Argimón, I., González-Páramo, J. M., Martín, M. J. y Roldán, J. M. (1994): "Productividad e infraestructuras en la economía española", *Moneda y Crédito*, 198: 207-252.
- Aschauer, D. A. (1989): "Is public expenditure productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23: 177-200.
- Cutanda, A. y Paricio, J. (1992): "Crecimiento económico y Desigualdades Regionales. El Impacto de la Infraestructura", *Papeles de Economía Española*, 51.
- Dabán, M.T. y Murgui, M.J. (1997): "Convergencia y rendimiento a escala en las regiones españolas: La base de datos BD.MORES", *Información Comercial Española*, 762: 66-86.
- De la Fuente, A. (1994): "Capital público y productividad", en J.M. Esteban y J. Vives (dirs), *Crecimiento y Convergencia Regional en España y Europa. Vol II*, Instituto de Análisis Económico y Fundación de Economía Analítica.
- De la Fuente, A. y X. Vives (1995): "Infrastructure and education as instruments of regional policy: Evidence from Spain", *Economic Policy*, 20: 13-51.
- Díaz, C. y Martínez, D. (2006): "Inversión pública y crecimiento: Un panorama", *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 176: 109-140.
- Freire, M.J. y Alonso, J. (2002): "Infraestructuras públicas y desarrollo económico de Galicia", en A. De la Fuente, M.J. Freire y J. Alonso, *Infraestructuras y desarrollo regional, Doc. De Economía 15*, Fundación Caixa Galicia.
- García-Milà, T y McGuire, T. (1992): "The contribution of public provided inputs to state's economies", *Regional Science and Urban Economics*, 2282: 229-241.
- Gil, C. Pascual, P y Rapún, M.(1997): "Evaluación del impacto de las infraestructuras en los costes de las regiones españolas", *Cuadernos Aragoneses de Economía*, 7(2): 361-381.
- Gil, C. Pascual, P y Rapún, M. (2002): "Structural change, infrastructure and convergence in the regions of the European Union", *European Urban and Regional Studies*, 9(2): 115-135.
- Gorostiaga, A. (1996): "¿Cómo afectan el capital público y el capital humano al crecimiento?. Un análisis para las regiones españolas en el marco neoclásico", *Investigaciones Económicas*, Vol XIII (1): 95-114.
- Hansen, N. (1965): "Unbalanced growth and regional development", *Western Economic Journal*, Vol 4.

Mas, M., Maudos, J., Pérez, F y E.Uriel (1994): “Capital público y productividad en las regiones españolas”,
Moneda y Crédito, 198: 193-206.

Romp y Haan (2005): “Public capital and economic growth: A critical survey”, *European Investment Bank
Papers Vol 10, n° 1: 41-65.*