

Infraestructura y crecimiento económico en el Perú

Roberto Urrunaga y Carlos Aparicio

RESUMEN

Se revisa la literatura donde se analiza la importancia de la infraestructura para el crecimiento económico y se efectúa una estimación econométrica a fin de recoger la relación entre ambas variables en el caso peruano. Para ello, se utiliza un panel de datos con información para las 24 regiones del Perú correspondientes al período 1980-2009, bajo distintos estimadores. Los resultados econométricos obtenidos confirman que las infraestructuras de servicios públicos (carreteras, electricidad y telecomunicaciones) resultan relevantes para explicar las diferencias transitorias en el producto regional, de acuerdo con las teorías neoclásicas de crecimiento exógeno. Por otra parte, se encuentra evidencia que respalda la presencia de diferencias significativas en las repercusiones de las distintas infraestructuras en el producto per cápita de cada región. Por consiguiente, las autoridades de política deberían agilizar el desarrollo de proyectos que permitan disminuir las brechas en infraestructura que imponen trabas al desarrollo de las regiones del Perú.

PALABRAS CLAVE

Infraestructura física, carreteras, energía eléctrica, telecomunicaciones, crecimiento económico, desarrollo regional, producto interno bruto, modelos econométricos, Perú

CLASIFICACIÓN JEL

C33, H54, L90, O11, O18, O40, R11

AUTORES

Roberto Urrunaga es profesor e investigador principal del Departamento de Economía y del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (Lima, Perú). urrunaga_rl@up.edu.pe

Carlos Aparicio es analista del Departamento de Investigación Económica de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP del Perú y profesor del Departamento de Economía de la Universidad del Pacífico (Lima, Perú). caparicio@sbs.gob.pe

I

Introducción

La infraestructura se relaciona directamente con la producción y estimula el crecimiento económico porque se trata de un insumo fundamental para la realización de las actividades privadas. Algunos estudios en que se resumen los principales resultados sobre esta relación son los de Straub (2008a); González, Guasch y Serebrisky (2007), y Cárdenas, Gaviria y Meléndez (2005).

El principal mecanismo por medio del cual la infraestructura afecta al producto y al crecimiento económico se encuentra en la mejora de la productividad del capital, que será más importante cuanto mayor sea la complementariedad entre la infraestructura y la inversión productiva de las empresas. De acuerdo con Straub (2008a), otros mecanismos se hallan en las actividades de mantenimiento de las infraestructuras, las que aumentan al incrementarse su construcción; los costos de ajuste, que se reducen debido a los menores costos logísticos que producen las nuevas inversiones; el mejoramiento de la productividad laboral, al contar los trabajadores con mejores tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y mejores condiciones de salud y educación; y la disminución de los costos de transporte, derivada del aprovechamiento de las economías de escala y de ámbito.

El estudio de la relación entre infraestructura y crecimiento productivo resulta particularmente interesante en el caso peruano, debido al gran dinamismo que ha

venido experimentando su economía y a los importantes avances que ha logrado con respecto al desarrollo de infraestructuras de servicios públicos. En este contexto, la hipótesis principal que se pretende demostrar es que dicha infraestructura repercute marcadamente en el producto y el crecimiento económico de las regiones peruanas. Además, se procura analizar si existen diferencias significativas en la contribución de las infraestructuras al desarrollo productivo de las regiones del Perú. Con este propósito, se emplea un panel de datos que contiene información respecto de las 24 regiones peruanas para el período 1980-2009, bajo distintos estimadores econométricos. Dadas las restricciones de información existentes, se trabaja con información relacionada con las infraestructuras de carreteras, telecomunicaciones y energía eléctrica.

La relevancia de realizar este tipo de estudios radica en que tanto el Perú como muchos otros países latinoamericanos enfrentan todavía problemas de infraestructura que pueden imponer limitaciones a las oportunidades de crecimiento, por lo que se requiere llamar aún más la atención de las autoridades de los distintos niveles de gobierno a fin de que aceleren el ritmo en los procesos de concesiones e inversiones públicas de infraestructura.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. Luego de la Introducción, en la sección II se revisa la literatura en que se aborda la relación entre infraestructura y crecimiento económico. Más adelante, en la sección III, se plantean las consideraciones metodológicas pertinentes. En la sección IV se analizan los resultados obtenidos de acuerdo con los modelos estimados. Finalmente, en la sección V se entregan las conclusiones y recomendaciones.

□ Los autores agradecen la colaboración de Carlos Cubas y Regina Ruiz en el desarrollo de este documento, así como los comentarios realizados a una versión preliminar por un árbitro anónimo de la *Revista CEPAL*. Cualquier error u omisión es de responsabilidad exclusiva de los autores.

II

Revisión de la literatura

1. Marco teórico

En el cuadro 1 se resumen los principales estudios en que se ha abordado la relación entre crecimiento económico e infraestructura. Existe consenso en considerar a la inversión en infraestructura pública como un componente importante del crecimiento económico. Este hecho fue inicialmente comprobado en la práctica por Aschauer (1989) y luego fue corroborado por autores como Easterly y Rebelo (1993); Canning (1999) y Calderón y Servén (2004b), así como por Vásquez y Bendezú (2008) para el caso peruano. Sin embargo, la discusión no parece centrarse en la dirección del efecto, sino en su magnitud. Así, por ejemplo, en la revisión de la literatura realizada por Straub (2008a), solo encontró un efecto negativo en el 6,5% de los estudios, en todos los cuales se utilizó un indicador de infraestructura inadecuado (como se verá más adelante); por otra parte, en el 37,5% de los estudios se obtuvieron resultados nulos, en comparación con el 55,8% en que se constataron coeficientes positivos.

El trabajo pionero de Aschauer (1989) es uno de los principales en que se ha encontrado evidencia empírica sobre el efecto positivo de la infraestructura en la producción. Este autor sostiene que la caída en la productividad del capital en los Estados Unidos de América durante las décadas de 1970 y 1980 obedeció a la reducción en la inversión pública en infraestructura. En particular, el autor afirma que las infraestructuras que afectan en mayor medida a la productividad son las de transportes (carreteras, puertos y aeropuertos), energía y saneamiento.

El primer paso para iniciar la discusión de la literatura a nivel teórico es plantear una función de producción en que se incluya explícitamente la variable de interés, el acervo (*stock*) de infraestructura pública, de manera similar a como lo hace Straub (2008a):

$$Y = A(\theta, F). F(K, L, I(N)) \quad (1)$$

donde Y es el producto agregado, A el término de productividad, K el acervo de capital (sin contabilizar la infraestructura), L el factor trabajo, e $I(N)$ una variable de insumos (*inputs*) intermedios en la que la infraestructura pública (N) es la variable determinante. El nivel de infraestructura se halla separado de K , donde

normalmente se encuentra incluido, tal como $I(N)$ refleja el efecto directo de N . Al incluir la infraestructura como un factor explicativo de A (el efecto indirecto de N), se asume que la infraestructura tiene un efecto en la productividad total de factores. θ da cuenta de todos los otros factores que afectarían al término de productividad.

Teóricamente, es preferible modelar el efecto directo de la infraestructura a través de los servicios que esta provee $I(N)$, en lugar de incluirla directamente en la función de producción. En primer lugar, y tal como señalan Romp y De Haan (2007), incluir directamente la variable de infraestructura implicaría asumir que esta tiene atributos de bien público puro, y que provee servicios de manera proporcional a la cantidad de infraestructura, sin rivalidad ni exclusión en el consumo. En realidad, la infraestructura pública no produce nada en sí misma, simplemente provee servicios (como transporte y comunicaciones) que se incorporan dentro de las funciones de costos de las empresas (Hulten, Bennathan y Srinivasan, 2006).

En segundo lugar, Pritchett (1996) explica que las inversiones en infraestructura generalmente no se determinan mediante mecanismos de mercado, dado que suelen verse influenciadas por el marco regulatorio, que generalmente enfrenta problemas de información imperfecta (Laffont y Tirole, 1993); además, suelen ser susceptibles a la interferencia política (Guasch, Laffont y Straub, 2005), por tratarse en muchos casos de monopolios naturales. Ello se traduce en que las empresas no puedan tomar decisiones con respecto al costo de la cantidad de infraestructura que utilizan (Duggal, Saltzman y Klein, 1999; Hulten, Bennathan y Srinivasan, 2006).

Por otra parte, el efecto indirecto de la infraestructura implica asumir que su acumulación genera externalidades que incrementan la eficiencia general de la economía. Prud'homme (2005) argumenta que la infraestructura tiene un efecto similar al de la reducción de aranceles, pues permite aumentar el tamaño del mercado, lo que conlleva una mayor especialización, una competencia más intensa, economías de escala y el acrecentamiento del tamaño efectivo del mercado laboral. Duggal, Saltzman y Klein (1999) añaden que la infraestructura tiene también un importante efecto de red. Un ejemplo de ello se da en la calidad de la oferta eléctrica, que hace

posible que se utilicen maquinarias más sofisticadas (Hulten, Bennathan y Srinivasan, 2006).

Asimismo, la infraestructura pública se diferencia del capital en general en otros aspectos adicionales. Por una parte, la magnitud de la infraestructura suele ser significativa y una fracción de ella no es capaz de proveer servicio alguno; por tanto, se requiere que una obra de infraestructura esté completa para que sea útil. Ello implicará, en la mayoría de los casos, que se requiera de grandes inversiones y largos períodos de espera hasta poder recibir servicios por parte de dicha infraestructura.

En algunas oportunidades, la relación de la infraestructura pública con el nivel y variación de la producción puede ser ambigua, ya que existen ciertas obras de infraestructura desarrolladas exclusivamente para mejorar el bienestar de cierto grupo poblacional, dándole prioridad al criterio de redistribución por sobre el de eficiencia económica. Además, según lo señalado por Barro y Sala-i-Martin (1990) y Glomm y Ravikumar (1994), la infraestructura puede estar sujeta a congestión, por lo que su repercusión en la economía dependerá del nivel de congestión en un momento dado; sin embargo, si el incremento en el acervo de la infraestructura ocurre con respecto a una infraestructura no congestionada, no tendrá grandes beneficios, pues no mejorará considerablemente la calidad del servicio. Ello podría implicar que en algunos casos sea preferible invertir en el mantenimiento de la infraestructura existente en lugar de construir una nueva (Hulten, 1996).

La productividad de las inversiones en infraestructura dependerá en gran medida de otros cuellos de botella en la economía, como la calidad institucional —especialmente los mecanismos contractuales—, el nivel de competencia (empresas estatales, concesiones, asociaciones público-privadas, y otras) y el mecanismo de aprobación de los proyectos.

Otro punto de discusión importante se refiere a la duración de los efectos de las infraestructuras nuevas o, dicho en otros términos, si esos efectos serán permanentes o transitorios. De acuerdo con Straub (2008b), lo primero implica suponer que la infraestructura genera suficientes externalidades para inducir retornos constantes a escala en términos agregados, por lo que se trataría del caso del crecimiento endógeno. Por otra parte, suponer que los efectos son transitorios implica que cualquier inversión en infraestructura tendrá rendimientos decrecientes, por lo que se aplicaría el caso neoclásico de crecimiento exógeno en el que la infraestructura afecta al producto, pero no a la tasa de crecimiento de largo plazo.

Según Mankiw, Romer y Weil (1992), la evidencia empírica sostiene que la variación en el producto se

explica de manera adecuada manteniendo el supuesto de los retornos decrecientes a escala del capital. Por lo tanto, no debería descartarse la posibilidad de analizar las diferencias en el producto a partir de un modelo de Solow típico (Solow, 1956).

Finalmente, desde un punto de vista de políticas públicas es interesante discutir la posibilidad de la existencia de un punto óptimo para el acervo de infraestructura. Esto se podría hallar con facilidad igualando su costo marginal a sus beneficios sociales. Sin embargo, la determinación del costo de la infraestructura constituye un reto importante.

2. Técnicas utilizadas

Si bien la relación teórica entre la inversión en los distintos tipos de infraestructura pública y el crecimiento del producto interno bruto (PIB) ha sido explicada con bastante claridad en los numerosos estudios sobre el tema, el debate surge al tratar de plasmar esta relación teórica en un modelo econométrico. Esto se debe principalmente a tres puntos: i) ¿cómo lidiar con la endogeneidad existente entre la inversión en infraestructura y el crecimiento del producto?; ii) ¿qué medida de infraestructura es la que refleja su verdadero efecto en el producto agregado? y, posteriormente, ¿cómo separar el efecto que tiene cada tipo de infraestructura en el producto?, y, por último, iii) ¿qué controles adicionales se deben introducir a fin de no confundir el efecto de la infraestructura con el de otras variables vinculadas al entorno económico y político del país?

En el cuadro 1 se presentan los resultados de los principales estudios revisados en relación con el aporte de la infraestructura al crecimiento económico. En los primeros estudios se estima una regresión lineal simple, tomando como base un indicador monetario del gasto en infraestructura. Muchos autores atribuyen a este tipo de aproximación el hecho de que tanto Aschauer (1989) como Munnell (1990) hayan obtenido elasticidades tan grandes para la infraestructura. En estudios posteriores, como los de Devarajan, Swaroop y Zou (1996) y García-Milà, McGuire y Porter (1996), se obtienen resultados menores o incluso negativos, utilizando un modelo de panel de datos con efectos fijos que capturan las diferencias no observadas entre los países. No obstante, Canning (1999), Calderón y Servén (2004b) y Straub, Vellutini y Warlters (2008) obtienen coeficientes mayores para la inversión en infraestructura al utilizar un indicador físico para su medición. En otros estudios, como los de Rivera y Toledo (2004) y Vásquez y Bendezú (2008), se encuentra una relación de cointegración entre las

CUADRO 1

Resumen de principales estudios

Estudio	Países evaluados	Muestra	Variable de infraestructura	Metodología	Elasticidad
Aschauer (1989)	Estados Unidos de América	1949-1985	Gasto público en capital no militar	MCO	0,39
Munnell (1990)	Estados Unidos de América	1947-1988	Gasto público en infraestructura	MCO	0,34
Canning (1999)	57 países en desarrollo	1960-1990	Telecomunicaciones	Panel de efectos fijos	0,139
Easterly y Rebelo (1993)	28 países en desarrollo	1970-1988	Gasto en transporte y telecomunicaciones	MCO	0,16
Esfahani y Ramírez (2003)	75 países	1965-1995	Telecomunicaciones y energía	MCO 2 etapas	0,091 y 0,156
Vásquez y Bendezú (2008)	Perú	1940-2003	Caminos	Cointegración	0,218
Rivera y Toledo (2004)	Chile	1975-2000	Inversión sectorial en infraestructura	Cointegración	0,16
Sánchez-Robles (1998)	57 países 19 países de América Latina	1970-1985	Índice de infraestructura	MCO	0,009 0,012
Devarajan, Swaroop y Zou (1996)	43 países en desarrollo	1970-1990	Gasto en transporte y telecomunicaciones	Panel de efectos fijos	-0,025
Calderón y Servén (2004b)	101 países	1960-2000	Índice de infraestructura	Panel de efectos fijos MGM	0,0195 0,0207
Straub, Vellutini y Warlters (2008)	92 países emergentes 40 países de bajos ingresos	1971-1995	Telecomunicaciones, caminos y energía	Panel de efectos fijos	0,028; 0,029 y 0,018 0,03; -0,043 y 0,028
Duggal, Saltzman y Klein (1999)	Estados Unidos de América	1960-1989	Gasto público en caminos y estructuras	MCO, especificación no lineal	0,27
García-Milà, McGuire y Porter (1996)	Estados Unidos de América (48 estados)	1971-1983	Gasto público en agua y desagüe y autopistas	Panel de efectos fijos	-0,058 y -0,029

Fuente: elaboración propia.

MCO: mínimos cuadrados ordinarios.

MGM: método generalizado de momentos.

variables de infraestructura y el crecimiento del producto mediante el método de Johansen y, posteriormente, estos autores intentan hallar la relación de corto plazo en un modelo de corrección de errores (véase el cuadro 1).

3. Endogeneidad del modelo

Con respecto a la primera controversia, en la mayoría de los estudios se mencionan tres principales fuentes de endogeneidad: la presencia de efectos fijos no

observados en modelos aplicados a muchos países o regiones, la existencia de doble causalidad entre el producto y la inversión en infraestructura, y la abundancia de problemas relacionados con variables omitidas por el modelo y con un error de medición en las variables de infraestructura.

Tanto en el trabajo de Aschauer (1989), en que se utiliza información regional de los Estados Unidos de América, como en el de Munnell (1990), donde se elabora un panel de distintos países, se encontraron

valores muy altos para la elasticidad del producto con respecto a la infraestructura (0,31 en el primer caso, y 0,54 en el segundo). Gramlich (1994) señala que estos resultados no concuerdan con la realidad, dado que tales elasticidades implicarían un retorno marginal de 100%, es decir, las obras de infraestructura cubrirían la totalidad de sus costos en un año.

En estudios posteriores, como los de Holtz-Eakin (1994) y García-Milà, McGuire y Porter (1996), se señala que estos elevados resultados se deben a la omisión de un efecto fijo que tome en cuenta efectos no observados entre los países o regiones analizados. En estos estudios se encuentran resultados considerablemente menores que en los estudios de primera generación. Straub (2008b) revisa 51 estudios en que se aplica un panel de datos —en 25 de los cuales se incluyen efectos fijos— y constata que en aquellos en que se aplicaron efectos fijos suele encontrarse, en promedio, un menor efecto de la infraestructura en el producto.

La segunda posible manifestación de la endogeneidad en estos modelos es la presencia de doble causalidad entre las variables de inversión en infraestructura y el producto, lo que puede sesgar los resultados hacia arriba, aun en el caso que se incluya explícitamente un efecto fijo. Lo ideal es poder aplicar una prueba que indique la dirección de la causalidad de una manera no ambigua. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos esa prueba no se puede realizar debido a la naturaleza de la información, por lo que se debe buscar una solución alternativa.

Una primera opción es la adoptada por Canning y Pedroni (2004), quienes optan por utilizar un panel de datos. Ellos encuentran que la relación de largo plazo y la corrección de corto plazo entre la infraestructura y el producto no es similar entre distintos países. Al hallar que ambas variables no son estacionarias, pero están cointegradas, pueden estimar un modelo de corrección de errores sin incluir restricciones a priori. Posteriormente, mediante la introducción de restricciones en el modelo, se puede determinar en qué dirección fluye la causalidad.

Rivera y Toledo (2004) y Vásquez y Bendejú (2008) siguen este camino e intentan hallar la existencia de una relación de cointegración entre las variables de infraestructura (M) y el producto (Y). En ese sentido, se deben realizar —en primer lugar— pruebas de raíz unitaria para descartar efectivamente la presencia de un componente tendencial o un quiebre estructural en las series. En ambos casos, se encontró que cada variable presentaba una raíz unitaria.

Otro posible enfoque es resolver un sistema de ecuaciones simultáneas en el que se incluya una ecuación

que explique el PIB y otra que explique la infraestructura. En este caso, el problema consistiría en determinar la forma funcional de la segunda ecuación, dado que los componentes que generan la inversión en infraestructura pueden variar a través de los países.

Algunos autores han optado por solucionar la endogeneidad tomando las primeras diferencias de los componentes, de tal manera que se pueda analizar el efecto de retroalimentación del crecimiento del producto en la inversión en infraestructura, tal como lo hicieron González, Guasch y Serebrisky (2007) y Eshahani y Ramírez (2003). En el caso de un panel de datos, esta diferenciación también ayuda a eliminar el componente no observado correspondiente a cada uno de los n países analizados. Sin embargo, este enfoque no permite comprobar la relación de largo plazo existente entre ambas variables de interés y deja de lado la posibilidad de que las series estén cointegradas.

Aschauer (1989) y Calderón y Servén (2004b) optan por utilizar instrumentos internos, como son los rezagos de las variables explicativas de interés. Esto es preferible a la opción anterior, porque estima explícitamente el proceso autorregresivo de las series. Con ello, se obtienen coeficientes robustos: en la mayoría de las investigaciones que siguieron esta metodología se obtuvieron coeficientes similares para la inversión en infraestructura con respecto a otros tipos de inversión en capital, y que además son consistentes con las tasas internas de retornos de muchos proyectos de transportes y telecomunicaciones del Banco Mundial, tal como lo señalan Bandyopadhyay y Devarajan (1993). Estos modelos son estimados paralelamente utilizando MCO y el método generalizado de momentos (MGM).

Una solución similar a la anterior es la empleada por Sánchez-Robles (1998) y Alesina y Perotti (1993), que consiste en utilizar variables de infraestructura medidas al inicio del período junto con variables de producto medidas al final del mismo período. Esta solución sigue un concepto similar a la instrumentalización interna, con la diferencia de que la elección de esa instrumentalización es preferible debido a que impone menos condiciones a priori con respecto a los instrumentos a utilizar.

Por otra parte, García-Milà, McGuire y Porter (1996) encuentran que en este tipo de investigaciones el hecho de emplear un panel cuadrado permite ahorrar el paso de instrumentalización interna. Esta observación es corroborada por Straub (2008b), quien muestra que en el caso de los estudios de paneles de datos la instrumentalización con rezagos propios no altera los resultados del modelo.

4. Elección de un indicador de infraestructura y separación de efectos

En todos los estudios revisados se opta por incluir uno de dos tipos de indicadores de infraestructura: alguna medida monetaria de la inversión en infraestructura pública, o un índice físico de infraestructura relacionado con los servicios que provee.

Los indicadores del primer tipo suelen tomar como base la medición de la inversión en capital público. Sin embargo, dicha cuenta no necesariamente abarca de manera exclusiva lo invertido en infraestructura pública, sino que también puede comprender inversiones en edificios estatales y maquinaria estatal. Otra falla del indicador del primer tipo es que la participación del sector privado en la provisión de este tipo de infraestructura es cada vez más importante (el caso de las telecomunicaciones es evidente en el Perú), por lo que la medida de capital público sería insuficiente. Además, medir el monto invertido por las empresas privadas en infraestructura pública puede ser difícil de calcular, ya que las firmas suelen tratar de mantener sus estructuras de costos bajo la mayor reserva posible. Finalmente, a menudo el costo de la inversión no se relaciona con la cantidad de infraestructura que efectivamente se construye.

La elección de un indicador físico parece ser una alternativa preferible, pero no está exenta de problemas. La evidencia empírica es contundente al mostrar que los niveles de inversión en los distintos tipos de infraestructura pública se encuentran altamente correlacionados. Esto presenta una disyuntiva: incluir cada tipo de infraestructura pública por separado invalida el estimador MCO al reducir su eficiencia debido a la presencia de multicolinealidad, pero resumir dicha información en un solo indicador impide verificar qué tipo de inversión pública es la más productiva.

En la práctica, la mayoría de los autores —entre los que se encuentran Calderón y Servén (2004b) y Sánchez-Robles (1998)— han optado por intentar ambos enfoques, al estimar en paralelo una ecuación en que se incluye un índice agregado de infraestructura y otras en las que se incluye a la vez un tipo de infraestructura pública. Las diferencias de los coeficientes de los distintos tipos de infraestructura pública sirven para determinar cuál de ellos tiene la mayor productividad. En ambos casos, los índices se elaboran usando variables de tres sectores: transporte (longitud de red vial dentro del territorio total del país), generación eléctrica (capacidad de generación eléctrica en términos per cápita) y telecomunicaciones (número de líneas telefónicas en términos per cápita),

por lo que un incremento en alguna de estas variables implicará un aumento en el valor del índice.

En lo que respecta al índice de infraestructura, la mayoría de los autores siguen a Alesina y Perotti (1993), quienes elaboraron un índice de inestabilidad sociopolítica basándose en el método de componentes principales. Con este método se procura resumir la información aportada por un conjunto de variables altamente correlacionadas en una sola variable (primer componente principal), que explica mejor la varianza de todas las series en conjunto. Para ello es importante que todas las variables tengan la misma dirección¹, a fin de que la interpretación del principal componente pueda ser válida. En este caso, un incremento en el valor del componente principal implica un aumento de la inestabilidad política en términos generales (la manifestación específica de la inestabilidad política es irrelevante en este caso).

Limao y Venables (2001) utilizan un índice de infraestructura pública en un modelo con que se intenta explicar los costos de transporte. Para construir ese índice se emplearon las siguientes variables: kilómetros de carretera, kilómetros de carreteras asfaltadas, kilómetros de vías férreas (las tres divididas por el área del país) y número de líneas telefónicas por persona. Los autores sostienen que las cuatro variables listadas están altamente correlacionadas, y que no es posible identificar por separado el efecto de cada una en los costos de transporte. Ellos optan por utilizar el promedio lineal de las variables de infraestructura normalizadas, lo que implica asumir que los distintos tipos de infraestructura pública son sustitutos perfectos entre sí para una función de servicios de transporte. Los autores descartan aplicar el método de componentes principales, dado que la información emanada de dicha investigación presenta vacíos para muchos de los tipos de infraestructura analizados en distintos países.

Cabe resaltar que en el estudio elaborado por Calderón y Servén (2004b) se emplea información de América Latina, por lo que es el único estudio en que se ha construido un índice de infraestructura para el caso peruano, en este contexto. Asimismo, conviene señalar que en ninguno de los estudios examinados se realizó un análisis regional dentro de un mismo país, a excepción del de Vásquez y Bendejú (2008), precisamente para el caso peruano.

¹ La escala de medición y la magnitud no serían tan relevantes, puesto que las variables pueden ser normalizadas con facilidad.

Antes de discutir qué variables adicionales se requieren para evitar que se sobreestime el efecto de la infraestructura a causa de la omisión de otras variables relevantes, es importante determinar cómo se pueden separar los efectos directos e indirectos de la infraestructura en el crecimiento. La literatura en que se intenta abordar frontalmente este punto es escasa. En la mayoría de los casos se suele utilizar una función de Cobb-Douglas, que no permite explicar los efectos indirectos en general. Los métodos de contabilidad del crecimiento tampoco posibilitan distinguir tales efectos, dado que —como se discutió anteriormente— no es fácil atribuirle un precio a la infraestructura de capital. Efectivamente, al ser la infraestructura un bien parcialmente público, su contribución al producto solo puede ser estimada de manera parcial.

De los estudios revisados, el único en que se modela el aporte de la infraestructura a través de su efecto indirecto es el de Duggal, Saltzman y Klein (1999). Estos autores utilizan un modelo no lineal e incluyen un índice de infraestructura como un factor adicional del residuo de Solow. Ellos hallan que el efecto de la infraestructura es positivo y de magnitud similar a la encontrada por Aschauer (1989), y que este efecto se retroalimenta positivamente con el progreso tecnológico.

5. Elección de variables de control

El último punto de la discusión metodológica se refiere al papel que cumplen las variables de control para la correcta especificación del modelo. Existen dos tipos de variables que permiten corregir posibles problemas en la especificación: variables ficticias (*dummies*), que recojan la presencia de quiebres estructurales, y variables relacionadas con el ciclo económico. Ello es necesario debido a que muchas veces el efecto de los

parámetros varía a lo largo del tiempo, o estos siguen un ciclo determinado. Esta consideración es especialmente relevante para estudios regionales o estudios de corte transversal.

Con respecto al primer punto, Rivera y Toledo (2004) y Vásquez y Bendejú (2008) realizan pruebas para detectar la presencia de un quiebre estructural en el caso chileno y en el caso peruano, respectivamente. Esto se debe a los cambios en el tipo de gestión de las entidades encargadas de realizar la inversión en infraestructura pública en estos países, los que se produjeron al inicio de los años noventa. En ambos trabajos se incluye dicha variable en el modelo de corrección de errores estimado como resultado de un proceso de cointegración.

Vásquez y Bendejú (2008) también incluyen como controles adicionales el ciclo fiscal y el ciclo de exportaciones, los que fueron calculados mediante el filtro de Hodrick y Prescott para eliminar la tendencia de las series de gasto fiscal y exportaciones, respectivamente. Ello, con tal de explicar correctamente las fluctuaciones del PIB en el corto plazo.

Este procedimiento está en concordancia con Canning (1999), quien incluyó una serie de variables ficticias para controlar por la fase del ciclo económico en que se hallaba la economía. Sin embargo, no debe confundirse la variable empleada por Canning (1999) con la variable ficticia empleada por Rivera y Toledo (2004) y Vásquez y Bendejú (2008) para corregir quiebres estructurales. Con la variable de Canning (1999) se intenta reflejar únicamente la fase del ciclo económico, lo que guarda relación con las variables de los ciclos fiscales y exportadores empleadas por Vásquez y Bendejú (2008). Por su parte, las variables ficticias utilizadas por Rivera y Toledo (2004) y Vásquez y Bendejú (2008) se refieren a cambios en el tipo de administración de las obras de infraestructura pública.

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5_1274

