INFLUENCIA DEL STOCK DE CAPITAL FÍSICO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO: ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES

INFLUENCE OF PHYSICAL CAPITAL STOCK ON ECONOMIC DEVELOPMENT: ANALYSIS OF TIME SERIES

ANTONIO LÓPEZ CORRAL. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Licenciado en Ciencias Económicas y Derecho
Catedrático de la UPM. Director General de Programación Económica del Ministerio de Fomento
acorral@mfom.es
SAMUEL CARPINTERO LÓPEZ. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Dr. en Ciencias Económicas
Consultor e Investigador de la Cátedra de Economía Aplicada de la Escuela de Ingenieros de Caminos de la UPM
scarlop@ciccp.es

RESUMEN: En este artículo se analiza la relación que existe entre el stock de capital físico y el desarrollo económico de un país, analizando datos de series temporales. Una vez seleccionados los indicadores representativos de las dos variables se realiza el análisis empírico con datos de series temporales para los países de la Unión Europea, América Latina y Sudeste Asiático, lo que permite cubrir tanto países desarrollados como países en vías de desarrollo. También se analiza la relación entre el stock de infraestructuras y el PIB en la serie temporal del período 1964-1995 para España. Los resultados obtenidos permiten elaborar algunas conclusiones de interés en el ámbito de la política de inversión pública y del sistema de provisión de infraestructuras.

PALABRAS CLAVE: INFRAESTRUCTURAS, DESARROLLO ECONOMICO, STOCK DE CAPITAL FISICO, INDICADORES

ABSTRACT: This article considers the relationship between the physical capital stock and economic development of a country, by analyzing time series data. After selecting the more representative indicators of the two variables an empirical analysis is then made using time series data for the countries within the European Union, Latin America and South-East Asia, thereby covering both developed and developing countries. An analysis is also made of the relationship between infrastructure stock and the GDP within the time series over 1964-1995 in Spain. Certain conclusions may be reached from these results which are of particular interest in terms of public investment policy and the provision of infrastructures.

KEYWORDS: INFRASTRUCTURES, ECONOMIC DEVELOPMENT, PHYSICAL CAPITAL STOCK, INDICATORS

INTRODUCCIÓN

El objeto de este artículo es analizar la relación existente entre el stock de capital físico de un país -especialmente el capital físico público- y su crecimiento económico, estudiando el comportamiento de series temporales. No se pretende investigar la posible relación de causalidad existente entre ambas variables, sino analizar la relación entre ambas variables a lo largo del tiempo para un período suficientemente largo. De esta forma, analizando el comportamiento conjunto de ambas variables, a la luz de consideraciones generales de tipo económico, se pretende extraer conclusiones que resulten de interés para los responsables de la política económica relacionada con la provisión de infraestructuras, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. Pensamos que las conclusiones que se extraigan pueden también resultar de interés para los responsables de la ayuda al desarrollo, tanto para las agencias de desarrollo de los países donantes como para los organismos multilaterales. En otro artículo de los mismos autores se realiza un análisis similar con datos de corte transversal para un número elevado de países.

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se han seleccionado países pertenecientes a tres áreas distintas del mundo e incluyen tanto países desarrollados como países en vías de desarrollo. Los países para los que se realiza el aná-

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de enero de 2003. | Recibido: septiembre/2002. Aprobado: septiembre/2002

CUADRO 1. PAÍSES SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO

UE	América Latina	Sudeste Asiático
Alemania	Argentina	Indonesia
Países Bajos	Bolivia	Malasia
Reino Unido	Brasil	Myanmar (Birmania)
Francia	Chile	Filipinas
Dinamarca	Colombia	Tailandia
Italia	Costa Rica	
Portugal	Ecuador	
España	El Salvador	
Irlanda	Guatemala	
Grecia	Honduras	
Bélgica	México	
Austria	Nicaragua	
Suecia	Panamá	
Finlandia	Paraguay	
	Perú	
	Uruguay	
	Venezuela	

lisis son los pertenecientes a la Unión Europea, América Latina y Sudeste Asiático (ver cuadro adjunto). Incluir países de tres zonas del mundo tan distintas permite obtener una visión de conjunto y a la vez tener presentes en el análisis factores exógenos que tienen gran influencia en el desarrollo económico como son los aspectos socioculturales, geopolíticos, etc. (Cuadro 1).

Al analizar el stock de capital físico nos referimos tanto al capital físico total como al capital físico público, aunque se prestará especial atención a este último. Dado que el objetivo final de este artículo es analizar la influencia del stock de infraestructuras en el crecimiento económico, la variable a la que prestaremos más atención es el capital físico público, que será la variable que nos permite una mejor aproximación al stock de infraestructuras de un país. Ahora bien, uno de los principales obstáculos para llevar a cabo esta investigación es la inexistencia de datos sobre el stock de infraestructuras, tanto para los países en vías de desarrollo como para la mayoría de los países desarrollados.

Lamentablemente, ni siquiera existe información disponible sobre series históricas del stock de capital físico público, sino que tan sólo se cuenta con datos sobre el stock de capital físico total, en unas series publicadas recientemente por el Banco Mundial, que abarcan desde 1950 a 1990 (1). Por tanto, hemos tenido que abordar la tarea de estimar el reparto entre el stock de capital físico privado y público. Para poder llevar a cabo dicha estimación, hemos utilizado información procedente de diversas fuentes.

(1) World Bank (2002)

Por lo que se refiere a los países de la Unión Europea, hemos utilizado datos pertenecientes de dos documentos. Por una parte, nos hemos servido de una serie que proporciona información acerca de la formación bruta de capital fijo de las Administraciones Públicas de los países de la Unión Europea (2) (adjuntamos estos datos en el cuadro adjunto). Utilizando estos datos hemos estimado la proporción que supone el stock de capital físico público respecto del stock de capital físico total para los países de la Unión Europea. También hemos utilizado una serie de la OCDE que contiene datos acerca del flujo y stock de capital fijo que abarca desde 1970 a 1996 (3). Analizando los datos de esta última fuente, hemos contrastado los resultados de la estimación realizada para algunos de los países: Italia, Bélgica, Alemania, Dinamarca, Finlandia y Gran Bretaña. Para contrastar la estimación realizada para el resto de países hemos tomado un valor medio de los resultados más significativos obtenidos en los datos a los que nos acabamos de referir.

Una vez estimado el porcentaje promedio que supone el capital público respecto del total, hemos aplicado dicho porcentaje a la serie que proporciona el stock de capital físico de cada país respecto del PIB de 1987 en valores constantes para el período 1950-1990. Finalmente sólo queda explicar que, tanto para el PIB como para el stock de capital físico, hemos trabajado con los valores referidos al PIB de 1987, con el fin de que podamos establecer comparaciones entre países, ya que los valores están en moneda local y en valores constante de 1987.

Para los países de América Latina y del Sudeste Asiático hemos encontrado información disponible en una serie del Banco Mundial sobre la inversión pública y privada en los países en vías de desarrollo, expresadas en porcentaje del PIB de cada país, para un período que va desde 1970 a 1998 (4). Para estimar el reparto entre stock de capital privado y público en los países de América Latina y Sudeste Asiático, utilizando estos datos, hemos calculado el porcentaje que supone para cada año la inversión pública respecto del total y, a continuación, hemos calculado el valor medio de ese porcentaje para el período considerado. No obstante, al contrastar estas estimaciones con las obtenidas para los países de la Unión Europea hemos llegado a la conclusión de que las estimaciones hechas con los datos para América Latina y Sudeste Asiático no tenían suficiente fiabilidad, por lo que no las hemos dado como válidas. Por tanto, sólo contamos con estimaciones del stock de capital físico público para los países de la Unión Europea.

(2) Fuente: AMECO (Annual Macroeconomic Database), Comisión Europea
(3) "Flows and Stocks of Fixed Capital, 1971-1996", OCDE, 2001.
(4) World Bank (2001)

CUADRO 2. FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS EN LA UNIÓN EUROPEA
En % del total

Países	Bélgica	Dinamarca	Alemania	Grecia	España	Francia	Irlanda	Italia	Países Bajos	Austria	Portugal	Finlandia	Suecia	Reino Unido
Promedio	17.1	12.2	14.8	11.1	12.3	14.7	17.2	13.4	16.4	16.4	12.0	12.3	19.3	16.3
70	16.9	NA	18.1	10.3	9.2	15.2	17.3	11.3	18.9	18.0	9.7	11.1	27.0	24.5
71	20.2	17.3	17.2	10.2	12.2	14.3	17.0	11.1	19.4	17.9	9.0	10.9	25.3	23.2
72	20.9	15.4	16.2	10.4	10.4	13.7	16.8	11.8	18.4	17.3	7.8	11.8	24.8	22.5
73	17.7	13.2	16.0	9.4	9.1	13.2	17.0	10.1	16.9	17.1	7.7	10.5	22.1	24.2
74	15.2	13.9	18.8	10.2	8.5	13.3	22.4	10.3	17.4	17.9	7.5	10.1	20.9	24.2
75	17.5	15.6	19.0	11.9	9.7	15.6	22.9	12.0	19.5	19.5	9.3	11.1	19.8	23.1
76	18.0	13.8	17.4	11.5	8.9	15.5	17.7	12.0	20.3	17.8	11.1	11.8	18.7	21.6
77	18.0	14.4	16.1	9.7	10.6	14.2	17.5	11.7	16.6	16.8	10.6	12.2	20.5	17.3
78	17.5	14.7	16.0	8.2	9.0	13.5	16.3	11.2	16.4	18.2	11.1	13.4	21.7	15.2
79	19.0	15.6	15.9	7.7	7.8	13.5	16.3	10.9	16.3	17.3	13.8	13.1	20.3	14.3
80	19.7	15.6	15.9	7.1	8.1	13.5	19.2	12.5	16.9	16.0	14.6	12.8	20.0	14.0
81	23.1	16.5	15.0	9.5	9.9	14.1	18.2	14.3	17.8	16.0	17.5	12.7	20.8	12.3
82	22.9	13.6	14.0	9.5	13.4	15.0	18.8	15.5	17.4	16.0	14.2	13.1	19.7	11.0
83	22.0	11.1	12.4	11.4	12.7	14.8	19.1	16.2	15.8	16.3	13.4	13.3	19.1	13.1
84	18.3	10.1	12.0	16.6	14.8	15.0	17.8	15.9	16.4	16.2	14.9	13.1	17.6	13.3
85	16.7	9.9	12.1	16.2	17.8	15.8	20.1	16.8	14.9	15.4	14.7	13.2	16.0	12.7
86	15.2	8.2	12.7	14.3	17.2	15.6	19.0	16.6	13.0	15.9	13.5	13.2	15.2	13.2
87	12.9	9.9	12.4	11.9	15.3	15.3	15.1	16.5	13.0	14.6	12.9	14.1	13.8	11.6
88	12.1	10.2	11.9	13.2	15.8	15.9	10.8	15.5	13.0	13.5	12.8	13.3	13.6	8.8
89	8.3	9.0	11.7	12.6	17.8	15.5	10.1	15.3	12.5	13.4	12.7	10.5	14.1	10.5
90	7.2	8.1	10.9	11.6	19.5	15.3	11.2	14.9	13.2	12.8	12.7	12.4	13.7	12.7

Fuente: AMECO (Annual Macroeconomic DataBase) Comisión Europea

EL STOCK DE CAPITAL FÍSICO COMO FACTOR DETERMINANTE DEL DESARROLLO ECONÓMICO

Antes de proceder a efectuar el análisis de la relación entre el PIB y el stock de capital físico es oportuno situar esta variable en su contexto, es decir, exponer cuál es su significado y explicar brevemente qué otros tipos de stock de capital han sido identificados en la literatura hasta el momento.

Siguiendo a Martín y Velázquez (2000), distinguimos las siguientes variables como las más representativas del stock de capital: stock de capital físico, stock de capital tecnológico y stock de capital humano. Un reciente estudio del Banco de España sobre los indicadores de convergencia real destaca que la literatura reciente señala estas tres variables como importantes factores determinantes del crecimiento de la productividad y, por tanto, del desarrollo económico (Banco de España, 2001).

a) Stock de capital físico

El stock de capital físico se define como el conjunto de los activos fijos, duraderos (que permanecen más de un año), tangibles y reproducibles disponibles, en un momento del tiempo, para ser utilizado por los distintos agentes económicos. El stock de capital físico puede clasificarse atendiendo a dos criterios: la propiedad –pública o privada- y su relación con el sistema productivo. Por tanto, puede diferenciarse entre capital físico privado productivo (el utilizado por todas las empresas públicas y privadas), capital físico privado no productivo o residencial (las viviendas que son propiedad de las familias), capital físico público productivo (básicamente, las infraestructuras) y, finalmente capital físico público no productivo o social.

El indicador más apropiado para estimar la dotación de un país en infraestructuras es el stock de capital público productivo. Para su cálculo agregado se considera como inversión la serie de formación bruta de capital fijo que realizan el conjunto de administraciones públicas de un país, descontando los gastos en I+D realizados por el sector público no empresarial. El problema que presenta este indicador es que –como hemos comentado- son muy pocos los países para los que existe información disponible sobre el stock de capital público.

b) Stock de capital tecnológico

Para estimar el stock de capital tecnológico se emplea como principal variable la inversión en I+D, tanto la rea-

lizada por las empresas residentes como el gasto en I+D importado. La relevancia que está cobrando el stock de capital tecnológico como factor determinante del desarrollo económico es cada vez mayor. Prueba de ello es que el Informe de Desarrollo Humano 2001 de Naciones Unidas se centra en analizar la influencia de la tecnología en el desarrollo económico. Dicho estudio muestra las enormes diferencias que existen en esta materia entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. Como botón de muestra basta señalar que en 1998 los 29 países miembros de la OCDE gastaron 520.000 millones de dólares en investigación y desarrollo, más que el producto económico de los 88 países más pobres del mundo (PNUD, 2001).

En este estudio se señalan algunos obstáculos que deben afrontar los países en vías de desarrollo para conseguir aumentar de forma notable su stock de capital tecnológico y para obtener mayor partido de dicho stock. Entre las principales dificultades destacan las siguientes: escasez de personal capacitado, insuficiencia de recursos, estrategias de comunicación deficientes y mecanismos de retroinformación inadecuados.

c) Stock de capital humano

Se denomina stock de capital humano al conjunto de conocimientos de que disponen los habitantes que participan en el mercado de trabajo de un país o que pudieran hacerlo. La medición de esta variable en una determinada economía es una tarea compleja, que normalmente se ha llevado a cabo utilizando exclusivamente indicadores de la enseñanza reglada. Por tanto, es habitual que se marginen, ante la ausencia de datos, los conocimientos adquiridos a través de la experiencia laboral o por la formación adquirida fuera del sistema educativo reglado. Además, está el problema de la falta de homogeneidad de los distintos niveles educativos (primaria, secundaria y superior). Algunos trabajos optan por ofrecer el porcentaje de la población que ha alcanzado como máximo cada uno de los niveles, sin que exista, por tanto, un único indicador de capital humano para esa economía. Esa opción dificulta mucho los análisis internacionales comparados. Barro y Lee (1993) proponen como medida de capital humano el número medio de años de escolarización de la población. Otra vía, semejante a la anterior, consiste en calcular el porcentaje de la población que tiene estudios universitarios o equivalentes en duración.

Una vez expuestos los otros dos indicadores de stock que han sido destacados en la literatura, nos centramos en el análisis de la variable de stock que constituye el objeto principal de este artículo: el stock de capital físico y su relación con el desarrollo económico.

CORRELACIÓN PARABÓLICA

Una vez que disponemos de la serie 1950-1990 para los valores correspondientes al PIB, al stock de capital físico total y al stock de capital físico público (estimación), procedemos a estudiar cuál es la relación existente entre el PIB y el stock de capital físico, haciendo la hipótesis de que la curva de ajuste es una parábola y teniendo presentes las especificaciones expuestas en la introducción de este artículo (5).

En el cuadro 3 adjunto recogemos las ecuaciones que describen la relación entre el PIB y el stock de capital físico total, haciendo la hipótesis de que la curva se ajuste sea una parábola. De la observación directa de las curvas de ajuste se observa que las curvas son bastante parecidas para casi todos los países (parábola convexa con una curvatura muy pequeña), pero lógicamente con escalas muy distintas (hay que recordar que los datos están referidos al PIB de 1987 de cada país). Esto nos permite concluir -de modo provisional- que la curva que relaciona el PIB de una país y su stock de capital físico es una curva similar a las obtenidas en este análisis (parábola convexa con una curvatura muy pequeña), cuya escala dependerá del país concreto de que se trate. El hecho de que la curvatura sea muy pequeña significa que incrementos iguales en el stock de capital físico de un país realizados en momentos distintos del tiempo -a lo largo de un período largo de tiempo- se corresponden con incrementos bastante parecidos en el PIB de ese país.

A continuación analizamos la relación entre el PIB y el stock de capital físico público, haciendo la hipótesis de que la curva de ajuste es una parábola. En el cuadro adjunto se recogen las expresiones obtenidas. Como hemos comentado sólo nos ha resultado posible estimar el stock de capital físico público para los países de la Unión Europea. Hay que resaltar la similitud existente en las expresiones que relacionan el PIB y el stock de capital físico público para algunos grupos de países: un primer grupo formado por España y Grecia; un segundo grupo formado por Alemania, Austria y Dinamarca; un tercer grupo formado por Bélgica, Suecia y Países Bajos.

CORRELACIÓN LINEAL

Como hemos comentado al finalizar el análisis realizado en el apartado anterior, los resultados obtenidos conducen a

(5) Además, es conveniente advertir sobre los datos que se refieren a la década de los años ochenta para los países de América Latina. A lo largo de esa década, conocida con el nombre de la "década perdida", los países de América Latina experimentaron una importante recesión debida, en gran medida, a la crisis de la deuda externa. Como consecuencia, todos los indicadores económicos que se refieren a esos años reflejan unos resultados que contrastan con los que cabría esperar.

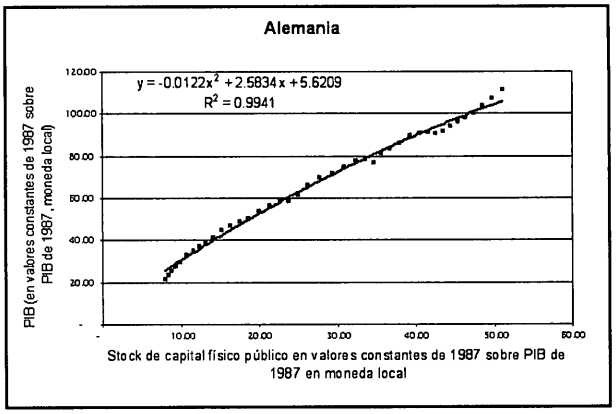
CUADRO 3.
RELACIÓN ENTRE EL PIB (y) Y EL STOCK DE CAPITAL FÍSICO TOTAL (x)

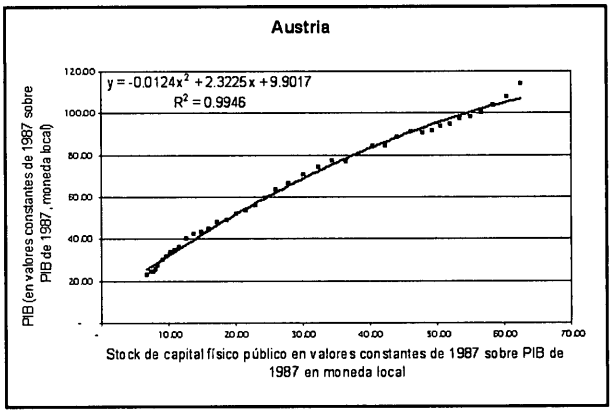
Alemania	y = -0.0003x2 + 0.3823x + 5.6209	R2 = 0.9941
Austria	y = -0.0003x2 + 0.3809x + 9.9017	R2 = 0.9946
Bélgica	y = -0.0002x2 + 0.4054x + 3.4676	R2 = 0.9951
Dinamarca	y = -0.0002x2 + 0.318x + 18.258	R2 = 0.9878
España	y = -0.0005x2 + 0.4611x + 8.2101	R2 = 0.9869
Finlandia	y = 3E-05x2 + 0.2501x + 8.0749	R2 = 0.9955
Francia	y = -0.0004x2 + 0.4089x + 10.525	R2 = 0.9969
Grecia	y = -0.0004x2 + 0.4233x + 8.2822	R2 = 0.9977
Irlanda	y = -0.0001x2 + 0.3575x + 12.455	R2 = 0.9904
Italia	y = -6E-05x2 + 0.3248x + 6.4871	R2 = 0.9981
Países Bajos	y = -0.0002x2 + 0.3579x + 7.1104	R2 = 0.9965
Portugal	y = -0.0002x2 + 0.3378x + 6.1394	R2 = 0.9945
Reino Unido	y = 0.0032x2 + 1.6146x + 39.888	R2 = 0.9831
Suecia	y = -0.0003x2 + 0.3843x + 9.9696	R2 = 0.9959
Argentina	y = -0.0009x2 + 0.6211x - 6.0575	R2 = 0.9764
Bolivia	y = -0.0003x2 + 0.3679x + 3.3503	R2 = 0.9668
Brasil	y = -0.0006x2 + 0.5144x - 1.709	R2 = 0.9915
Chile	y = 0.0008x2 + 0.1201x + 20.094	R2 = 0.9582
Colombia	y = -0.0005x2 + 0.602x - 9.3504	R2 = 0.9942
Costa Rica	y = -0.001x2 + 0.6363x + 3.2834	R2 = 0.9854
Ecuador	y = -0.0004x2 + 0.4671x - 10.413	R2 = 0.9842
El Salvador	y = -0.0028x2 + 1.102x - 4.0156	R2 = 0.9683
Guatemala	y = -0.0011x2 + 0.7198x - 4.3008	R2 = 0.9879
Honduras	y = -0.0007x2 + 0.6194x + 0.2854	R2 = 0.9913
México	y = -0.0008x2 + 0.565x + 2.0831	R2 = 0.9964
Panamá	y = -0.0005x2 + 0.4508x + 8.9778	R2 = 0.979
Paraguay	y = -0.0009x2 + 0.604x + 7.4383	R2 = 0.9883
Perú	y = -0.001x2 + 0.6722x - 19.865	R2 = 0.9733
Uruguay	y = -0.0071x2 + 4.0401x - 472.29	R2 = 0.9293
Venezuela	y = -0.0011x2 + 0.7554x - 30.638	R2 = 0.975
Filipinas	y = -0.0011x2 + 0.6911x + 0.7958	R2 = 0.9845
Indonesia	y = -0.0012x2 + 0.7186x + 5.2798	R2 = 0.9791
Myanmar	y = -0.0015x2 + 0.8757x - 12.282	R2 = 0.9596
Tailandia	y = 0.0001x2 + 0.3614x + 9.8126	R2 = 0.9941

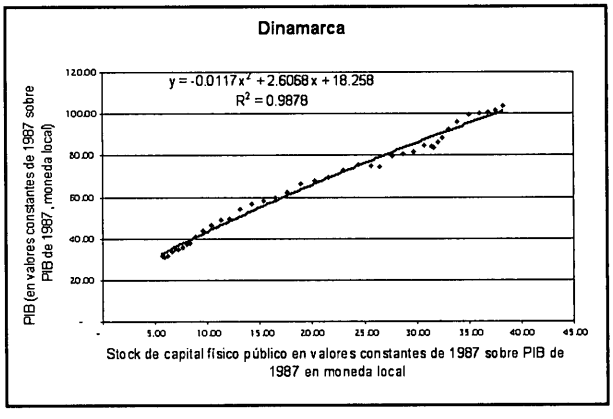
RELACIÓN ENTRE EL PIB (y) Y EL STOCK DE CAPITAL FÍSICO PÚBLICO (x)

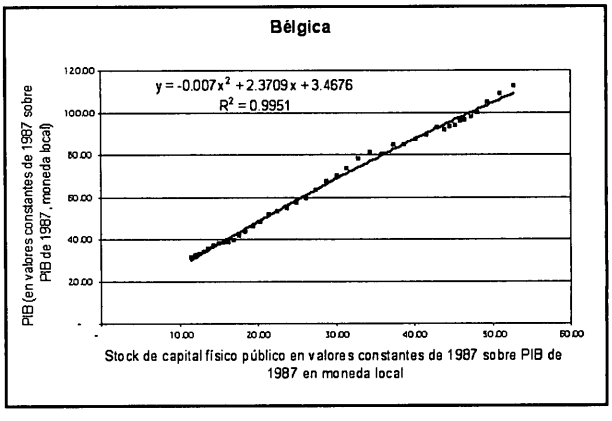
Alemania	y = -0.0122x2 + 2.5834x + 5.6209	R2 = 0.9941
Austria	y = -0.0124x2 + 2.3225x + 9.9017	R2 = 0.9946
Bélgica	y = -0.007x2 + 2.3709x + 3.4676	R2 = 0.9951
Dinamarca	y = -0.0117x2 + 2.6068x + 18.258	R2 = 0.9878
España	y = -0.0333x2 + 3.7487x + 8.2101	R2 = 0.9869
Finlandia	y = 0.0021x2 + 2.0334x + 8.0749	R2 = 0.9955
Francia	y = -0.0168x2 + 2.7814x + 10.525	R2 = 0.9969
Grecia	y = -0.0315x2 + 3.8135x + 8.2822	R2 = 0.9977
Irlanda	y = -0.0042x2 + 2.0783x + 12.455	R2 = 0.9904
Italia	y = -0.0032x2 + 2.4241x + 6.4871	R2 = 0.9981
Países Bajos	y = -0.0088x2 + 2.1823x + 7.1104	R2 = 0.9965
Portugal	y = -0.0141x2 + 2.8151x + 6.1394	R2 = 0.9945
Reino Unido	y = 0.0023x2 + 1.5601x + 26.927	R2 = 0.9831
Suecia	y = -0.0074x2 + 1.9914x + 9.9696	R2 = 0.9959

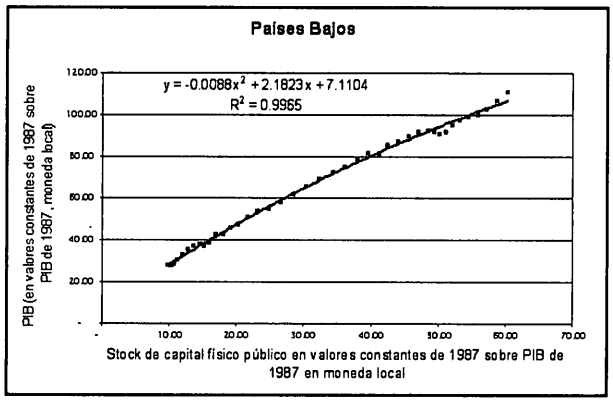
Fuente: Elaboración propia con datos tomados de OCDE (2001)

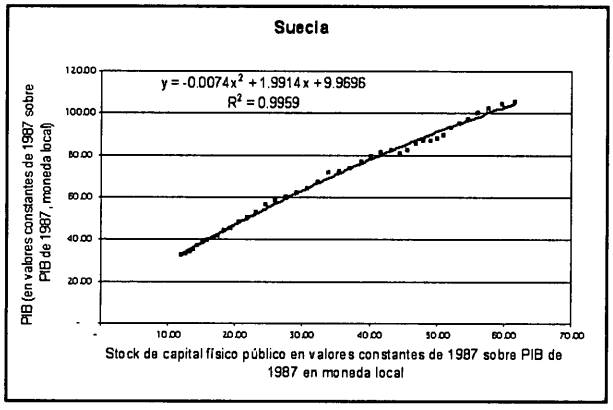


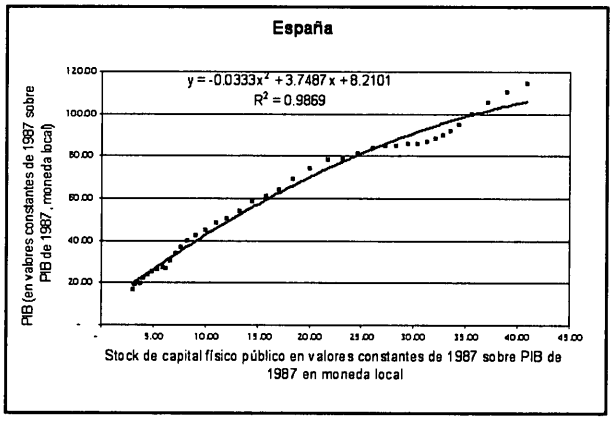


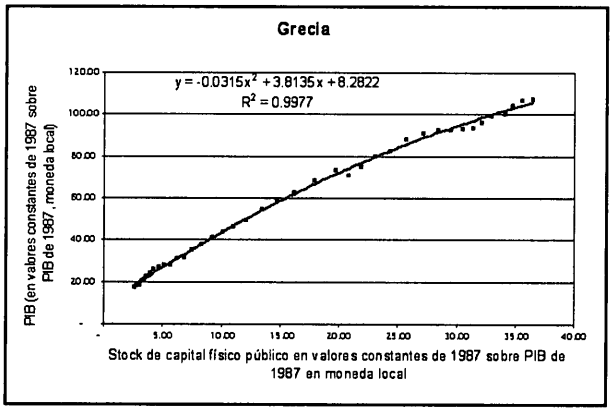












pensar que puede resultar adecuado plantear una relación entre el PIB y el stock de capital físico cuya curva de ajuste sea una línea recta. Además, este tipo de análisis está de acuerdo con la hipótesis de que tanto el PIB como el stock de capital físico crecerán de modo indefinido en el medio y largo plazo.

Para llevar a cabo este análisis vamos a utilizar las estimaciones acerca del valor del stock de capital físico público utilizando la información disponible a la que nos hemos referido. Como hemos comentado, utilizamos el dato de la formación bruta de capital fijo de las administraciones públicas para estimar el valor del stock de capital físico público partiendo del stock de capital físico total. Ya hemos hecho notar previamente que esta información sólo se encuentra disponible para los países de la Unión Europea.

Procedemos a realizar el análisis de la relación existente entre el PIB y el stock de capital físico total, con la hipótesis de que la curva de ajuste es una línea recta. Los resultados obtenidos pueden observarse en el cuadro adjunto. Hay que destacar que el alto valor del parámetro R2 para casi todos los casos confirma la validez de la hipótesis de considerar una línea recta como curva de ajuste (6).

Con el fin de poder extraer conclusiones que resulten de utilidad para los responsables de la política económica relacionada con la provisión de infraestructuras, hemos calculado la pendiente media de la curva de ajuste (que en este caso es una línea recta por la hipótesis formulada) para el caso de los países de la UE –que son países desarrollados- y para el caso de los países de América Latina y el Sudeste Asiático –que son países en vías de desarrollo-. Para el caso del stock de capital físico total, que es el que estamos analizando ahora, el valor medio de la pendiente en el primer caso (Unión Europea) es de 0,283, mientras que en el segundo caso (América Latina y Sudeste Asiático) es de 0,409. Esto quiere decir que, incrementos iguales en el stock de capital físico se corresponden con incrementos mayores del PIB para los países con menor stock de capital físico (7). Por tanto, este resultado confirma los resultados obtenidos en un análisis de corte transversal realizado por los autores (8).

(6) Al realizar el análisis anterior, con la hipótesis de que la curva de ajuste era una parábola, habíamos constatado que la curvatura de las parábolas que obteníamos era muy pequeña, por lo que podrían asimilarse a una línea recta.

(7) Este resultado está en la línea de los resultados de convergencia condicional obtenidos por Barro y Xala-i-Martin (1995) .

(8) Los análisis de corte transversal realizados por los autores para un número considerable de países, estudian la relación existente entre las variables representativas del nivel de desarrollo económico y las variables de infraestructura de transporte viario. Los resultados ponen de manifiesto que la relación entre ambas responde a una curva convexa de forma parabólica. Es decir, hasta un determinado nivel de desarrollo económico -caracterizado, por ejemplo, por el PIB per cápita-, a mayores niveles de stock de infraestructura corresponden mayores valores del PIB. Además, por ser la relación parabólica –en vez de lineal-, incrementos iguales en el stock de infraestructuras corresponden a incrementos menores en el PIB a medida que aumenta dicho stock (es decir, a medida que avanzamos por la curva en sentido ascendente).

CUADRO 4.
RELACIÓN ENTRE EL PIB (y) Y EL STOCK DE CAPITAL FÍSICO TOTAL (x)

Alemania	y = 0.2794x + 13.252	R2 = 0.9893	0.279	0.283
Austria	y = 0.2491x + 18.919	R2 = 0.9825	0.249	
Bélgica	y = 0.3305x + 9.0705	R2 = 0.9939	0.331	
Dinamarca	y = 0.2577x + 22.068	R2 = 0.986	0.258	
España	y = 0.2971x + 16.603	R2 = 0.9722	0.297	
Finlandia	y = 0.2641x + 6.9037	R2 = 0.9954	0.264	
Francia	y = 0.2828x + 18.123	R2 = 0.9885	0.283	
Grecia	y = 0.2936x + 14.805	R2 = 0.9888	0.294	
Irlanda	y = 0.3153x + 15.057	R2 = 0.9899	0.315	
Italia	y = 0.3043x + 7.856	R2 = 0.9979	0.304	
Países Bajos	y = 0.2602x + 14.776	R2 = 0.992	0.260	
Portugal	y = 0.2554x + 11.77	R2 = 0.9895	0.255	
Reino Unido	nd			
Suecia	y = 0.2835x + 17.359	R2 = 0.9921	0.284	
Argentina	y = 0.2641x + 6.9037	R2 = 0.9954	0.264	0.409
Bolivia	y = 0.2263x + 17.668	R2 = 0.973	0.226	
Brasil	y = 0.3973x + 2.3802	R2 = 0.9899	0.397	
Chile	y = 0.4052x - 1.814	R2 = 0.9483	0.405	
Colombia	y = 0.4463x - 0.6806	R2 = 0.9897	0.446	
Costa Rica	y = 0.4777x + 8.1882	R2 = 0.9804	0.478	
Ecuador	y = 0.38x - 6.1253	R2 = 0.9719	0.380	
El Salvador	y = 0.5263x + 18.443	R2 = 0.9604	0.526	
Guatemala	y = 0.5032x + 4.3551	R2 = 0.9956	0.503	
Honduras	y = 0.4994x + 4.4802	R2 = 0.992	0.499	
México	y = 0.3238x + 13.323	R2 = 0.9698	0.324	
Panamá	y = 0.3419x + 12.502	R2 = 0.9639	0.342	
Paraguay	y = 0.5027x + 9.5321	R2 = 0.9963	0.503	
Perú	y = 0.3768x - 1.7538	R2 = 0.9906	0.377	
Uruguay	y = 0.5663x - 54.831	R2 = 0.8987	0.566	
Venezuela	y = 0.3151x + 7.5092	R2 = 0.9172	0.315	
Filipinas	y = 0.3117x + 20.728	R2 = 0.9217	0.312	
Indonesia	y = 0.4141x + 15.085	R2 = 0.9456	0.414	
Myanmar	y = 0.511x + 5.8887	R2 = 0.9438	0.511	
Tailandia	y = 0.3927x + 8.8366	R2 = 0.9935	0.393	

RELACIÓN ENTRE EL PIB (y)
Y EL STOCK DE CAPITAL FÍSICO PÚBLICO (x)

Alemania	y = 1.8877x + 13.252	R2 = 0.9893	1.888	1.969
Austria	y = 1.5188x + 18.919	R2 = 0.9825	1.519	
Bélgica	y = 1.9329x + 9.0705	R2 = 0.9939	1.933	
Dinamarca	y = 2.1124x + 22.068	R2 = 0.986	2.112	
España	y = 2.4156x + 16.603	R2 = 0.9722	2.416	
Finlandia	y = 2.1471x + 6.9037	R2 = 0.9954	2.147	
Francia	y = 1.9236x + 18.123	R2 = 0.9885	1.933	
Grecia	y = 2.6452x + 14.805	R2 = 0.9888	2.645	
Irlanda	y = 1.8331x + 15.057	R2 = 0.9899	1.833	
Italia	y = 2.271x + 7.856	R2 = 0.9979	2.271	
Países Bajos	y = 1.5866x + 14.776	R2 = 0.992	1.587	
Portugal	y = 2.1284x + 11.77	R2 = 0.9895	2.128	
Reino Unido	y = 1.6846x + 25.546	R2 = 0.987	1.685	
Suecia	y = 1.469x + 17.359	R2 = 0.9921	1.469	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de OCDE (2001)

Este resultado muestra que una adecuada dotación de capital físico –uno de cuyos elementos importantes son las infraestructuras- resulta necesaria para el desarrollo económico, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. Además, en el caso de estos últimos, resulta más necesario encontrar fórmulas que permitan incrementar dicho stock, ya que su sistema de provisión presenta importantes carencias. Interesa, por tanto, encontrar fórmulas que permitan a estos países llevar a cabo las inversiones necesarias en materia de infraestructuras, haciéndolo de forma que no perjudiquen ni su equilibrio presupuestario ni su estabilidad macroeconómica. (Cuadro 4).

A continuación, realizamos el análisis de la relación existente entre el PIB y el stock de capital físico público para los países de la Unión Europea. En primer lugar, es preciso hacer notar que los valores de R2 siguen siendo elevados, por los que las curvas de ajuste reflejan la relación existente entre ambas variables.

Realizando un análisis similar al efectuado con la variable "stock de capital físico total" obtenemos que con la variable "stock de capital físico público" la pendiente media obtenida para los países de la Unión Europea es 1,969. Este resultado es muy diferente del obtenido en el análisis realizado con la variable "stock de capital físico total". No nos resulta posible llevar a cabo este análisis para los países de América Latina y Sudeste Asiático, al no disponer de estimaciones sobre el stock de capital físico público. (Cuadro 4).

ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL STOCK DE INFRAESTRUCTURAS Y EL PIB EN LA SERIE TEMPORAL DEL PERÍODO 1964-1997 PARA ESPAÑA

Como hemos comentado anteriormente, el objeto principal de este artículo es analizar la relación existente entre el stock de infraestructuras y el PIB para una muestra suficientemente grande de países. Debido a la falta de datos sobre el stock de infraestructuras, hemos optado por trabajar con el stock de capital físico público, como aproximación que permitiera obtener resultados de cierta utilidad. Este análisis ha sido realizado en el apartado anterior.

Ahora bien, sí existen datos sobre el stock de infraestructuras para España, por lo que nos ha parecido oportuno complementar el estudio realizado anteriormente con el análisis similar para España utilizando como variable el stock de infraestructuras en vez del stock de capital físico público. Los datos pertenecen a la serie publicada en el estudio "El stock de capital en España y su distribución territorial" (Fundación BBV).

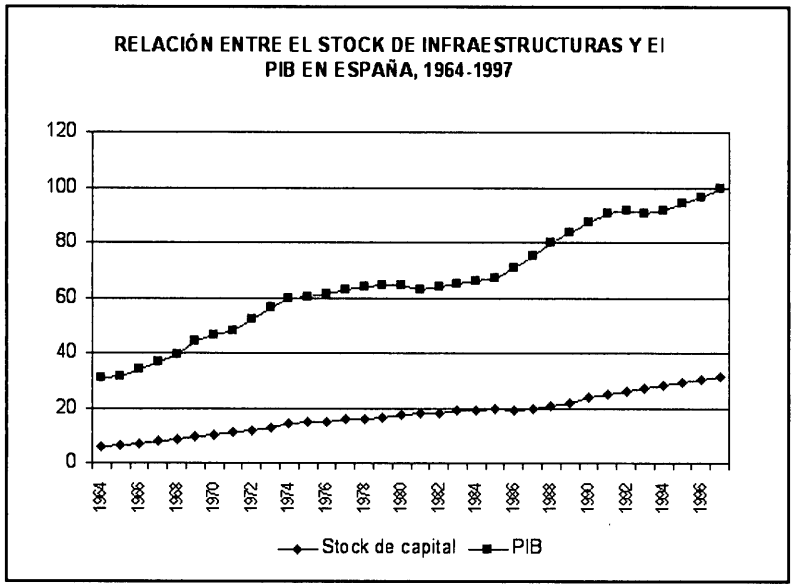
Es preciso señalar que la distribución que hemos utilizado para llevar a cabo este análisis empírico es la que aparece en el desglose del mencionado estudio, y que aparece

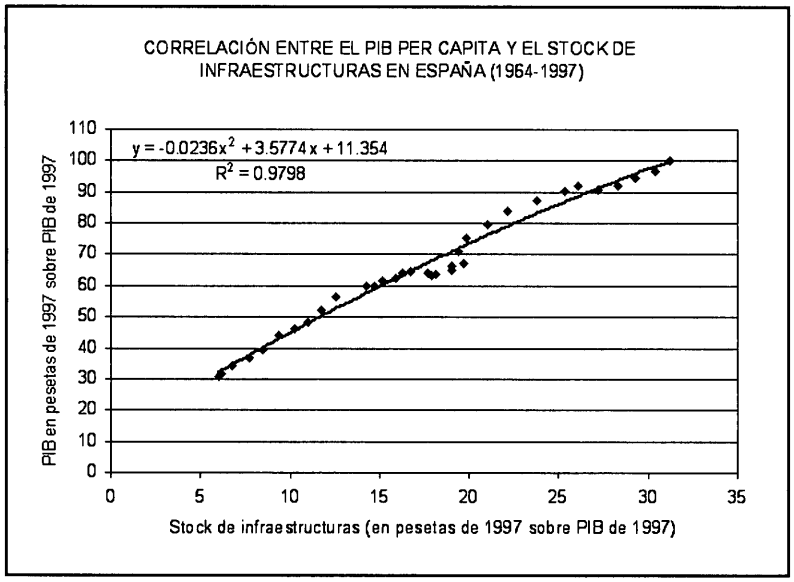
CUADRO 5. EVOLUCIÓN DEL STOCK DE CAPITAL NETO PÚBLICO POR FUNCIONES

Conceptos	Carreteras	Infraestructuras Hidraúlicas	Estructuras Urbanas de CC.LL	Puertos	Ferrocarril	Aeropuertos	Suma Parcial	Educación	Sanidad	Resto de funciones de las AA.PP	Total	PIB en pesetas de 1997/ PIB de 1997
1964	2.06	1.53	0.40	0.55	1.33	0.16	6.03	0.52	0.19	1.61	14.38	30.85
1965	2.08	1.67	0.39	0.56	1.30	0.17	6.18	0.53	0.21	1.66	14.76	31.61
1966	2.25	1.92	0.39	0.60	1.37	0.22	6.75	0.59	0.24	1.79	16.11	34.32
1967	2.58	2.24	0.46	0.68	1.53	0.26	7.74	0.68	0.27	2.01	18.46	36.74
1968	2.87	2.46	0.52	0.73	1.66	0.26	8.51	0.80	0.30	2.152	0.26	39.52
1969	3.25	2.71	0.55	0.78	1.79	0.27	9.34	0.93	0.36	2.26	22.23	44.29
1970	3.62	2.98	0.59	0.82	1.95	0.27	10.24	1.11	0.44	2.44	24.46	46.26
1971	3.92	3.24	0.63	0.85	2.06	0.29	10.98	1.32	0.53	2.56	26.37	48.24
1972	4.30	2.28	0.69	0.85	2.20	0.30	11.73	1.44	0.61	2.64	28.15	52.29
1973	4.69	3.91	0.75	0.89	2.34	0.32	12.59	1.59	0.69	2.77	30.24	56.58
1974	5.41	4.02	0.88	0.98	2.61	0.36	14.26	1.79	0.84	3.13	34.29	59.90
1975	5.71	4.02	0.88	0.98	2.70	0.37	14.69	1.83	0.90	3.20	35.35	60.13
1976	6.05	4.02	1.00	1.00	2.74	0.37	15.17	1.89	1.00	3.26	36.49	61.52
1977	6.43	4.18	1.08	1.02	2.82	0.37	15.90	2.05	1.05	3.46	38.36	62.68
1978	6.62	4.24	1.14	1.05	2.84	0.37	16.26	2.29	1.08	3.62	39.51	64.05
1979	6.78	4.35	1.17	1.08	2.96	0.36	16.69	2.48	1.11	3.84	40.81	64.78
1980	7.13	4.63	1.26	1.15	3.12	0.37	17.66	2.71	1.18	4.16	43.38	64.41
1981	7.17	4.72	1.36	1.17	3.14	0.37	17.93	2.81	1.22	4.34	44.23	63.19
1982	7.12	4.78	1.55	1.16	3.10	0.38	18.10	2.86	1.24	4.52	44.82	63.91
1993	7.39	5.02	1.73	1.21	3.26	0.41	19.01	3.03	1.29	4.79	47.13	65.08
1984	7.42	4.99	1.75	1.22	3.26	0.421	9.06	3.12	1.32	5.34	47.89	66.24
1985	7.70	5.09	1.84	1.27	3.35	0.42	19.67	3.31	1.38	6.25	0.33	67.27
1986	7.54	4.99	1.99	1.25	3.24	0.41	19.42	3.31	1.40	6.70	50.26	70.87
1987	7.67	5.03	2.19	1.26	3.28	0.40	19.83	3.40	1.45	7.20	51.70	75.30
1988	8.20	5.22	2.47	1.31	3.43	0.42	21.05	3.60	1.52	8.09	55.32	79.80
1989	8.69	5.37	2.78	1.35	3.52	0.43	22.13	3.78	1.62	8.86	58.52	83.82
1990	9.50	5.60	3.03	1.43	3.72	0.472	3.78	4.07	1.75	10.10	63.48	87.43
1991	10.37	5.83	3.22	1.48	3.92	0.50	25.32	4.39	1.87	11.27	68.18	90.41
1992	10.92	5.84	3.30	1.51	3.99	0.50	26.0	54.54	1.93	11.83	70.40	91.84
1993	11.59	6.05	3.42	1.57	4.08	0.50	27.21	4.69	2.00	12.48	73.59	90.57
1994	12.15	6.22	3.70	1.63	4.11	0.52	28.32	4.83	2.031	2.84	76.34	91.97
1995	12.61	6.44	3.83	1.68	4.14	0.58	29.27	4.99	2.08	13.30	78.91	94.60
1996	13.09	6.72	4.00	1.74	4.22	0.62	30.38	5.19	2.14	13.96	82.07	96.53
1997	13.37	6.95	4.13	1.78	4.31	0.673	1.21	5.34	2.18	14.39	84.33	100.00

recogida en la tabla adjunta. Como variable de análisis hemos considerado el stock de infraestructuras que consideramos productivas, excluyendo por tanto las referidas a equipamiento social (educación y sanidad, fundamentalmente). Como puede observarse en la tabla adjunta, el valor que utilizamos para nuestro análisis se obtiene por la suma de los siguientes conceptos: carreteras, infraestructuras hidráulicas, estructuras urbanas de la Corporaciones Locales, puertos, ferrocarril y aeropuertos.

Antes de proceder a explicar los resultados obtenidos en el análisis de correlación, es preciso exponer brevemente cuáles son los principales ciclos económicos que han tenido lugar





dentro del período que se está estudiando. Resulta necesario tener presente esta sucesión de ciclos económicos para poder interpretar correctamente los resultados obtenidos.

Los principales ciclos que se han producido en España entre 1964 y 1997 son los siguientes: un período de expansión desde 1964 a 1975, un período de crisis desde 1975 a 1985, nuevamente una expansión desde 1986 a 1992, seguida de una nueva crisis que abarcó desde 1992 a 1994, y un período de expansión desde 1994 a 1997 (la época de auge duró más tiempo pero en ese año finaliza el período que estamos analizando).

Como puede verse en el gráfico que recoge el comportamiento conjunto de las dos variables analizadas (stock de infraestructuras y PIB) existe una correlación bastante significativa, que se ve afectada por un comportamiento atípico entre los años 1979 y 1987, es decir, en la segunda mitad de la crisis que abarcó el período 1975-1985. La curva de ajuste de dicha correlación podría ser tanto una línea recta como una parábola convexa con una curvatura muy pequeña. Optamos por está última opción porque el coeficiente de correlación es ligeramente superior en el caso de la curva de ajuste parabólica (aunque en ambos casos es muy elevado).

Como era de esperar, los resultados obtenidos al estudiar la relación entre el PIB y el stock de infraestructuras en España para el período 1964-97 están en línea con los resultados obtenidos en el apartado anterior al estudiar la relación entre el PIB y el stock de capital físico público para un conjunto amplio de países (9). La parábola que describe la relación entre ambas variables es bastantes similar a la obtenida en el apartado anterior (parábola convexa con una curvatura muy pequeña). ■

(9) Con el fin de contrastar los resultados obtenidos al emplear el stock de capital físico público como aproximación al stock de infraestructuras, hemos comparado la expresión que se obtiene al correlacionar el PIB con el stock de infraestructuras suponiendo una línea recta como curva de ajuste (y = 2,71x + 17,98) con la expresión que se obtiene al correlacionar el PIB con el stock de capital físico público (y = 2,41x + 16,60). Como puede verse ambas expresiones son bastante similares.

BIBLIOGRAFÍA

-AMECO (Annual Macroeconomic Database), Comisión Europea

-Banco de España (2001): *"Indicadores de convergencia real"*, Servicio de Estudios del Banco de España, Madrid.

-Barro, R. y Lee, J. (1993): *"International comparisons of educational attainment"*, Journal of Monetary Economics, vol. 32, págs. 363-394.

-Barro, R. y Sala-i-Martin, X (1995): Economic Growth, McGraw Hill.

-Fundación BBV: *"El stock de capital en España su distribución territorial"*

-Martín, C. y Velázquez, F. (2001): Series de indicadores de convergencia real para España, el resto de países de la UE y EEUU, Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas para la Investigación Económica y Social.

-OCDE (2001): *"Flows and Stocks of Fixed Capital, 1971-1996"*, OCDE, 2001

-PNUD (2001): Informe de Desarrollo Humano 2000, Ediciones Mundiprensa.

-World Bank (2001): *Trends in Private Investment in Developing Countries, Statistics for 1970-1998*, L. Bouton y M. Sumlinski, International Finance Corporation, The World Bank Group, Discussion Paper n. 41.

-World Bank (2002): *"Physical Capital Stock: Sources, Methodology and Results, Nehru and Dhareshwar Dataset, 1950-1990"*, The World Bank Group, Washington.