



**Los Vínculos entre el Crecimiento Económico y
la Infraestructura Eléctrica en el Perú, 1940-2000**

Documento de Trabajo N° 17

Arturo Vásquez Cordano

Oficina de Estudios Económicos

Lima, Diciembre del 2004

OSINERG

**Los Vínculos entre el Crecimiento Económico y
la Infraestructura Eléctrica en el Perú, 1940-2000**

Documento de Trabajo N° 17, Oficina de Estudios Económicos.

**Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por
cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente.**

Autor: Arturo Vásquez Cordano.

Primera versión: Diciembre de 2004.

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

OSINERG

Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar

Lima, Perú

Tel. (511) 219-3400, anexo 1054

Fax (511) 219-3413

<http://www.osinerg.gob.pe/investigacion>

Correo electrónico: avasquez@osinerg.gob.pe, vasquez.al@pucp.edu.pe

Clasificación JEL: C32, O47, H54.

Palabras Clave: Infraestructura, Crecimiento Endógeno, Servicios
Públicos, Electricidad, Series de Tiempo, Cointegración, Externalidades.



Organismo Supervisor de la Inversión en Energía-OSINERG
Oficina de Estudios Económicos
Documento de Trabajo N° 17

**Los Vínculos entre el Crecimiento Económico y
la Infraestructura Eléctrica en el Perú, 1940-2000**

Resumen¹

La infraestructura de servicios públicos ha sido reconocida en la literatura especializada, principalmente en los países emergentes, como un pilar central para estimular el crecimiento económico debido a que se constituye en la base sobre la cual se apoyan todas las actividades privadas, tanto productivas como empresariales de un país al posibilitar la existencia de mercados eficientes y elevar los estándares de vida.

No obstante, el Perú presenta una infraestructura de servicios públicos poco competitiva. A pesar que se han logrado mejoras sustanciales en los servicios de energía, telecomunicaciones y transportes como consecuencia de las inversiones privadas realizadas en dichos sectores luego de las privatizaciones y concesiones efectuadas dentro del marco de las Reformas

¹. Esta investigación constituye una parte de la Tesis de Licenciatura del autor y ha sido galardonada con el Primer Puesto del *Premio a la Investigación, 2002* organizado por la Dirección Académica de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se agradecen los valiosos comentarios de José Gallardo y Raúl García, así como la asistencia de Carolina Lenkey en la revisión de estilo del documento. Los puntos de vista expresados por el autor no necesariamente reflejan la posición del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. Los errores u omisiones son de responsabilidad del autor. Remitir comentarios y sugerencias a las siguientes direcciones electrónicas: avasquez@osinerg.gob.pe, vasquez.al@pucp.edu.pe.





Estructurales de la década pasada; la situación de la infraestructura y calidad en otros servicios públicos sigue siendo crítica respecto a otros países de Latinoamérica. Ante esta situación son necesarios estudios especializados que investiguen si la expansión de la infraestructura básica que requiere el país generará condiciones efectivas para el crecimiento sostenido en los próximos años con el propósito de obtener criterios sólidos para que el Estado formule y diseñe políticas adecuadas destinadas a la orientación y promoción de la inversión privada (tanto nacional como extranjera) en los sectores de infraestructura.

Por ello, el objetivo del presente documento es realizar una investigación sobre los vínculos que existen entre la infraestructura de servicios públicos y el crecimiento económico a partir de la Teoría del Crecimiento Endógeno, tomando como caso de estudio al sector eléctrico en el Perú por ser uno de los sectores con mayor importancia estratégica en lo que respecta a la generación de recursos energéticos y porque posee actualmente un gran déficit de inversión estimada en infraestructura.

Para tal propósito se ha reconstruido la serie cronológica de potencia eléctrica instalada como indicador de infraestructura desde el año 1940 hasta el año 2000 con el objetivo de analizar las relaciones de este indicador con el crecimiento captando los ciclos de largo plazo del PBI. Uno de los hallazgos más relevantes de la investigación es la verificación de la existencia de relaciones de largo plazo entre la expansión de la infraestructura eléctrica y el crecimiento, siendo el canal de oferta el más relevante para transmitir las innovaciones que se presentan por el incremento de la infraestructura hacia la producción agregada. Por otro lado, se ha estimado que el efecto acumulado de una expansión del 10% de



la infraestructura eléctrica per cápita provoca un incremento del 0.8% en la tasa de crecimiento del PBI per cápita de manera permanente para un horizonte de predicción de 10 años. Además, se ha estimado que el efecto de corto plazo de la expansión de la infraestructura tarda en diluirse aproximadamente 7 años, por lo que las inversiones destinadas a incrementar la infraestructura eléctrica puede constituirse en un estímulo importante para reactivar la economía peruana.

Con los resultados de esta investigación se espera contribuir al debate sobre el tema de infraestructura y crecimiento en el Perú, así como plantear algunas observaciones para el futuro diseño de políticas públicas respecto a los temas de concesiones e inversión pública y privada en infraestructura.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	7
2. Marco Conceptual de la relación entre la Infraestructura y el Crecimiento Económico	13
2.1. Una definición de Infraestructura.....	13
2.2. Características de las industrias que operan la infraestructura	14
2.3. Los vínculos entre la Infraestructura y el Crecimiento	18
3. Revisión de la Literatura.....	25
3.1. Literatura Reciente	28
3.2. Investigaciones Relevantes	29
4. Evolución Sector Eléctrico en el Perú	31
4.1. Desempeño del sector 1970-2000	31
4.2. Déficit de Infraestructura Eléctrica	35
4.3. Reflexión.....	42
5. Modelo de Crecimiento Endógeno	43
5.1. Especificación formal del modelo de series de tiempo	47
5.2. Proposición Teórica	52
6. Base de Datos y Metodología	54
6.1. Descripción de la Base de Datos	54
6.2. Metodología	60
7. Resultados.....	67
7.1. Pruebas de Raíz Unitaria.....	67
7.2. Resultados de la Prueba de Cointegración	70
7.3. Estimación del Modelo Vector de Corrección de Errores.....	72
7.4. Pruebas de Hipótesis sobre los parámetros del modelo estimado ...	74
7.5. Análisis dinámico de las variables	76
8. Síntesis de los Resultados y Conclusiones	82
9. Bibliografía.....	88
Anexo N° 1	94
Anexo N° 2: Traducciones.....	95



Los Vínculos entre el Crecimiento Económico y la Infraestructura Eléctrica en el Perú, 1940-2000

Arturo Vásquez Cordano

1. Introducción

La Infraestructura de Servicios Públicos ha sido reconocida, principalmente en los países emergentes, como un pilar central para estimular el crecimiento económico debido a que se constituye en la base sobre la cual se apoyan todas las actividades privadas (tanto extractivas y productivas, como financieras y comerciales) de un país al posibilitar la existencia de mercados eficientes y elevar los estándares de vida (Banco Mundial; 1994).



A nivel teórico, la importancia que tiene la infraestructura para fomentar el desarrollo de una economía ha motivado que su relación con el crecimiento económico haya sido tratada con sumo interés en la literatura, por lo cual se han producido controversias que aún no han encontrado solución. Un punto muy discutido por los investigadores en los últimos años ha tratado sobre la identificación de los efectos de corto y largo plazo que puede tener el incremento de la infraestructura sobre la inversión privada y sobre la producción agregada (tanto bajo un esquema de administración estatal de la infraestructura como dentro de un régimen con empresas privadas) pues, a pesar que la evidencia señala la existencia de una relación positiva entre los indicadores de infraestructura, inversión y PBI per cápita, a los autores no les ha resultado claro que las innovaciones provenientes de la expansión de la infraestructura, a través de un canal de oferta por el cual se incrementa la





capacidad productiva, tengan efectos permanentes de largo plazo sobre el crecimiento².

De esta manera, no es fácil establecer si en realidad existen relaciones de causalidad que vayan desde el incremento de la infraestructura hacia el aumento de la producción agregada, pues cabe la posibilidad que el crecimiento económico genere un demanda derivada por inversiones en infraestructura, originándose de esta manera una relación de causalidad recíproca o una relación simultánea entre las variables en estudio³. Por otro lado, podría darse el caso de la existencia de un factor común exógeno que provoque el crecimiento tanto del producto agregado como de la infraestructura y que no haya sido incluido en los estudios.

Otro punto discutible que debe tenerse en cuenta es la posibilidad que el sector privado y los sectores de infraestructura compitan por un mismo conjunto de recursos, por lo cual un incremento de la infraestructura podría generar una reducción en la inversión privada (efecto *crowding out*) lo cual determinaría una relación negativa entre la infraestructura y el crecimiento. En contraste, podría darse el caso que el capital privado y la infraestructura sean complementarios y no rivales (efecto *crowding in*) por lo cual la relación entre crecimiento e infraestructura sería, en este caso, positiva.

A nivel práctico, el problema que se ha discutido en la literatura es la escasez y la deficiente calidad de las estadísticas sobre indicadores de

². Algunas referencias sobre esta discusión son Aschauer (1989) y Canning & Pedroni (2000).

³. En una situación como la descrita, no sería posible utilizar las herramientas convencionales de análisis estadístico sin correr el riesgo de obtener resultados espurios debido a la simultaneidad existente entre las variables.



infraestructura en los países del tercer mundo, hecho que ha obstaculizado el desarrollo de investigaciones en la materia y ha viciado la interpretación de los resultados de los estudios especializados (véase Canning; 1999).

En lo que respecta al caso peruano, los temas relacionados a las industrias de servicios públicos han cobrado particular interés ante la controversia generada por los procesos de Reformas Estructurales en los sectores de infraestructura promovidos por los estados latinoamericanos luego de la crisis de la deuda de 1982, la recesión de la economías por las distorsiones macroeconómicas (como la hiperinflación y las crisis de balanza de pagos) y la mala gestión de las empresas públicas en entornos de corrupción⁴. Tales procesos han ocasionado cambios en la gestión y en la administración dentro de las antiguas empresas estatales de servicios públicos a través de un extenso esquema de concesiones y privatizaciones (aún vigente en el Perú), el cual tiene como propósito cambiar los incentivos dentro de estas empresas mediante la transferencia de la gestión y la responsabilidad de la realización de inversiones futuras en infraestructura a operadores privados (en su mayoría extranjeros) con el objetivo de mejorar la eficiencia en la

⁴. La solución de la problemática económica latinoamericana a fines de la década de 1980 derivó en lo que se conoce como el "Consenso de Washington", nombre que fue asignado por el economista inglés John Williamson, el cual se refiere al conjunto de medidas de ajuste estructural que formaron parte de los programas del FMI, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, entre otras instituciones, en la época del re-enfoque económico a partir de la crisis de la deuda desatada en agosto de 1982. Algunos se refieren a la "Agenda de Washington", otros a la "Convergencia de Washington" y unos pocos la llaman la "Agenda Neoliberal". Las medidas para establecer el libre mercado bajo el "Consenso" van desde la estabilización hasta las reformas estructurales. Entre ellas destacan: la estricta disciplina fiscal, la restricción monetaria, la liberalización comercial y financiera, la flotación cambiaria, la privatización de las empresas públicas, la desregulación de los mercados, la reforma tributaria, la redefinición del papel del Estado en la economía y la promoción de la inversión extranjera directa.



provisión de servicios públicos y garantizar las inversiones destinadas a la expansión de la cobertura y el mejoramiento de la calidad de estos servicios.

La relación entre infraestructura y crecimiento económico ha sido estudiada extendidamente en los Estados Unidos y en otros países desarrollados⁵. En general, estos estudios han encontrado que el aporte de la infraestructura para el crecimiento es importante. Sin embargo, no se han realizado estudios similares para el caso peruano, lo cual demanda la necesidad de analizar este tipo de controversia para la formulación de políticas públicas destinadas a plantear esquemas de fomento alternativos para la inversión, tanto estatal como privada, en los sectores de servicios públicos en el Perú.

En este contexto, surgen algunas preguntas relevantes: ¿Constituye la infraestructura una causa del crecimiento económico? ¿Existe alguna relación de largo plazo entre la infraestructura y el crecimiento en el caso peruano? ¿Existen efectos significativos de corto o largo plazo entre la expansión de la infraestructura y la tasa de crecimiento económico? ¿Es posible identificar cambios estructurales que hayan podido afectar la relación entre crecimiento e infraestructura en los últimos años? ¿Los cambios en el régimen administrativo de los servicios públicos han favorecido el fortalecimiento de los vínculos entre infraestructura y crecimiento? ¿Cómo controlar el problema de la simultaneidad de las variables investigadas? ¿Cuál es la dinámica de corto plazo y cuánto dura en promedio el efecto de la expansión de la infraestructura sobre la tasa de crecimiento?

⁵. Véase Aschauer (1989), Munnell (1992), Erenburg (1994) y Wylie (1996).

El presente estudio tiene como propósito intentar dar respuesta a algunas de estas interrogantes respecto del impacto de la infraestructura eléctrica sobre el crecimiento económico del Perú. Teniendo como marco analítico la Teoría del Crecimiento Endógeno y utilizando una metodología que permite superar el problema de la endogeneidad de las variables y la reversión en las relaciones entre ellas, en primer lugar se evaluará la validez de la hipótesis que sostiene la existencia de relaciones de largo plazo entre la expansión de la infraestructura eléctrica (cuantificada mediante la potencia eléctrica instalada) y el crecimiento del producto agregado en la economía peruana durante el período 1940–2000.

Para tal fin, se ha reconstruido, a partir de las fuentes estadísticas disponibles una base de datos que contiene información cronológica anual de la potencia eléctrica instalada en el Perú para el período de referencia. Esta fuente estadística constituye la base sobre la cual se realizará el análisis empírico que requiere la presente investigación.

Además, se examinará si existe evidencia de cambios estructurales que hayan podido alterar las relaciones de largo plazo entre el crecimiento y la infraestructura eléctrica para los años analizados. En particular, se evaluará si es que el cambio producido durante la década de 1990 en el régimen de la administración de los servicios públicos por un esquema privado ha sido un factor relevante en la determinación de cambios en las relaciones de largo plazo.

De otro lado, el estudio analizará la dinámica de las variables de infraestructura y producción con el objeto de medir cuáles son los efectos de innovaciones en la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento



económico, cuantificar la duración de los efectos dentro de un horizonte temporal determinado, y evaluar si efectivamente los efectos *crowding out* o *crowding in* son relevantes tanto en el corto como en el largo plazo.

La presente investigación ha sido dividida en dos partes. En la primera se presenta el marco conceptual para comprender qué significa infraestructura, así como bajo qué tipo de contexto económico los servicios públicos son producidos y provistos. De otro lado, se presenta una exposición sobre qué tipo de relación puede existir entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento económico en los países en desarrollo. Finalmente, se presenta el estado de la cuestión sobre el tema de investigación y se describe brevemente la situación de los sectores de infraestructura en el Perú comprendidos en el estudio.



En la segunda parte se presenta el modelo teórico y la metodología econométrica que permite analizar los datos de series de tiempo del caso peruano para discernir si es que existen relaciones de largo plazo entre las variables de infraestructura eléctrica y el crecimiento. Esta parte culmina mostrando los resultados del análisis de series de tiempo. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación.



Con los resultados de este estudio se espera contribuir al debate sobre la relación entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento económico, así como sentar bases para el futuro diseño de políticas en los próximos años respecto a los temas de concesiones e inversión pública y privada en el sector eléctrico peruano.



2. Marco Conceptual de la relación entre la Infraestructura y el Crecimiento Económico

2.1. Una definición de Infraestructura

El término “infraestructura” fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial por los estrategas militares para indicar un amplio rango de elementos de la logística de guerra. Poco tiempo después, los economistas investigadores en temas de desarrollo comenzaron a usar el término como sinónimo de capital básico (*overhead capital*). Sin embargo, no ha existido consenso en las investigaciones respecto a una definición única de este término.

La literatura económica de la década de 1950 enfatizó su análisis en el proceso de industrialización de los países en desarrollo, definiendo para ello los elementos que serían incluidos bajo la definición de infraestructura económica de servicios públicos. De acuerdo a Ahmed y Donovan (1992), Arthur Lewis incluyó a las instalaciones de las empresas de servicios públicos (public utilities), los puertos y las instalaciones de las empresas de saneamiento y de energía eléctrica en su definición de infraestructura. Benjamín Higgins incluyó a los hospitales, las escuelas, las carreteras y caminos, y Albert Hirschman consideró las leyes, el orden público, las escuelas y universidades, los servicios de salud pública, las comunicaciones, el transporte, la energía eléctrica y el saneamiento. Con el reconocimiento creciente del rol de la agricultura en el desarrollo económico, la literatura de la década de 1960 extendió la lista para incluir la investigación agronómica, los servicios de extensión agropecuaria, las instituciones financieras, las obras de irrigación y drenaje, etc.



De otro lado, el Banco Mundial en su Informe sobre el Desarrollo Mundial de 1994, define a la infraestructura de servicios públicos como todo aquel capital tanto público como privado destinado a la producción de un tipo especial de prestaciones como la telefonía, el saneamiento, la generación de energía eléctrica, el transporte terrestre y ferroviario, irrigaciones, entre otros servicios. Una definición más adecuada del término es la realizada por Reinikka y Svensson (1999), los cuales definen a la infraestructura como aquel capital complementario que ofrece los servicios de soporte necesarios para la operación de las actividades privadas. En este sentido, la infraestructura vendría a ser un factor complementario al capital privado. Ejemplos de infraestructura para los autores son los caminos, ferrocarriles, puertos, y las utilidades públicas (*utilities*) como los servicios de energía eléctrica, el saneamiento y las telecomunicaciones.



En los países en vías de desarrollo la infraestructura es típicamente provista por el sector público, aunque en ciertos casos las empresas privadas pueden sustituir deficientes servicios públicos invirtiendo en este tipo de capital (por ejemplo, realizando inversiones en generación eléctrica). Sin embargo, algunos tipos de infraestructura como las carreteras o ferrocarriles, no pueden ser fácilmente sustituidos (Reinikka y Svensson; 1999: 5).



2.2. Características de las industrias que operan la infraestructura

Los cambios en la manera cómo la infraestructura ha sido percibida por los investigadores económicos a lo largo de los años claramente refleja las variaciones en los roles estratégicos que aquel elemento ha desempeñado en el desarrollo de los países del tercer mundo. Por tal motivo, resulta necesario comprender qué diferencia a la infraestructura de otras estructuras





económicas, así como identificar qué características peculiares implica su administración y operación. Un aporte para la comprensión de las características de las industrias que operan la infraestructura fue realizado por Hirschman (1973 [1958]) mediante la distinción entre “capital directamente productivo” (capital privado) y “capital en infraestructura”. El autor establece cuatro características que debe cumplir todo tipo de servicio que es abastecido por empresas que operan la infraestructura:

- Los servicios públicos son provistos en todos los países por agencias públicas o por entidades privadas sujetas a control público. Tales servicios son brindados sin costo alguno o con tarifas reguladas.
- Los servicios son indispensables para que se realice una amplia variedad de actividades económicas.
- Los sectores que operan la infraestructura producen servicios de carácter no transable, por lo cual no es posible importar los servicios públicos.
- La provisión de los servicios demanda la realización de inversiones de carácter específico e irrecuperable (es decir implica la presencia de costos hundidos).

En esta línea de análisis, Vásquez (2002) señala once particularidades asociadas a las industrias de servicios públicos que operan la infraestructura:



- Las industrias de servicios públicos son de naturaleza multiproductora.
- La producción de servicios públicos está sujeta a la presencia de economías de escala, de diversificación y de densidad.
- La producción de los servicios públicos, en muchos casos, no es almacenable.
- Los servicios públicos son de consumo masivo y, por lo tanto, su provisión es altamente politizable por grupos de interés.
- La demanda por servicios públicos es creciente a lo largo del tiempo.
- La infraestructura de servicios públicos demanda la realización de grandes inversiones altamente específicas e irrecuperables que generan costos hundidos, especialmente en las redes fijas de provisión de los servicios.
- La producción de servicios públicos está sujeta a restricciones o limitaciones en la capacidad de provisión (lo que genera externalidades de congestión).
- El uso de los servicios públicos provoca, en muchos casos, la generación de externalidades (por ejemplo externalidades de red y de llamada).



- Las industrias de servicios públicos presentan segmentos relevantes de monopolio natural.
- La infraestructura genera complejas relaciones de integración vertical en las empresas operadoras. La infraestructura ocasiona externalidades negativas sobre el medio ambiente.
- Muchos servicios provistos a partir de la infraestructura están sometidos a un proceso constante de innovación tecnológica (como el caso de las telecomunicaciones).

Como puede notarse, las industrias que operan la infraestructura son complejas y enfrentan diversas fallas de mercado, lo cual motiva que la intervención del Estado en aquellas, ya sea mediante la gestión pública o la regulación económica sobre empresas concesionadas, sea importante⁶.

Cabe destacar que Hirschman (1973 [1958]) señala que todo el conjunto de aquellas instalaciones y facilidades relacionadas con el transporte, las telecomunicaciones y la energía eléctrica constituye la infraestructura básica que tiene un país (*core infrastructure*). En efecto, este tipo de infraestructura es la base para dar soporte al desarrollo de la mayoría de actividades económicas y son motivo de esta investigación. Además, las restricciones impuestas por el subdesarrollo de muchos otros elementos centrales de una economía pueden ser mitigadas, al menos en parte, con la provisión de infraestructura de transporte, energía y comunicaciones.

⁶. Véase Gallardo (2000) y Vásquez (2002) para mayores detalles sobre las industrias de servicios públicos.





Tras presentar brevemente las definiciones de los términos clave de esta investigación, a continuación se procede a realizar una discusión sobre cómo es que el crecimiento económico puede estar relacionado con la infraestructura de servicios públicos. Posteriormente se plantea el estado de la cuestión y se describe la situación de las industrias de infraestructura en el Perú.

2.3. Los vínculos entre la Infraestructura y el Crecimiento

Según la evidencia internacional, la infraestructura de servicios públicos constituye el soporte de toda actividad económica. De acuerdo al Banco Mundial (1994), las tablas de insumo-producto de diversos países en vías de desarrollo muestran que, por ejemplo, la infraestructura de telecomunicaciones y la de energía eléctrica son empleadas en los procesos de producción de casi todos los sectores y que el transporte es un insumo esencial para la comercialización de los productos. El sector privado en estos países exige servicios de infraestructura no sólo para su consumo directo, sino también para aumentar su productividad mediante la reducción del esfuerzo y tiempo que son necesarios para la producción y la distribución de sus bienes.

En ese sentido, la existencia de infraestructura de servicios públicos en una economía genera una serie de externalidades para el desarrollo de las actividades privadas dado que se constituye en un conjunto de activos públicos que generalmente afectan las decisiones de producción y consumo de las empresas y los hogares sin que medien mecanismos de mercado. Así, por ejemplo, los negocios privados requieren una red de carreteras en buen estado, sistemas de comunicaciones modernos, y fuentes de energía estables



para desarrollarse satisfactoriamente. Las actividades privadas no se llevarían a cabo adecuadamente si es que la infraestructura no fuera provista, ya sea por el sector público o privado de manera eficiente, evitando la duplicación y desperdicio de recursos escasos.

En teoría, el incremento de la capacidad productiva potencial de una economía se da a través del suministro de una mayor cantidad de infraestructura, lo cual provoca que las estructuras de costos de las empresas se vean afectadas como consecuencia de las externalidades generadas por la aglomeración y concentración de la infraestructura existente en zonas donde la demanda efectiva por servicios públicos es importante (Albala-Bertrand y Mamatzakis; 2001, Fujita y Krugman; 1999). Es así que cuando una empresa privada utiliza la infraestructura de servicios públicos, la productividad de dicha firma crece porque ésta combina su propio capital con la infraestructura existente, hecho que provoca la reducción de sus costos unitarios.

Es por esta razón que la expansión de la infraestructura eleva el rendimiento interno de los proyectos⁷ que las empresas privadas llevan a cabo, lo cual incrementa la rentabilidad de las inversiones del sector privado (Reinikka y Svensson; 1999). Esta situación genera mayores incentivos para que el sector privado realice inversiones, lo cual llevará a un incremento en el

⁷. La Eficiencia Marginal del Capital es un concepto que utilizó Keynes (1971 [1936]) para referirse al Rendimiento Interno del Capital o a la Tasa Interna de Retorno de las inversiones. El concepto tuvo su origen en el trabajo de Irving Fischer *The Rate of Interest* de 1907. Según Blaug, la Eficiencia Marginal del Capital “es la tasa de descuento que maximiza el valor presente neto de una inversión, igualando el valor presente de la serie de ingresos esperados con el valor presente del costo total de reposición de la inversión. En suma, es la tasa de descuento que maximiza el valor presente de los ingresos menos los costos” (2001 [1978]: 574).

crecimiento. De esta manera puede sostenerse, en base a lo discutido, que tanto el capital en infraestructura como el capital privado resultan ser complementarios más que rivales.

De otra parte, la reducción de los costos de transacción y de transporte para la empresa privada como consecuencia de la provisión de infraestructura conlleva a mejoras en la eficiencia del sector privado en conjunto a través de la determinación de precios relativos transparentes, lo cual genera, en términos agregados, un empleo más eficiente de los recursos que ocasiona incrementos en la producción⁸. Puede deducirse que existe una conexión entre el gasto en infraestructura y el crecimiento por el hecho que la expansión de la infraestructura estimulará la inversión privada en capital, sea nacional o extranjera, al generar las condiciones apropiadas de mercado para el desarrollo de los negocios y empresas privadas en un país.

En resumen y en base a lo discutido en esta sección, puede sostenerse que existen principalmente dos canales por los cuales se establecen vínculos entre el crecimiento y la infraestructura:

- Canal 1: la expansión de la infraestructura genera aumentos en la capacidad productiva potencial de una economía.

⁸. La reducción de los costos para un determinado nivel de producción, (asumiendo que los precios de los factores se mantienen constantes) representa un incremento de la productividad de las empresas privadas. Sin embargo, estas disminuciones de costos pueden ser resultado de diversos cambios en la eficiencia incluyendo no sólo cambios técnicos, sino también diferentes tipos de efectos de escala. Tales efectos pueden acrecentarse a partir de rigideces en los mercados de factores, de economías internas de escala provenientes de la tecnología de las firmas individuales o de economías externas (externalidades) provenientes, por ejemplo, de la infraestructura de servicios públicos.

- Canal 2: el incremento de la infraestructura genera cambios en precios relativos dado que se generan condiciones para el funcionamiento de los mercados de manera más eficiente.

Sin embargo, si tanto el sector privado como el sector que provee la infraestructura (que puede estar bajo la administración estatal o bajo régimen privado vía una concesión administrativa o privatización) compiten por un mismo conjunto de recursos, un incremento en el gasto en infraestructura podría generar un efecto negativo en el corto o en el largo plazo vía la reducción en los niveles de inversión privada al provocar un efecto conocido como *crowding out* (es decir, la inversión en infraestructura agota los recursos disponibles desplazando a la inversión en capital privado)⁹. Caso contrario, si la competencia por el conjunto de recursos no es intensiva entonces el efecto *crowding in* (o incentivos para la inversión privada ante las mejoras en eficiencia) de la inversión en infraestructura superaría al *crowding out*.

La posibilidad de ocurrencia de estos efectos sugirió la idea que la relación entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento era una de tipo no lineal, lo cual implica que para determinado valor umbral de la razón capital en infraestructura–capital privado, la relación entre infraestructura y crecimiento se revierte. De esta forma, para niveles bajos de dotación en infraestructura en relación al capital privado, la relación entre el incremento de la infraestructura y el crecimiento es positiva (efecto *crowding in*) mientras que para niveles de infraestructura en relación al capital privado

⁹. Véase Reinikka y Svensson (1999) para una discusión microeconómica sobre cómo la inversión en infraestructura por parte de operadores privados puede generar el efecto *crowding out* respecto a la inversión en capital privado.



por encima del umbral, la relación revierte a una negativa (efecto *crowding out*).

Según Aschauer (1997b), mientras que el nivel de infraestructura se incrementa, su efecto marginal sobre el crecimiento económico tenderá a ser nulo a medida que la razón capital en infraestructura/capital privado se acerque al valor umbral si se mantiene constante el capital privado. Aschauer (1997a, 1997b) ha evaluado empíricamente esta hipótesis para el caso de la economía norteamericana encontrando evidencia de este tipo de relación. En este contexto, se esperaría que en las economías en desarrollo, en donde existe una baja dotación de infraestructura en comparación a economías desarrolladas¹⁰, el efecto de la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento sea positivo.



Frente a esta controversia, en los últimos tiempos se han realizado numerosas investigaciones orientadas a calcular la productividad de las inversiones en infraestructura. Diversos estudios, analizando series temporales, han buscado indicios sobre los vínculos entre el gasto agregado en infraestructura y el crecimiento del PBI, hallando que la infraestructura presenta rendimientos muy elevados. Algunos estudios comparativos entre países señalan que existe una correlación positiva y significativa entre las variables de infraestructura y el crecimiento en los países en desarrollo.



Tanto en uno como en otro tipo de estudio, queda sin demostrar manifiestamente si es la inversión en infraestructura la que causa el crecimiento o si es éste último factor el que provoca las inversiones en esos

¹⁰. Véase Fay (2001) para una muestra de la evidencia internacional respecto a este tema.



sectores¹¹. De esta manera, ni los análisis de series de tiempo ni los estudios comparativos han explicado de manera satisfactoria los mecanismos por medio de los cuales la infraestructura pueda influir en el crecimiento (Alexander y Estuche; 2000).

Lo que sí resulta evidente es que existe una fuerte asociación entre la disponibilidad de cierta infraestructura (telecomunicaciones, energía eléctrica y carreteras pavimentadas, ferrocarriles, etc.) y el PBI per cápita en los países en desarrollo. Datos correspondientes a 1990 indican que, mientras que el capital total de infraestructura aumenta en 1% con cada incremento de 1% del PBI per cápita, el acceso de las familias y empresas a las carreteras pavimentadas, la energía eléctrica y las telecomunicaciones aumentan, respectivamente, en 0.8%, 1.5% y 1.7% (Banco Mundial; 1994). Esta evidencia sugiere que la infraestructura de servicios públicos tiene, en potencia, beneficios importantes que ofrecer en términos de crecimiento económico, pero aquella no constituye una base para recomendar los niveles apropiados o las asignaciones sectoriales de las inversiones en países en desarrollo.

En vista de lo discutido, la existencia de infraestructura es una condición necesaria para que haya crecimiento económico, por lo que es preciso que existan complementos adecuados de otros mecanismos para alcanzar un mejor desempeño económico a partir de los sectores de servicios públicos. La repercusión de las inversiones en infraestructura en el crecimiento depende también de la oportunidad con que se realicen los incrementos en

¹¹. Los resultados del análisis de correlación entre los indicadores de producción e infraestructura pueden ser espurios si se comprueba que estas variables son no estacionarias de acuerdo a Granger y Newbold (1974).



la capacidad y del desequilibrio existente entre la oferta y la demanda de servicios públicos.

De otro lado, la intervención estatal en los sectores de infraestructura puede afectar su relación con el crecimiento económico. El gasto público en construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura puede ser un instrumento importante de la política económica de un país para proporcionar estímulo en épocas de recesión. Siempre que la calidad y la eficiencia en función de los costos no se vean amenazadas, los procedimientos de desarrollo de la infraestructura basados en el uso de mano de obra pueden ser también mecanismos útiles para lograr el crecimiento económico con gran intensidad de empleo.

Sin embargo, al tomar decisiones relativas al gasto público en infraestructura, los responsables de las políticas con frecuencia no tienen en cuenta que los efectos de sus decisiones van más allá del futuro inmediato, por lo que muchos gobiernos se han visto tentados a reducir el gasto en infraestructura para destinarlos a usos políticos o al pago de la deuda externa (Banco Mundial; 1994).

Además, cuando el gasto público en infraestructura no se asigna con prudencia, puede desplazar inversiones más productivas en otros sectores (*crowding out*). Al mismo tiempo, crisis fiscales de corta duración han llevado a menudo a recortes desproporcionados de los gastos en infraestructura, sacrificando con ello un impulso importante a la reanudación del crecimiento tras el ajuste. Cuando los países en desarrollo enfrentan crisis económicas, los gastos en infraestructura son los primeros que se suprimen, a menudo seguidos de cerca por los gastos de explotación





y mantenimiento. A pesar de los costos económicos de largo plazo que se producen por cortar radicalmente los gastos en infraestructura, a los gobiernos les resulta menos costoso, desde el punto de vista político, hacer eso que reducir el empleo o los salarios públicos¹².

Para concluir esta discusión, puede decirse que las inversiones en infraestructura de servicios públicos en los países en desarrollo son necesarias para generar aumentos sostenidos del crecimiento económico a través de la expansión de la capacidad productiva de un país o a través de la mejora en la eficiencia económica mediante la transparencia de los precios relativos. Además, el efecto económico del gasto en infraestructura varía no sólo según el sector, sino también de acuerdo con su diseño, ubicación y oportunidad, por lo que la eficacia de las inversiones en infraestructura depende de características como su calidad, su fiabilidad, su cantidad, así como del hecho que la oferta de servicios públicos corresponda exactamente con la demanda. Una vez planteados los posibles vínculos entre infraestructura y crecimiento, a continuación se realiza una breve presentación del estado de la cuestión en el cual se enmarca la presente investigación.

3. Revisión de la Literatura

La relación entre crecimiento e infraestructura económica ha llamado el interés de muchas generaciones de investigadores en diversos países del mundo. Un primer exponente de esta literatura que ha podido identificarse es Adolph Wagner, un economista que ejerció una presencia influyente

¹². Estudios del Banco Mundial (1994) sobre los procesos de ajuste en los países en desarrollo han revelado que, frecuentemente, las reducciones de los gastos no salariales de explotación y mantenimiento llevarán consigo un notable deterioro de los servicios de infraestructura.



dentro del campo de las Finanzas Públicas en la economía alemana a fines del siglo XIX. El autor formuló lo que se conoce como la Ley de Crecimiento de los Gastos del Estado dando una serie de razones para explicar el desarrollo de la actividad estatal en las economías en vías de industrialización. El que haya conservado un lugar en la historia obedece a que fue el primer autor en tratar de demostrar empíricamente sus afirmaciones.

Wagner (1983 [1883]) expuso sus ideas a lo largo de sus escritos durante más de cincuenta años. Una síntesis de su pensamiento puede presentarse como sigue: a medida que aumenta el ingreso per cápita en los países en vías de desarrollo, el Estado aumenta su participación en el Producto Bruto. El autor dio tres razones para explicar este fenómeno. En primer lugar, se produce un aumento de las funciones administrativas y protectoras del Estado con la consecuente sustitución de la actividad privada por la pública. Asimismo, sostuvo que el aumento de la densidad poblacional y la urbanización son causales del aumento del gasto público debido a la necesidad de expandir la cobertura de los servicios públicos. En segundo lugar, Wagner manifestó que se aumentan los gastos culturales y de bienestar, especialmente los relativos a educación y redistribución de la renta. Las razones que dio en este aspecto no fueron muy claras pero el resultado podría interpretarse en el sentido que estos bienes son superiores y, por lo tanto, su elasticidad con respecto al ingreso es mayor a la unidad.

Por último, Wagner sugirió que el aumento de la industrialización y la construcción de infraestructura de los servicios públicos daría lugar a la aparición de grandes monopolios que requerirían la presencia del Estado para su regulación económica o bien para hacerse cargo de ellos. El ejemplo

que dio fue el de los ferrocarriles, señalando que los grandes capitales que requería el financiamiento de las inversiones vinculadas a ellos solamente podían llevarse a cabo a través del Estado. De esta manera, la inversión pública en infraestructura económica, en la lógica de Wagner, se constituye también en un factor necesario para promover el crecimiento en economías en vías de desarrollo.

Luego de la Segunda Guerra Mundial, a mediados del siglo pasado, Samuelson (1954), Tiebout (1956), Hirschman (1973 [1958]) y Musgrave (1967) retoman la línea de investigación iniciada por Wagner señalando la importancia de activos como la infraestructura de servicios públicos para fomentar el desarrollo económico en un contexto donde la participación estatal en la actividad económica fue predominante en muchos países del orbe. La definición de la naturaleza económica de los bienes públicos, la formación de su demanda agregada y su provisión eficiente desde el punto de vista social son resultados de estas contribuciones.

Pero es en los años ochenta donde la literatura sufrió una notable expansión debido a dos factores principales. En primer lugar, la caída del crecimiento económico y la productividad de los Estados Unidos en la década de 1980 originaron una serie de debates en la comunidad de investigadores de ese país. Muchos de ellos asociaron la recesión¹³ con la contracción de las inversiones estatales en infraestructura pública como caminos pavimentados, centrales eléctricas, servicios de saneamiento, facilidades para el uso del gas, etc. (Aschauer; 1989, Munnell; 1992). El argumento que dio soporte a esta conjetura fue que la infraestructura pública en Estados

¹³. Según Aschauer (1998), la tasa de crecimiento de Estados Unidos cayó de 5.4% promedio anual en la década de 1960 a 1.5% a fines de la década de 1980.

Unidos fue insuficiente para dar servicios de soporte al crecimiento de la industria en un contexto de expansión de la demanda agregada. Esta situación fue conocida como la “Crisis de la Infraestructura”, la cual provocó grandes discusiones de política en la década de 1980 (Aschauer; 1998).

En segundo lugar, los trabajos en el campo de la Teoría del Crecimiento Endógeno iniciados a mediados de la década de 1980 por Romer (1986) impulsaron la investigación sobre el posible efecto que puede ocasionar la inversión en activos tales como el capital humano, el capital en infraestructura, etc. sobre el crecimiento a través de la generación de externalidades positivas en la producción y en el consumo que incrementan la productividad del capital físico en el largo plazo.

3.1. Literatura Reciente

A pesar de esta corriente de investigación, los modelos convencionales de crecimiento propuestos en la literatura generalmente han ignorado el posible efecto que provoca la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento. Si fuera el caso que la provisión de infraestructura económica incrementa la productividad de los países, entonces el efecto del gasto en infraestructura debería ser modelado separadamente para calcular tales efectos. Como señala Erenburg (1994):

If both, the public and private sector are competing for the same resources for private and public investment projects, current public investment could result in a decline in time, the existing public capital stock, used as an input, may crowd in private investment spending. Modelling private

investment decisions in this manner is an attempt to determine both how and what extent private investment decisions are affected by public infrastructure decisions (Erenburg; 1994: 20).

En esta línea de investigación, Aschauer (1989) y Barro (1990) resultan ser los estudios más citados en la literatura puesto que fueron aquellos que utilizaron un enfoque científico moderno para el análisis de las relaciones entre infraestructura y crecimiento. A través de la estimación de una función agregada de producción, Aschauer (1989) muestra evidencia empírica de la significancia del capital público (*core infrastructure*) sobre la productividad y el crecimiento económico para el caso norteamericano¹⁴. Barro (1990), basado en el trabajo pionero de Romer (1986), utiliza un modelo de crecimiento endógeno para sostener que el gasto público en infraestructura tiene un efecto causal positivo directo sobre el crecimiento económico y el bienestar.

3.2. Investigaciones Relevantes

Luego de estos trabajos iniciales, numerosos estudios empleando información de países a nivel nacional e internacional han encontrado evidencia sobre lo importante que es la infraestructura para estimular el crecimiento económico. Por ejemplo, usando datos de sección cruzada, Easterly y Rebelo (1993) y Yamarik (2000) encontraron un efecto positivo de la inversión en transporte sobre el crecimiento. Canning, Fay y Perotti (1994) hallaron un impacto positivo de la infraestructura telefónica sobre el crecimiento económico para diversos países de Latinoamérica, y Sánchez-

¹⁴. Wylie (1996), en una línea similar de investigación a la de Aschauer (1989), ha encontrado evidencia de un efecto significativo del gasto en infraestructura sobre el crecimiento económico en Canadá.

Robles (1998) encontró efectos positivos significativos de la infraestructura de generación eléctrica y de teléfonos sobre el crecimiento.

Canning (1999), empleando datos de panel para varios países, encontró que existen indicios para sostener que la infraestructura económica tiene repercusiones considerables sobre el crecimiento. Bernand y García (1997) realizaron una evaluación de los impactos de la infraestructura económica (básicamente transporte) sobre el crecimiento económico para el caso de algunos países desarrollados y del tercer mundo. Empleando un simple modelo de crecimiento endógeno, los autores hallaron que la infraestructura tiene repercusiones considerables sobre el crecimiento, siempre y cuando existan procesos de financiamiento adecuado para tales inversiones.

En contraste, Holtz-Eaking y Schwartz (1994), y García-Mila, McGuire y Porter (1996) sugieren que hay poca evidencia de un efecto significativo de la infraestructura sobre el crecimiento del producto empleando datos de panel a nivel de estados federales para el caso norteamericano, particularmente cuando se incluyen efectos fijos.

Para el caso latinoamericano, existen pocos estudios a nivel agregado respecto al tema de infraestructura y crecimiento. Puede mencionarse un estudio realizado por Albaba-Bertrand y Mamatzakis (2001) para el caso chileno, el cual evalúa el efecto de la infraestructura de servicios públicos sobre la estructura de costos y la productividad de la economía chilena antes y después de las reformas neoliberales. Estimando una función de costo translogarítmica, ambos autores encontraron que la infraestructura ha provocado incrementos en la productividad significativos durante el período ex-post a las reformas.



En resumen, como puede apreciarse, los estudios especializados se han centrado principalmente en el análisis empírico más que en el estudio de las consideraciones teóricas sobre la relación entre infraestructura económica y crecimiento. Sin embargo, en los últimos años, investigaciones teóricas y empíricas realizadas por Aschauer (1997a, 1997b), Canning y Pedroni (1999), y otros autores han establecido bases teóricas sobre la existencia de una relación causal entre la infraestructura de servicios públicos y la capacidad de una economía para crecer.

Antes de continuar con el análisis sobre la relación entre infraestructura y crecimiento, es necesario presentar cuál es el estado de la infraestructura eléctrica en el Perú con el propósito de contextualizar la investigación en el análisis de la realidad peruana.



4. Evolución Sector Eléctrico en el Perú



4.1. Desempeño del sector 1970-2000

A fines de la década de 1960, la inversión pública en infraestructura eléctrica en el Perú (incluyendo gobierno central y empresas públicas) era escasa. Esta situación cambió con la llegada al poder del gobierno de las Fuerzas Armadas que en 1969 promovió una política de reformas en la que jugaba un rol importante la acción del Estado. Ya en 1975 la inversión pública bordeaba el 8,6% del PBI, correspondiéndole el 5,8% a las empresas públicas y el 2,8% restante al gobierno central (Campodónico; 1999). A mediados de la década de 1970 y a comienzos de los años 80 el sector energético en el Perú fue la principal palanca de la inversión estatal. Al hablar del sector energético se hace referencia fundamentalmente a dos subsectores: el subsector petróleo y el subsector electricidad, pues el resto



(carbón y gas natural) tenían una participación pequeña de la oferta energética del país y, por tanto, en la inversión pública.

Según Campodónico (1999), durante el transcurso de los años comprendidos entre 1970 y 1995 las inversiones en el sector eléctrico atraviesan seis períodos bien diferenciados (ver el Cuadro N° 4.1). En el primero de ellos (1972-1979) se produce un importante crecimiento de la potencia instalada con una adición promedio de 114 MW anuales y una tasa de crecimiento del 5,7% anual. Las inversiones realizadas por ELECTROPERU (empresa estatal encargada de la administración del sector eléctrico) ascendieron, en promedio, a US\$ 180 millones constantes anuales de 1995, lo que representó el 0,52% del PBI.

Cuadro N° 4.1
Indicadores Relevantes de la evolución del sector eléctrico, 1970-1995

	1970-1979	1980-1985	1980-1989	1986-1990	1990-1993	1994-1995
Inversiones en US\$ Millones de 1995, promedios anuales por período	178.6	656	490	222.2	96.4	30.6
Inversiones, %PBI promedio anual por período	0.52	1.74	1.29	0.57	0.24	0.05
Adición promedio de potencia anual en MW						
ELECTROPERU	85	88	75	45	49	106
Autoproductores	29	8	18	1	-13	0
Variación Porcentual de la Potencial Instalada						
ELECTROPERU	73	4.6	3.5	2.1	2.2	7.1
Autoproductores	3.5	0.8	1.7	0.1	-1.3	0

Fuente: Campodónico (1999).

Durante el período 1980-1985, se puede percibir un marcado crecimiento de la inversión pública en energía, la cual se elevó a 1.74% del PBI en 1983. La caída de la inversión estatal a través ELECTROPERU comienza en el



tercer período (1986-1990). En este período, las inversiones en energía eléctrica pierden dinamismo por lo cual disminuyeron hasta US\$ 222 millones constantes de 1995, lo que representa sólo el 0,57% del PBI. Lo mismo sucede con la adición de capacidad promedio anual, que disminuye a 46 MW anuales promedio, lo que significa una tasa de crecimiento del 1,4%. Debe destacarse, adicionalmente, la reducción de la potencia eléctrica instalada de los autoprodutores, debido a que, en muchos casos, sus necesidades de energía fueron provistas por ELECTROPERU.

Para 1990, la situación del sector eléctrico en el Perú era difícil. El coeficiente de electrificación a nivel nacional en dicha fecha no llegaba a 53%, existiendo inclusive ciertos departamentos del país en donde la cobertura del servicio público no llegaba ni siquiera al 10%. De otro lado, a finales de los ochenta, el consumo per cápita anual de energía eléctrica era de tan solo 350 Kwh. por habitante y la potencia instalada per cápita apenas llegaba a 0.19 Kw/hab. Estos valores colocaban al Perú en el grupo de países de menor desarrollo de la región (COPRI; 2000).

La carencia de oferta eléctrica imperante en el país (que no llegó a satisfacer más del 30% de la demanda en 1990), la sensación de inseguridad que generaba el terrorismo a través de la destrucción cotidiana de la infraestructura eléctrica mediante todo tipo de atentados, y el deficitario mantenimiento brindado por la administración pública a la infraestructura del sector, producto de la inestabilidad política, explicaban la discontinuidad y los severos racionamientos en la provisión del servicio de electricidad (Sánchez; 2000). Bajo este contexto, es a partir de la década de 1990 que comienza la implementación de las Reformas Estructurales, orientadas a reducir el protagonismo estatal, incluyendo el establecimiento



de una nueva ley para el sector eléctrico que permite e incentiva la inversión privada, así como la privatización de las empresas públicas, entre ellas, ELECTROPERU.

En el cuarto período, entre los años 1990-1995, continúa la tendencia anterior, apreciándose dos regímenes. El primero abarca los años 1990 a 1993, en los cuales se definen los nuevos objetivos para el sector eléctrico, que se plasman en la nueva Ley de Concesiones Eléctricas de 1992 (Ley N° 25844) y en los planes de privatización del conjunto del sector, que se cristalizan en 1993. En ese sub-período, se realizan algunas inversiones, sobretudo en centrales térmicas cercanas a Lima para disminuir los embates de la violencia terrorista. Lo mismo sucede con la adición promedio y con la tasa de crecimiento de la potencia instalada. En 1994 comienza la privatización de las empresas distribuidoras y, en 1995, de las empresas generadoras, proceso que continúa a la fecha.

Las Reformas Estructurales llevadas a cabo en el sector, pese a lo dificultoso de su implementación, lograron reestablecer el balance energético y permitieron prever un incremento constante en los niveles de demanda mediante compromisos de inversión y la instalación de nuevas centrales de generación por iniciativa privada. El proceso ha continuado, consolidándose progresivamente el esquema de competencia y un sistema de precios libres y regulados en función a criterios de costos marginales y de eficiencia. De otro lado, se está alcanzando una mejora significativa en la calidad del servicio e incrementos paulatinos en los niveles de atención y trato a los usuarios¹⁵.

¹⁵. Luego de las reformas iniciales en el sector eléctrico se constituyó el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG) como ente público descentralizado encargado de



A comienzos del año 2000, el sector eléctrico peruano desempeña un papel importante en la economía nacional. A fines del siglo pasado, según datos del OSINERG (2001) el sistema eléctrico cubrió cerca del 15% del total de necesidades energéticas del país, y el sector generó aproximadamente el 2.14% del PBI.

En el año 2000, las empresas del sector pertenecientes al SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional) arrojaron ingresos por alrededor de US\$ 1,826 millones, a partir de las actividades de generación, transmisión, y distribución. En el mismo año, se atendieron 3.2 millones de clientes (libres y regulados), y se proveyó del servicio a aproximadamente 18.7 millones de habitantes (73.5% de cobertura).

4.2. Déficit de Infraestructura Eléctrica

A pesar de las mejoras ocurridas en el sector eléctrico durante la década pasada, la situación energética del Perú aún se encuentra rezagada respecto a los demás países de Latinoamérica. A fines del año 2001 la potencia eléctrica instalada total alcanzó 6,070 MW. De toda esa potencia, sólo el 47% correspondió a generación hidráulica y el 53% restante a generación de fuentes térmicas. De otra parte, en relación a su descomposición según el tipo de servicio, el 85% de la capacidad instalada se destinó a la generación para el servicio público de electricidad y el 15% restante al uso propio, es decir, para uso interno de los auto-productores (OSINERG; 2001).

supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas de las actividades que desarrollan las empresas en los subsectores de electricidad e hidrocarburos, así como el cumplimiento de las normas legales y técnicas referidas a la conservación y protección del medio ambiente. Inició efectivamente el ejercicio de sus funciones el 15 de octubre de 1997. Mediante la Ley N° 27332, el OSINERG asumió también las funciones de regulación que hasta esa fecha venía desarrollando la antigua Comisión de Tarifas de Energía (CTE), creándose la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART).



Durante el transcurso de la década pasada la potencia eléctrica instalada ha aumentado en 1,926 MW, lo que implica un incremento promedio de 192.7 MW adicionales de potencia por año. El Cuadro N° 4.2 hace un paralelo comparativo entre la capacidad instalada de Chile y Perú. A Diciembre del año 2000, Chile presentaba 10,045 MW de capacidad instalada en su Sistema Interconectado. Al igual que en el caso peruano, y debido a la menor disponibilidad del recurso hídrico, en Chile la fuente de energía predominante es la térmica (60%).

Cuadro N° 4.2
Perú vs Chile: Potencia Eléctrica en el año 2000

Sistema	PERÚ			CHILE		
	Hidráulica	Térmica	Total	Hidráulica	Térmica	Total
Sist. Interconectados	2,207	2,224	4,431	4,039	5,925	9,964
Sist. Aislados	153	986	1,139	4	77	81
Total	2,360	3,210	5,570	4,043	6,002	10,045

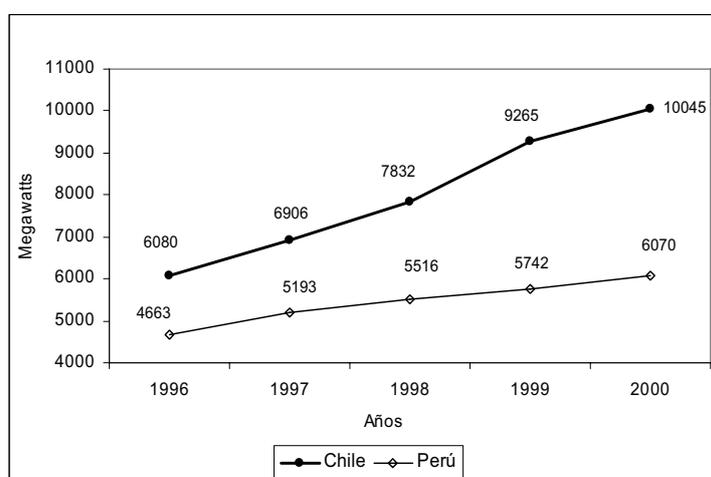
Fuente: SEC-Chile (2000) y DGE-Perú (2000).

En el año 2000 Chile contaba con 1.65 veces la potencia eléctrica instalada del Perú. En términos poblacionales, la capacidad instalada por habitante en Chile fue casi tres veces que la peruana, registrando 0.66 kW por cada habitante en el primer caso, mientras que Perú no superaba los 0.24 kW.

Es interesante ver la evolución, seguida por el nivel de potencia eléctrica instalada de ambos países en los últimos años. Si bien estos países siguen una tendencia creciente, en el caso chileno el crecimiento de la capacidad instalada en el año 2000 fue de 8%, mientras que en el Perú creció solo 5%. Asimismo, en 5 años (de 1996 al 2000), la capacidad instalada de Chile se

incrementó en 65% mientras que en el Perú creció únicamente un 30% (véase Gráfico N° 4.1).

Gráfico N° 4.1
Potencia Eléctrica Instalada, 1996-2000



Fuente: OTERG-MINEM-Perú (2000), CNE-Chile (2000).

El Instituto Peruano de Economía (IPE; 2002) realizó una estimación preliminar del déficit de inversión en infraestructura eléctrica para alcanzar niveles de electrificación acordes con el contexto latinoamericano¹⁶. Los montos mínimos requeridos para aumentar la cobertura del servicio público

¹⁶. “La estimación de la brecha de inversión en infraestructura para el sector eléctrico ha considerado fundamentalmente tres aspectos. En primer lugar, se tiene por objetivo incrementar la cobertura del servicio público de electricidad del 75% registrado en el 2001, hasta los niveles presentados por Chile a dicho año (96%). En segundo lugar, se ha considerado la expansión de la infraestructura de transmisión, dadas las necesidades de nuevas líneas, y el reforzamiento de algunas existentes debido a la mayor demanda en la zona centro-norte, fundamentalmente por parte de la actividad minera. Por último, se ha planteado un crecimiento adicional de la capacidad de generación ante diversos escenarios de crecimiento para la producción de energía per cápita” (IPE 2002: 81).

de electricidad y para hacer frente a las necesidades más urgentes de expansión de la infraestructura de transmisión eléctrica han sido estimados, de manera independiente del planteamiento de escenarios, en US\$ 1,100 millones y US\$ 303 millones, respectivamente.

De otra parte, según las estimaciones del estudio, se requerirían inversiones por aproximadamente US\$ 3,059 millones en diez años para tener una capacidad instalada de generación que permita alcanzar una producción per cápita de electricidad que llegue al 50% de la producción por habitante promedio sudamericano del año 2000. De esta manera, el requerimiento de inversión total en el sector electricidad llegaría, según el estudio, a US\$ 4,462 millones aproximadamente (véase el Cuadro N° 4.3).

Cuadro N° 4.3
Estimación de los requerimientos de inversión en el
Sector Eléctrico peruano¹

Aspecto	Situación Actual	Esperado	Diferencial	Costo Unit. Aprox. (US\$ miles)	Costo Total (US\$ miles)
Cobertura					1,100,655
Al 2005	75%	90% (al 2005)	15 puntos	49,663	744,945
Al 2011		96% (al 2011)	6 puntos	59,285	355,710
Transmisión					
Líneas de AT	12,815 Km.	14,280 Km.	1,465 Km.1	200	302,700
Generación					3,059.00
Hidráulica	2,853 MW	4,668 MW	1,815 MW	1,000	1,815,000
Térmica	3,217 MW	5,705 MW	2,488 MW	500	1,244,000
TOTAL					4,462,355

1/ Corresponden a líneas simples de 220 kV. La inversión total corresponde a la considerada por el Plan Referencial del Ministerio de Energía y Minas para el período 2001–2010. El escenario para el cálculo de la brecha considera un incremento de la demanda tal que la producción per cápita al 2011 iguale al 50% del promedio regional sudamericano actual. Fuente: IPE (2002).

Las estimaciones presentadas en este estudio deben observarse con cuidado y teniendo en cuenta que son solamente montos referenciales aproximados, dado que la metodología utilizada para calcular el déficit de inversión depende de diversos escenarios hipotéticos sobre el comportamiento de la demanda de electricidad que pueden resultar poco plausibles si se tiene en cuenta que la máxima demanda de electricidad no supera en el Perú a la oferta¹⁷.

El ejercicio de comparación (*benchmarking*) del sector eléctrico peruano con el de otras realidades puede resultar no apropiado, dada la difícil y accidentada geografía peruana que dificulta una expansión adecuada de la cobertura del servicio eléctrico, situación que no se presenta por ejemplo en el caso de Chile, que cuenta con una geografía menos agreste. Por ello, establecer como meta de electrificación la tasa que Chile poseía en el año 2001 (96%) puede resultar inapropiado para estimar el déficit de infraestructura eléctrica en el Perú.

El entorno geográfico puede determinar que sea óptima la electrificación de zonas rurales con sistemas no convencionales de generación (módulos fotovoltaicos, baterías, etc), debido a los pocos incentivos que tiene el sector privado para expandir las redes de transmisión y distribución en esas zonas frente a la escasa demanda de electricidad en áreas rurales. De esta manera, el objetivo de alcanzar una cobertura del 96% con sistemas convencionales podría ser un objetivo no factible, por lo que las metas de electrificación establecidas en el estudio podrían inducir a una sobreestimación del monto

¹⁷. Véase De la Cruz y García (2002) para mayores detalles sobre la problemática de la generación eléctrica en el Perú.

de inversión total (principalmente en los segmentos de transmisión y distribución eléctrica).

Además, el estudio efectúa la proyección de las inversiones para aumentar la capacidad de generación en base al planteamiento de escenarios poco plausibles, a la realización de supuestos fuertes sobre la relación capacidad instalada - energía producida, así como a la suposición de porcentajes arbitrarios de participación de las tecnologías de generación hidráulica, térmica a gas natural y térmica a diesel 2.

Lo conveniente hubiera sido que estas proyecciones se realizaran a partir de un modelo de despacho hidrotérmico, el cual permite evaluar la combinación óptima de tecnologías de generación eléctrica (es decir, aquella que minimiza los costos de generación), de acuerdo a la relación entre los costos fijos y marginales de las diferentes tecnologías y la curva de duración anual que representa la demanda de energía del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

Con esta metodología hubiera sido posible determinar los cambios de los porcentajes óptimos de participación de las diferentes tecnologías con la entrada de centrales a gas natural en función de los incrementos en la máxima demanda para cada período dentro del horizonte de proyección. Con estas simulaciones, se hubiera podido predecir la senda temporal (*time path*) de las inversiones en generación en función del crecimiento esperado del tamaño del mercado eléctrico peruano.

Como puede deducirse del párrafo anterior, una estimación del déficit de inversiones en infraestructura eléctrica adecuada hubiese demandado una



apropiada estimación de la demanda agregada de electricidad que permita definir los patrones de consumo¹⁸, así como la proyección de crecimiento de la máxima demanda de electricidad para cada período dentro del horizonte de proyección.

Esta información hubiera sido valiosa para definir un plan de inversiones en el segmento de generación que sea consistente con el objetivo de garantizar un despacho eléctrico acorde con el consumo incremental a lo largo del tiempo (inducido por el crecimiento poblacional y el crecimiento económico), así como para garantizar un margen de reserva adecuado para asegurar el abastecimiento de electricidad de manera oportuna en el largo plazo.

Además, el horizonte de predicción que se utiliza en el estudio (10 años) puede ser insuficiente para que la infraestructura del Perú llegue a los niveles de otros países (Chile, en particular). El marcado contraste económico entre la realidad chilena y la peruana¹⁹ dificulta que las metas de inversión planteadas en el documento puedan ser alcanzadas dentro del horizonte considerado en la estimación.

¹⁸. Puede consultarse Gallardo, Bendejú y Coronado (2004) para mayores detalles sobre la estimación de la demanda agregada de electricidad en el Perú.

¹⁹. El estudio no controla por las diferencias en el ingreso per cápita, los niveles de desigualdad económica, las dificultades para expandir las redes eléctricas en área rurales de características distintas entre ambas economías, entre otros factores.



4.3. Reflexión

El problema de la falta de inversión en la industria de generación eléctrica se podría explicar por el elevado nivel de incertidumbre que existe en la economía peruana²⁰. Desde el punto de vista privado, los inversionistas no sólo enfrentan el problema de la incertidumbre por la irreversibilidad de sus inversiones en infraestructura (debido a la existencia de costos hundidos) y la inestabilidad político-económica que ha atravesado el país, sino también enfrentan aspectos como el oportunismo político, el cual es particularmente importante cuando los servicios públicos son de consumo masivo. Ello ha generado un problema de credibilidad en las industrias de servicios públicos, el cual ha sido atenuado mediante diferentes mecanismos institucionales para resolver la incertidumbre (como la creación de agencias reguladoras autónomas, convenios de estabilidad, contratos ley y mecanismos de arbitraje).

Desde el punto de vista público, la existencia de un déficit fiscal elevado y la presión por el pago de la deuda externa ha generado el incremento de la incertidumbre sobre las posibilidades de sostenibilidad del Estado, el cual ha llevado a medidas de austeridad y de reducción de gasto en sectores como los de infraestructura.

²⁰. Véase Dixit y Pindyck (1994). De acuerdo a la teoría de la inversión como una opción, cuando se toman en cuenta importantes características que la inversión en infraestructura comparte con los productos financieros como la irreversibilidad de la decisión de invertir, la existencia de incertidumbre (debido a las distintas posibilidades para los beneficios futuros), y la posibilidad de diferir la decisión u opción de invertir, es necesario considerar como regla de decisión para realizar inversiones al valor actual neto esperado de los proyectos. En este contexto, puede ser más beneficioso para los inversionistas esperar a que algunas incertidumbres se resuelvan en los períodos futuros que llevar a cabo el proyecto en el período corriente, a pesar que este pueda presentar una rentabilidad positiva. Para mayores detalles de la problemática de la inversión en industrias de servicios públicos como el sector eléctrico, véase Gallardo, García y Pérez Reyes (2003).



En este contexto y en vista de la urgencia de recursos para realizar inversiones en infraestructura necesarias e incrementar la capacidad productiva y competitividad internacional del país, se hace indispensable discernir si es que efectivamente la realización de estas inversiones tendrá un efecto significativo sobre el crecimiento económico del país en el largo plazo. En vista de ello, el presente estudio, en las siguientes secciones, buscará dar cuenta de esta interrogante. En el siguiente capítulo se presenta el marco teórico para el análisis agregado de largo plazo de la relación entre crecimiento económico e infraestructura, señalando las ventajas y desventajas de su aplicación para el caso peruano.

5. Modelo de Crecimiento Endógeno

A partir de la Teoría del Crecimiento Endógeno y tomando como base los trabajos de Romer (1986), Barro (1990), Kocherlakota y Yi (1996) y Aschauer (1989; 1997a; 1998), se presenta un modelo a partir del cual se deriva una simple forma reducida que da cuenta de la relación entre el crecimiento del producto per cápita y los shocks provenientes del incremento de la infraestructura de servicios públicos. La aproximación que se utiliza en este documento para estimar la relación empírica entre el stock de infraestructura y el ingreso per cápita en términos agregados sigue los lineamientos planteados por Canning y Pedroni (1999), y posee dos importantes características:

- El modelo emplea medidas físicas de infraestructura como kilómetros de carreteras asfaltadas, capacidad de generación eléctrica en kilowatts y el número de líneas telefónicas instaladas. El empleo de medidas de infraestructura física puede ser una mejor



aproximación que usar estimaciones de los stocks de infraestructura a nivel nacional en base a las series agregadas de inversión. A pesar que las simples medidas físicas no corrigen el problema de la evaluación de la calidad del capital, Canning y Pedroni (1999) sostienen que las medidas monetarias de inversión en infraestructura pueden ser una pobre guía para cuantificar la cantidad total de infraestructura producida puesto que los precios para el capital en infraestructura, especialmente en muchos países en desarrollo, se hallan pobremente medidos (Pritchett; 1996).

- El modelo rescata la información proporcionada por las series de tiempo de la infraestructura y del PBI proveniente de su comportamiento no estacionario²¹. Tradicionalmente, el método para eliminar el problema de la no estacionariedad ha sido diferenciar este tipo de series, pero tal procedimiento ignora la posible existencia de una relación de largo plazo entre la infraestructura y el producto si es que las series se encuentran cointegradas. Aprovechando la información sobre el comportamiento de largo plazo de las series, Canning y Pedroni (1999) desarrollan una aproximación sencilla para evaluar la existencia de relaciones de largo plazo entre la tasa de expansión del stock de infraestructura y la tasa de crecimiento. Un problema central que surge en la evaluación de este tipo de nexos es dar cuenta de la dirección de la causalidad entre las variables, tanto en el corto como en el largo plazo. La metodología propuesta permite aislar los efectos de corto y largo plazo de los shocks provocados

²¹. Reciente evidencia respecto a este tema es mostrada por Lee, Pesaran y Smith (1997).

por los incrementos en la tasa de expansión de la infraestructura física.

A diferencia de los modelos neoclásicos de crecimiento tradicionales²² en donde los shocks provenientes del capital en infraestructura y del capital privado no tienen efectos de largo plazo sobre el PBI per cápita, el modelo presentado se caracteriza por ser uno de crecimiento endógeno (con rendimientos constantes sobre el capital) en donde, si el nivel del stock de infraestructura está por debajo de su nivel más eficiente (como sería el caso de los países en desarrollo²³), los shocks positivos provenientes del incremento de la infraestructura elevan el ingreso per cápita en el largo plazo. De lo contrario, si el stock de infraestructura se encuentra por encima de su nivel de provisión eficiente, se produce el efecto opuesto, generándose un impacto adverso por la reducción de la inversión en otros tipos de capital. En este contexto, el incremento de la infraestructura reduciría el nivel de ingreso per cápita en el largo plazo²⁴.

Por otro lado, la existencia de una relación de cointegración entre el PBI y el stock de infraestructura en términos per cápita significa que debe existir un mecanismo de corrección de errores²⁵ con al menos una de las dos variables ajustándose a su nivel de equilibrio de largo plazo. Una manera

²². En este tipo de modelos solamente el cambio técnico es el que induce el crecimiento económico. En ese sentido, los shocks provenientes del incremento del capital en infraestructura sólo tiene efectos transitorios sobre la tasa de crecimiento del PBI per cápita. Véase Barro y Sala-i-Martin (1995).

²³. Véase Canning (1999).

²⁴. Esta formulación permite dar cuenta de la relación no lineal entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento de acuerdo a lo que sostiene Aschauer (1997a, 1998).

²⁵. Véase el teorema de representación de Engle y Granger (1987).



natural de dar cuenta de tal relación podría ser a través de alguna fuerza exógena, tal como el progreso técnico, que conduzca el crecimiento económico de tal manera que la infraestructura responda a las variaciones en el nivel del PBI por medio de un mecanismo de demanda, es decir, a mayor sea la riqueza de la gente, mayor será la demanda por infraestructura para propósitos de consumo. Como el ejemplo ilustra, la existencia de una relación de cointegración, por sí misma, no necesariamente implica que la dirección de la causalidad vaya desde la infraestructura hacia el crecimiento del PBI per cápita en el largo plazo. La demanda por infraestructura, para propósitos de consumo e inversión, podría dar cuenta de la relación de cointegración de largo plazo existente entre las variables de interés como ya se ha mencionado anteriormente.

Sin embargo, la metodología propuesta por Canning y Pedroni (1999) permite realizar pruebas estadísticas para evaluar diversas hipótesis sobre la dirección de la relación de largo plazo, ya sea de manera unidireccional (desde el producto hacia la infraestructura mediante un mecanismo de demanda o desde la infraestructura hacia el producto por medio de un mecanismo de oferta) o bidireccional (donde es posible la existencia de una reversión en las relaciones o una relación simultánea entre ambas variables).

El hecho que el equilibrio de largo plazo entre las variables de infraestructura y producción pueda ser representado por una relación de cointegración permite evaluar las hipótesis mencionadas a través de una simple formulación bivariada utilizando datos para el caso peruano. De esta manera, es posible evaluar si el co-movimiento de las variables de infraestructura con el PBI meramente representa una reacción de las primeras ante el crecimiento económico, o si existe también un efecto





directo de las variables de infraestructura sobre el crecimiento en el largo plazo.

Una ventaja de esta aproximación es que permite evaluar las hipótesis mencionadas sin la necesidad de tener que estimar un modelo estructural complejo que dé cuenta del crecimiento económico²⁶. Esta característica puede ser particularmente útil frente a los hallazgos de otras investigaciones que encuentran una falta de robustez en los resultados de estudios de sección cruzada a nivel de países que emplean modelos estructurales complejos (Levine y Renelt; 1992). Planteadas las ventajas y desventajas de esta propuesta metodológica, se procede a especificar el modelo para evaluar la existencia de una relación de largo plazo entre las variables de infraestructura y el producto agregado. Este modelo, como se verá más adelante, resulta adecuado para estudiar la relación que existe entre la infraestructura de servicios públicos y el crecimiento económico en el caso peruano.

5.1. Especificación formal del modelo de series de tiempo

El modelo considera una economía en la cual la infraestructura de servicios públicos es usada en la producción de los bienes finales. A su vez, tal infraestructura es financiada mediante la canalización de inversiones que

²⁶. En realidad, la relación entre la infraestructura y crecimiento resulta ser más compleja que una sencilla función de producción. Por ejemplo, la nueva geografía económica (Krugman; 1991) establece que los costos de transporte, las economías de escala de las actividades económicas y los patrones de comercio son centrales para determinar el crecimiento. Sin embargo, para propósitos empíricos, es posible utilizar este modelo con el objetivo de evaluar hipótesis para una amplia variedad de marcos teóricos referentes al tema de investigación, como el enfoque de Aschauer (1997b) o Barro (1990), aprovechando la existencia de relaciones de cointegración, sin perder generalidad.

pueden destinarse a otros usos alternativos por medio de la tributación (en el caso que la infraestructura sea proveída por el sector público) o por medio de las decisiones del sector privado sobre la composición de sus inversiones²⁷.

Por otro lado, el modelo supone que el crecimiento económico es consecuencia de la acumulación de factores productivos que permite a una economía tomar ventaja de las oportunidades para incrementar su ingreso. Con el objetivo de identificar los determinantes de la acumulación de factores, es una práctica común comenzar especificando las oportunidades de producción a través de una función que incorpora los diversos factores productivos. Se asume que el producto agregado, en el período t , es producido empleando capital en infraestructura “F”, capital privado “K” y capital humano representado por la fuerza laboral “L” a través de una función tipo Cobb–Douglas²⁸ :

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta F_t^{1-\alpha-\beta} \quad (5.1)$$

A_t es la productividad total de factores en el período t . Por simplicidad, se asume que la tasa de ahorro es constante y que ambos tipos de capital se

²⁷. Esta especificación permite ampliar la aplicación de este modelo al caso de países en vías de desarrollo como el Perú, en donde la inversión en infraestructura proviene tanto del sector público como de los operadores privados sujetos a regímenes de concesión o privatización.

²⁸. Como sostiene Esfahani y Ramírez: “The Cobb–Douglas assumption is because this is the only functional form consistent with a steady–state growth in the presence of technological progress that is not exclusively labor augmenting. [...] Eicher and Turnvsky have further shown that unless the production function is Cobb–Douglas, the existence of a steady state with positive per capita growth in endogenous models requires stringent restrictions on the production function. Since there does not seem to be a definitive tendency for growth rates to be ever increasing or ever decreasing, it is reasonable to assume that the true production function can be approximated by a Cobb–Douglas one” (2003: 447).

deprecian totalmente en cada período. En el período siguiente la infraestructura es una proporción del ahorro total “ sY_t ”, de modo tal que la inversión en capital privado es determinada como sigue:

$$\begin{aligned} K_{t+1} &= (1 - \psi_t) s Y_t \\ F_{t+1} &= \psi_t s Y_t \end{aligned} \quad (5.2)$$

Para propósitos de la investigación es irrelevante si las decisiones sobre cuánto invertir en infraestructura son hechas por el sector público financiada por los impuestos, o si tales inversiones son hechas por el sector privado mediante la reasignación de sus inversiones realizadas en otros sectores o por medio del cobro de tarifas. Si las decisiones de inversión son hechas por el sector privado, en un entorno competitivo, se presupone que éstas se realizarán eficientemente. Sin embargo, la presencia de poder monopólico o externalidades en la provisión de la infraestructura podría causar decisiones de inversión ineficientes (véase Gallardo, García y Pérez-Reyes; 2003).

Reemplazando (5.2) en (5.1) se obtiene que:

$$\left(\frac{Y}{L}\right)_{t+1} = A_{t+1} s^{\alpha+\beta} (1 - \psi_t)^\alpha \psi_t^\beta \left(\frac{Y}{L}\right)_t^{\alpha+\beta} \left(\frac{L_t}{L_{t+1}}\right)^{\alpha+\beta} \quad (5.3)$$

Para completar el modelo es necesario describir la evolución del progreso técnico A_t , la proporción de la inversión destinada a la infraestructura ψ y el tamaño de la fuerza laboral L_t . Se asume que cada una de estas variables es determinada por un proceso estocástico exógeno. De esta forma, A_t adoptaría el siguiente comportamiento:

$$A_t = A_0 e^{\rho t + \varepsilon_t} \quad (5.4)$$

Tomando logaritmos a la expresión (5.4) se obtiene que:

$$a_t = a_0 + \rho t + \varepsilon_t \quad (5.5)$$

donde $\varepsilon_t = \delta \varepsilon_{t-1} + w_t$ para $0 \leq \delta \leq 1$ y w_t es una variable aleatoria estacionaria idéntica e independientemente distribuida $iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$. De esta manera, el progreso técnico depende de una constante a_0 , de una tasa de crecimiento tendencial ρ y de un término aleatorio que es estacionario si $\delta < 1$ y no estacionario si $\delta = 1$.

De otra parte, se asume que la proporción de la inversión destinada a la infraestructura es: $\psi_t = \psi_0 + \mu_t$ donde μ_t es una variable aleatoria $iid(0, \sigma_\mu^2)$. Finalmente, se supone que la tasa de crecimiento de la población esta dada por:

$$\log\left(\frac{L_{t+1}}{L_t}\right) = n_0 + n_{t+1} \quad (5.6)$$

donde n_t es una variable aleatoria $iid(0, \sigma_n^2)$. Bajo estos supuestos y reemplazando (5.5) y (5.6) en (5.3), se puede re-escribir esta última expresión como una ecuación en diferencias de la siguiente manera:

$$Y_{t+1} = b_t + (\alpha + \beta)y_t + \xi_{t+1} \quad (5.7)$$

donde:

$$b_t = a_0 + \rho t + (\alpha + \beta)(\log(s) - \eta_0) \quad (5.8)$$

$$\xi_{t+1} = \varepsilon_{t+1} + \alpha \log(1 - \psi_0 - \mu_t) + \beta \log(\psi_0 + \mu_t) - (\alpha + \beta)n_{t+1} \quad (5.9)$$

Nótese que todos los términos aleatorios en (5.9) son estacionarios, excepto posiblemente el componente de la productividad, ε_{t+1} . De acuerdo a esta ecuación, el proceso para y_t contiene una raíz unitaria si $\delta=1$ y $\alpha+\beta < 1$, o si $\delta < 1$ y $\alpha+\beta = 1$. Se requiere entonces que uno de estos dos mecanismos opere para explicar el comportamiento persistente del PBI per cápita observado en los datos.

De manera similar, el proceso para la formación de la infraestructura puede escribirse en logaritmos per cápita de la siguiente forma:

$$f_{t+1} = \psi_0 + \log(s) + y_t + \mu_t^* \quad (5.10)$$

donde $\mu_t^* = \mu_t - \eta_{t+1}$. Esta ecuación puede describirse como sigue:

$$f_{t+1} - \psi_0 - \log(s) - y_{t+1} = -\Delta y_{t+1} + \mu_t^* \quad (5.11)$$

Si y_t tiene una raíz unitaria, Δy_t es estacionaria así como lo es el error aleatorio μ_t^* en la relación. En este caso, tanto “f” como “y” se encuentran cointegrados, desde que existe una combinación lineal de las variables que produce un término estacionario (Granger; 1981). Por tanto, existe la

posibilidad que los shocks provenientes de la infraestructura μ_t^* tengan un efecto permanente sobre el nivel de ingreso y el crecimiento.

Además, el signo de este efecto permanente puede ser positivo o negativo dependiendo de si ψ_0 ha sido fijado por encima o por debajo del nivel que maximiza el crecimiento. Nótese que el crecimiento esperado es optimizado cuando la proporción promedio de las inversiones que se destinan a la infraestructura es fijada en el nivel ψ^* que maximiza el valor esperado de:

$$\alpha \log(1 - \psi_0 - \mu_t) + \beta \log(\psi_0 + \mu_t) \quad (5.12)$$

En general, esto depende de la distribución de los errores. Sin embargo, asumiendo un contexto sin shocks estocásticos, fijando $\psi^* = \beta / (\alpha + \beta)$ se maximiza la tasa de crecimiento como demuestra Barro (1990)²⁹.

5.2. Proposición Teórica

Es posible resumir, a partir del sistema de ecuaciones conformado por (5.7) y (5.11), las hipótesis que se deducen del modelo en una proposición³⁰ basada en el comportamiento de los parámetros:

Proposición 1

²⁹. Esta condición en el modelo de Barro (1990) determina también el nivel de infraestructura que optimiza el bienestar general. No obstante, en presencia de shocks, el incremento en el crecimiento esperado puede también incrementar la volatilidad en la tasa de crecimiento. En este contexto, si los agentes son adversos al riesgo, optimizar el crecimiento económico esperado no necesariamente maximizaría el bienestar (Canning y Pedroni; 1999).

³⁰. La demostración formal de esta proposición puede apreciarse en Canning y Pedroni (1999) y en Vásquez (2003), Anexo 1, sección A1.2.1.

1. Si sucede que $\delta=1$ y $\alpha+\beta<1$, o si $\delta<1$ y $\alpha+\beta=1$, entonces el logaritmo del producto per cápita y_t tanto como el logaritmo de la infraestructura per cápita f_t presentarán un comportamiento no estacionario de primer orden. También existirá un vector de cointegración tal que alguna combinación lineal de (f_t, y_t) será estacionaria. De otro lado, los shocks en la productividad (tecnológicos) tendrán un efecto positivo de largo plazo sobre y_t .
2. Si solamente ocurre que $\delta=1$ y $\alpha+\beta<1$, se cumple 1 y los shocks provenientes de la infraestructura per cápita (μ_t^*) no tendrán un efecto de largo plazo sobre y_t .
3. Si solamente ocurre que $\delta<1$ y $\alpha+\beta=1$, se cumple 1 y los shocks provenientes de la infraestructura per cápita (μ_t^*) tendrán un efecto de largo plazo no nulo sobre el ingreso per cápita, y_t . Para pequeños shocks de infraestructura, el signo de este efecto será positivo si $\psi_o < \psi^*$, y negativo si $\psi_o > \psi^*$.

Como puede apreciarse, la Proposición 1.2 es consistente con las predicciones del modelo neoclásico que establece que los shocks de infraestructura no tienen ningún efecto de largo plazo sobre el crecimiento. En contraste, la Proposición 1.3 es consistente con las predicciones de un modelo de crecimiento endógeno, el cual establece que los shocks positivos provenientes de la variable infraestructura incrementan el PBI per cápita en el largo plazo y, por tanto, el crecimiento económico cuando $\psi_o < \psi^*$. En caso contrario, estos shocks reducen el ingreso per cápita cuando $\psi_o > \psi^*$.

Debe señalarse que estos resultados corresponden a pequeñas innovaciones en la infraestructura, puesto que grandes incrementos podrían mover el sistema muy cerca del nivel óptimo de inversión.

Con estos resultados y a partir de la ecuación de cointegración (5.11) es posible plantear una forma reducida del modelo donde se analice la relación entre las variables de infraestructura y producción en un marco de análisis bivariado para evaluar cuál de las versiones del modelo (de crecimiento neoclásico o endógeno) describe mejor los datos observados.

Habiendo discutido los detalles teóricos referentes a los vínculos entre la infraestructura de servicios públicos y el crecimiento económico, en la siguiente sección se realiza una discusión sobre las fuentes estadísticas que son necesarias para las pruebas econométricas posteriores, así como se detallan brevemente los problemas con los datos disponibles. Luego, se presentará la metodología de validación empírica de las hipótesis presentadas en esta sección, la cual será aplicada, posteriormente, para evaluar las relaciones de largo plazo entre la infraestructura eléctrica y el crecimiento económico en el Perú.

6. Base de Datos y Metodología

6.1. Descripción de la Base de Datos

La presente investigación requiere, con el propósito de realizar las pruebas estadísticas detalladas en las próximas secciones, la utilización de series de tiempo para evaluar la existencia de relaciones estables de largo plazo entre



el stock de infraestructura y el crecimiento económico agregado, así como para evaluar la existencia de algún tipo de causalidad entre estas variables.

Un problema recurrente que es mencionado en la literatura especializada es la falta de estadísticas confiables sobre indicadores de infraestructura. En el Perú existen pocas fuentes de información disponibles que puedan consultarse para recopilar información sobre estos indicadores. No obstante, ha sido posible acceder a datos de series de tiempo a partir de los Compendios Estadísticos del INEI y de la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos, las memorias de OSINERG, las estadísticas del Ministerio de Transportes, así como aquella recopilada en los Anuarios Estadísticos del antiguo Ministerio de Hacienda y Comercio, y el Ministerio de Fomento y Obras Públicas³¹. Una fuente secundaria de datos de series de tiempo a la que se ha podido tener acceso es la base de datos elaborada por Canning (1999) que contiene información sobre stock de infraestructura pública para 132 países (incluido el Perú).

El marcado énfasis en las medidas físicas se debe a los problemas que se presentan cuando se utilizan datos de inversión para estimar el capital en infraestructura. En primer lugar, es difícil compatibilizar los precios de los distintos tipos de capital en infraestructura debido a las diferencias en el grado de eficiencia y desempeño de los diversos sectores de servicios públicos.³² En segundo lugar, cómo señala Canning (1999), si se deseara

³¹. Estas últimas fuentes estadísticas han sido recopiladas, luego de un minucioso trabajo de revisión de documentos en la Biblioteca Nacional del Perú durante los primeros meses del año 2002.

³². Véase Pritchett (1996). Como señala Canning (1999), puesto que sólo es posible utilizar variables de infraestructura medidas en cantidades dada la ausencia de información estadística





construir estimados del stock de capital en infraestructura en un punto del tiempo determinado a partir de datos de inversión, sería necesario emplear la técnica del inventario perpetuo, la cual puede introducir sesgos sistemáticos en los datos estimados.

Teniendo en consideración estos argumentos y empleando las fuentes de información mencionadas, se ha elaborado, en primer lugar, una base de datos que contiene series de tiempo anuales sobre el stock de infraestructura eléctrica así como datos de producción, exportaciones, gasto fiscal, etc. para el período comprendido entre los años 1940 y 2000, con la cual es posible llevar a cabo una detallada investigación sobre las propiedades y relaciones estadísticas entre las series. Adicionalmente, la información ha sido verificada mediante el cruce de datos entre diferentes fuentes para reconciliar posibles diferencias en la recopilación de los datos debido a redefiniciones de las unidades de medida o cambios en la cobertura. Un problema con el método de medición del stock de infraestructura es que no se pueden corregir las series por las características y la calidad de los servicios que se prestan mediante la infraestructura provista. Con dificultad, sólo se ha podido tener acceso a indicadores de calidad para años recientes, lo cual impide, para efectos de la investigación, realizar controles por este factor para todo el período de análisis.

Las series de stocks en infraestructura presentan usualmente un comportamiento lento y estable, por lo que es posible utilizar algún tipo de interpolación o imputación para completar las observaciones omitidas en

sobre los precios de estos stocks, no es posible diseñar un modelo completo que explique las relaciones entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos.





algunas series. Dado que las brechas son cortas y escasas, se procedió a completar las series que presentaron datos omitidos mediante el método de interpolación lineal en logaritmos, asumiendo un crecimiento exponencial de la variable para aquellos períodos con observaciones omitidas³³.

El indicador de infraestructura eléctrica seleccionado fue la capacidad instalada de generación eléctrica medida en megawatts de potencia³⁴ para los años comprendidos entre 1940 y 2000. La serie de tiempo de esta variable se encuentra completa entre los años 1950 y 2000. Para la década de 1940 se pudieron hallar algunas observaciones con las cuales se pudo proyectar la capacidad instalada utilizando el índice del sector eléctrico calculado por Seminario y Beltrán (1998)³⁵. Se consideró un período de estudio relativamente largo con el objetivo de analizar las relaciones de este indicador con el crecimiento, captando los ciclos de largo plazo del PBI. La evolución de este indicador se presenta en el Gráfico N° 6.1 y su relación con el PBI puede apreciarse en el Gráfico N° 6.2

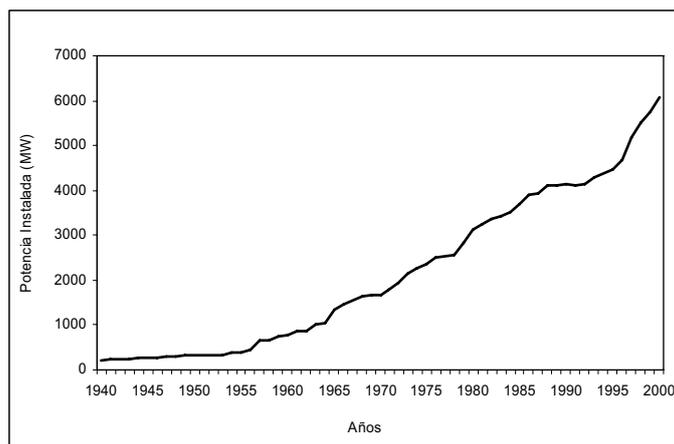
³³. Como un ejercicio exploratorio inicial, se utilizó el método de imputaciones aleatorias como alternativa para solucionar los problemas de observaciones omitidas utilizando el programa AMELIA propuesto por King et al. (2001). El procedimiento asume, para realizar las imputaciones, que la base de datos presenta una distribución normal multivariada y genera una serie de simulaciones aleatorias de la misma base, empleando un esquema de retardos distribuidos, para completar las observaciones omitidas. Sin embargo, los resultados de las imputaciones no guardaron consistencia con los datos de las series en logaritmos y no fueron superiores a los obtenidos por el método de interpolaciones puesto que no se pudo verificar que los datos se hallaran normalmente distribuidos según la prueba de Jarque-Bera.

³⁴ La potencia mide el flujo de electrones que pasa por un conductor en un instante determinado del tiempo, el cual generalmente se mide en kilowatts (KW), megawatts (MW) o gigawatts (GW). De acuerdo a este concepto, la potencia mide la intensidad de la electricidad en un momento del tiempo.

³⁵. Téngase en consideración que los datos de potencia eléctrica instalada no toman en cuenta la extensión del sistema de distribución eléctrica.

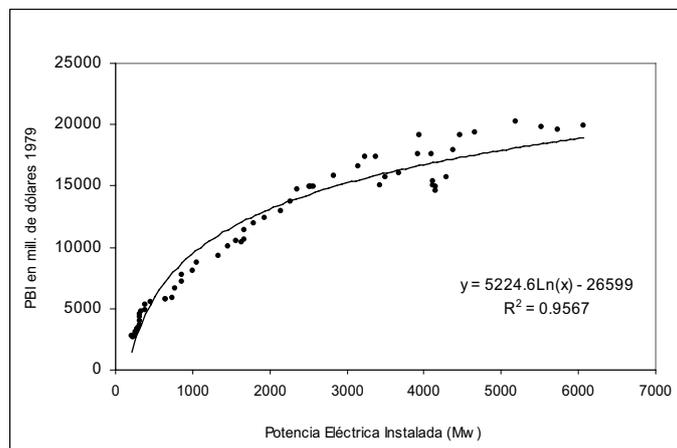


Gráfico N° 6.1
Evolución de la Potencia Eléctrica Instalada en el Perú, 1940-2000



Fuente: Anuarios Estadísticos del Ministerio de Hacienda, Compendios Estadísticos INEI, varios números.

Gráfico N° 6.2
Relación entre el PBI y la infraestructura eléctrica, 1940-2000



Fuente: Anuarios Estadísticos del Ministerio de Hacienda, Compendios Estadísticos INEI, varios números.

Observando el Gráfico N° 6.1, pueden identificarse básicamente cuatro períodos de evolución bien marcados. El primer período comprende los gobiernos de Prado, Bustamante y Rivero, y Odría entre los años 1940 y 1958, en donde no se observan cambios significativos en el indicador de infraestructura, lo cual pone en evidencia que las inversiones en el sector eléctrico no fueron considerables.

En el segundo período, que abarca los años de 1960 hasta 1980 y que comprende los gobiernos de Belaúnde, Velasco y Morales Bermúdez, se observa una gran expansión de la infraestructura eléctrica debido a las fuertes inversiones efectuadas en el sector eléctrico en esos años, lo cual permitió la entrada en operación de centrales como Centromín-Perú, Yaupi y El Mantaro.

Durante el tercer período, que comprende el segundo gobierno de Belaúnde y el gobierno de García entre los años de 1980 y 1990, se observa un estancamiento en el crecimiento de la infraestructura eléctrica, hecho que se pudo deber, en primer lugar, a la crisis de la deuda de 1982 que limitó las fuentes de financiamiento externo para América Latina; en segundo lugar a la crisis fiscal e hiperinflacionaria de aquel entonces, la cual impidió que el Estado (el cual, a través de un conjunto de empresas públicas operaba y gestionaba la provisión de servicios públicos) pudiera destinar recursos para el mantenimiento de la infraestructura ya existente y para la expansión de la cobertura de los servicios públicos, tanto en zonas rurales como en áreas urbanas y, en tercer lugar, al terrorismo el cual infringió daños severos sobre la infraestructura a través de múltiples atentados en el interior del país.

Finalmente, en la última etapa, que comprende el gobierno de Fujimori entre los años 1990 y 2000, se puede apreciar que hay un crecimiento abrupto y marcado de la infraestructura eléctrica, el cual puede explicarse por la implementación de las reformas estructurales. Dichas reformas llevaron al cambio de régimen en la administración de los servicios públicos promovido por el Estado a través de un extenso programa de concesiones y privatizaciones.

En resumen, puede decirse, a partir del análisis preliminar de los datos, que la evolución del indicador de infraestructura eléctrica no ha sido estable y ha estado marcado por grandes cambios, entre los cuales destacan las reformas estructurales en la década de 1990. Esta situación remarca el hecho que es necesario evaluar cuáles han sido los efectos de estas fluctuaciones o cambios de régimen sobre el crecimiento económico a lo largo de la muestra.

6.2. Metodología

A partir del modelo de crecimiento endógeno presentado en la Sección 5 es posible derivar un modelo econométrico que permita llevar a cabo pruebas estadísticas de las hipótesis planteadas al inicio de este documento para la economía peruana. En primer término, se realizarán pruebas de raíz unitaria para las series de infraestructura y producción empleando el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) con el propósito de verificar si es que tales series presentan un comportamiento no estacionario. La comprobación de la existencia de raíces unitarias en estas series constituiría una condición necesaria, según se deduce de la Proposición 1, para la existencia de relaciones de cointegración. Adicionalmente, se empleará la prueba de Zivot y Andrews (1992) con el propósito de evaluar la existencia de

posibles cambios estructurales en las series durante el período de análisis, los cuales podrían alterar los resultados de la prueba ADF.

En ausencia de cointegración, sería suficiente tomar las primeras diferencias de las series mencionadas para realizar la validación de las hipótesis empleando las variables transformadas. Sin embargo, en presencia de cointegración el método de diferenciación no permitirá capturar las relaciones de largo plazo presentes en los datos (Granger; 1981). En particular, la ecuación de cointegración (que refleja la relación de largo plazo entre las variables) a ser estimada sería la siguiente:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 f_t + e_t \quad (6.1)$$

donde y_t y f_t son el producto y el indicador de infraestructura respectivamente, ambos expresados en logaritmos per-cápita. La variable e_t representa el término de error estacionario y β_1 es la elasticidad-producto de largo plazo del indicador de infraestructura. Para verificar la existencia de una relación de cointegración se empleará el procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen y Juselius (1990)³⁶.

Una vez verificada la existencia de cointegración entre las variables de infraestructura y producto, se procederá a analizar las relaciones entre las variables. En particular, se evaluará si es que las innovaciones provenientes

³⁶. Los resultados esperados serían consistentes con las predicciones del modelo de crecimiento endógeno puesto que éste predice no estacionariedad en las variables y cointegración entre la infraestructura y el ingreso per cápita. Para mayores detalles sobre el método de cointegración véase Enders (1995) y Greene (2003).

de la infraestructura tienen un efecto permanente de largo plazo sobre el producto per cápita y se estimará el signo de tal efecto.

En primer término, desde que las series en estudio se presumen no estacionarias individualmente pero conjuntamente cointegradas, es posible representar, gracias al teorema de representación de Engle y Granger (1987), el comportamiento dinámico de las series a través de un modelo de tipo vector de corrección de errores (MVCE).

Esta metodología permite desarrollar un modelo estadístico sobre el comportamiento de las variables más que un modelo estructural teórico, lo cual resulta provechoso para la investigación ya que permite aproximarse a los datos sin la necesidad de establecer restricciones a priori. Para estimar el MVCE se utilizará un procedimiento en dos etapas. En el primer paso, se estimarán por máxima verosimilitud los vectores de cointegración utilizando el procedimiento de Johansen y Juselius (1990). En el segundo paso, se utilizará el vector estimado para construir el término de ajuste:

$$\hat{e}_t = y_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 f_t \quad (6.2)$$

y luego se estimará, mediante el método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR), el siguiente modelo MVCE bivariado ampliado:

$$\begin{aligned} \Delta f_t &= c_1 + \lambda_1 \hat{e}_{t-1} + \lambda_{11} D_h \hat{e}_{t-1} + \theta_1 D_h + \sum_{j=1}^p \phi_{1j} \Delta f_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{12j} \Delta y_{t-1} + \sum_{k=1}^K \rho_{1k} C_k + \varepsilon_{dt} \\ \Delta y_t &= c_2 + \lambda_2 \hat{e}_{t-1} + \lambda_{22} D_h \hat{e}_{t-1} + \theta_2 D_h + \sum_{j=1}^p \phi_{21j} \Delta f_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{22j} \Delta y_{t-1} + \sum_{k=1}^K \rho_{2k} C_k + \varepsilon_{0t} \end{aligned} \quad (6.3)$$

Al MVCE serán añadidas las siguientes variables de control: una variable ficticia que representa el posible cambio estructural en las relaciones dinámicas provocadas por la modificación del régimen de gestión de los sectores de infraestructura al pasar de un esquema de administración pública a uno privado durante la década de 1990³⁷ (D_h), y variables que permitan controlar por los ciclos de exportaciones y los ciclos fiscales (C_k)³⁸. En este contexto, ε_{ot} representa los shocks de oferta y ε_{dt} los shocks de demanda por infraestructura. DPBI y DTELECOM, DENER y DCAMIP son las tasas de crecimiento del PBI per cápita, de la infraestructura de telecomunicaciones, de la energía y de los caminos en términos per cápita, respectivamente.

La variable \hat{e}_{t-1} representa el término que corrige las desviaciones del equilibrio de las variables ante shocks en el sistema y el mecanismo de corrección de errores estima cómo es que estos desequilibrios causan que las variables se ajusten hacia el equilibrio para mantener la relación de largo plazo estable. El teorema de representación de Engle y Granger (1987) implica que, en primer lugar, al menos uno de los coeficientes de ajuste (λ_1 , λ_2) no deba ser cero si es que existe una relación de largo plazo entre las variables y, en segundo lugar, que al menos uno de los parámetros sea negativo para garantizar la convergencia al equilibrio de las variables.

De otro lado, el teorema de representación establece restricciones sobre la matriz de respuestas de largo plazo en la representación de medias móviles

³⁷. Un ejercicio similar para evaluar el impacto de las reformas estructurales en los sectores de infraestructura sobre los parámetros de ajuste de las variables de producción e infraestructura para el caso colombiano ha sido desarrollado por Esfahani y Ramírez (2000).

³⁸. Jiménez (1997) resalta la importancia de realizar controles a través de estas variables en estudios sobre crecimiento económico en el Perú.

del MVCE, es decir, se restringe la relación entre la matriz de respuestas de largo plazo y los coeficientes que reflejan la velocidad de ajuste al equilibrio (λ_1 , λ_2) en la representación MVCE. Sin embargo, es posible explotar estas dos piezas de información para evaluar la existencia y el signo de algún efecto de largo plazo que vaya desde la infraestructura hacia el producto per cápita. Los resultados de este análisis son presentados en una segunda proposición³⁹ a continuación:

Proposición 2

Dada la Proposición 1, se puede demostrar que:

1. El coeficiente λ_2 que viene a ser el término de ajuste al equilibrio de largo plazo rezagado dentro de la ecuación dinámica de corrección de errores para Δy es cero si las innovaciones del logaritmo per cápita de la infraestructura no tienen ningún efecto de largo plazo sobre el logaritmo per cápita del producto.
2. La razón de los coeficientes $-\lambda_2/\lambda_1$ tiene el mismo signo del efecto de largo plazo de las variaciones del logaritmo per cápita de la infraestructura sobre el logaritmo per cápita del producto.

Según esta proposición, es posible evaluar la hipótesis sobre la existencia de relaciones de largo plazo entre los diferentes stocks de infraestructura (telefonía, energía eléctrica y caminos asfaltados) y el crecimiento

³⁹. La demostración formal de esta proposición puede apreciarse en Vásquez (2003)-Anexo 1, sección A1.2.2.

económico realizando una prueba conjunta de restricciones (como el test de Wald) sobre los coeficientes de ajuste estimados del MVCE⁴⁰. De acuerdo a la Proposición 2, un prueba de significancia para λ_2 puede ser interpretado como una prueba para evaluar si es que las innovaciones provenientes de la infraestructura tienen un efecto de largo plazo sobre el producto per cápita en el caso peruano. Por otro lado, una prueba sobre la significancia del ratio $-\lambda_2/\lambda_1$ puede interpretarse como una prueba del signo del efecto de la infraestructura sobre el crecimiento⁴¹.

Explotando las relaciones de cointegración, por tanto, es posible resumir los efectos de largo plazo de las innovaciones en las variables de infraestructura en términos de los parámetros (λ_1, λ_2) y, de esa manera, verificar la validez de la Proposición 1 sin la necesidad de estimar un modelo estructural. Esta aproximación contrasta con el método de vectores autorregresivos (VAR), el cual requiere diferenciar todas las variables para que estas sean estacionarias. El problema de este método es que sólo permite evaluar la existencia del signo del efecto de corto plazo, pero no el signo del efecto de largo plazo.

⁴⁰. Debe señalarse que el uso del procedimiento de estimación en dos etapas así como el empleo del término de corrección estimado en vez del verdadero término no afecta las propiedades estadísticas de las estimaciones dada la superconsistencia de los estimadores en la relación de cointegración (Toda y Phillips 1992).

⁴¹. Nótese que la Proposición 2 no necesariamente se sostiene para un sistema MVCE general. La prueba de esta proposición recae principalmente en el teorema de representación de Engle y Granger (1987) y en las características específicas del modelo presentado en la Sección 5. Véase Vásquez (2003) - Anexo 1, sección A1.2.2 y en Canning y Pedroni (1999).

En suma, para poner a prueba las hipótesis planteadas, se emplearán pruebas de causalidad en el sentido de Granger (1969)⁴² y las pruebas de exogeneidad débil descritas líneas arriba sobre las variables del modelo⁴³. De esta forma, se llevará a cabo un contraste para evaluar si los coeficientes de los rezagos de los cambios en la infraestructura y los parámetros de ajuste de los términos de corrección de errores que explican las variaciones en el producto agregado per cápita son cero.

Si la infraestructura resulta ser exógena débil (es decir que $\lambda_1=0$ y $\lambda_2\neq 0$) existirá una relación de largo plazo que vaya desde la infraestructura hacia el crecimiento, y si los parámetros $\Phi_{(12)ij}$ (que reflejan la dinámica de corto plazo entre las variables) en la ecuación de la infraestructura son cero, la infraestructura será estadísticamente exógena al producto. Finalmente, es posible verificar si ha habido un cambio estructural significativo en las relaciones entre infraestructura y crecimiento provocado por la variación del régimen de administración de los servicios públicos realizando una prueba de significancia de los parámetros λ_{22} y θ_2 .

Por otro lado, para analizar la dinámica de corto plazo que conduce a las variables de interés, se estimarán las funciones de respuesta de la tasa de crecimiento del PBI per cápita ante innovaciones en la tasa de expansión de la infraestructura. Este tipo de análisis permite una conveniente

⁴² El concepto de “causalidad” en el sentido de Granger (1969) debe ser interpretado aquí con el limitado significado de que los movimientos pasados (los rezagos) de la tasa de expansión de la infraestructura contribuye a la predicción del crecimiento en el largo plazo. Si la “causalidad” es unidireccional, entonces, técnicamente los rezagos de la tasa de expansión de la infraestructura pueden ser usados para predecir el crecimiento.

⁴³ Para evaluar la existencia de relaciones estadísticas entre infraestructura y crecimiento se seguirán los lineamientos planteados por Engle, Hendry y Richard (1983).

representación de las sendas temporales (*time-paths*) de los efectos de corto plazo. También, se procederá a realizar el análisis de descomposición de la varianza para develar las relaciones de corto plazo entre las variables.

Adicionalmente, a partir del análisis de respuesta a impulsos, se calculará el tiempo de ajuste promedio que tardan las variables en alcanzar el 90% de su valor de equilibrio como medida de la duración de los efectos que generan los shocks de corto plazo de la infraestructura sobre la tasa de crecimiento⁴⁴. Finalmente se estimará la función de impulso-respuesta acumulada con el propósito de ilustrar el efecto de largo plazo de un shock de infraestructura sobre el crecimiento económico. En la siguiente sección se presentanj los resultados del análisis de series de tiempo obtenidos bajo la metodología presentada.

7. Resultados

7.1. Pruebas de Raíz Unitaria

Siguiendo la metodología de series de tiempo descrita en la sección anterior se procedió a analizar las relaciones de largo plazo entre el indicador de infraestructura eléctrica y PBI. En primer lugar, se calcularon las variables de control CICLOF y CICLOX, que representan los ciclos fiscales y de exportaciones (en términos per cápita), por medio de la eliminación de la tendencia de las series de gasto fiscal (FISCAL) y exportaciones (EXPORTA) utilizando el filtro univariado de Hodrick-Prescott. El Cuadro N° 7.1 presenta los resultados de las pruebas de raíz unitaria aplicadas a las variables de interés.

⁴⁴. Los procedimientos a ser desarrollados en esta parte están detallados en Hamilton (1994).

Las series en niveles ENERGIA, PBI, POBLACION, EXPORTA Y FISCAL presentan una raíz unitaria. Además, puede observarse que LENERP (logaritmo per cápita de la potencia instalada) presenta una raíz unitaria pero con deriva (*drift*) al no poder rechazar la presencia de una constante en la serie. LPBIP (logaritmo per cápita del PBI) presenta una raíz unitaria pura. Todas las series sin excepción presentan un comportamiento estacionario en primeras diferencias, salvo las variables CICLOF y CICLOX que son estacionarias en niveles.

Cuadro N° 7.1
Pruebas de Raíz Unitaria para las series analizadas

Variables	NIVELES						PRIMERAS DIFERENCIAS					
	Con tendencia			Sólo Constante			Con tendencia			Sólo Constante		
	ADF	Ho: Raíz unitaria, no tendencia	Rezago Optimo	ADF	Ho: Raíz unitaria, no constante	Rezago Optimo	ADF	Ho: Raíz unitaria, no tendencia	Rezago Optimo	ADF	Ho: Raíz unitaria, no constante	Rezago Optimo
ENERGIA	-0.748	4.825	1	2.697	8.737	1	-5.265	13.933	0	-4.045	8.274	0
PBI	-3.213	5.274	1	-0.238	2.468	1	-5.358	14.353	1	-5.378	14.467	0
POBLACION	-3.030	6.977	1	1.382	3.083	1	-11.071	3.862	0	-11.087	2.118	0
EXPORTA	-3.240	5.370	0	-0.406	1.842	0	-9.389	44.160	0	-9.444	44.616	0
FISCAL	-1.920	2.184	0	0.198	3.938	0	-7.126	25.395	0	-7.123	25.382	0
CICLO F	-6.104	18.680	2	-6.169	19.039	2	-7.907	31.305	3	-7.984	31.869	3
CICLO X	-6.876	23.646	0	-6.937	24.064	0	-10.201	52.257	0	-10.284	52.889	0
LENERP	-0.801	1.044	0	-1.395	10.516	0	-7.258	26.346	0	-7.260	10.513	0
LPBIP	-1.632	1.886	1	-1.989	2.218	1	-5.421	14.700	0	-5.272	13.900	0

Nota: los valores críticos al 1% de significancia para las pruebas con tendencia y constante son -4.118 y -3.546 respectivamente. Tomados de McKinnon (1996). Los valores críticos para las pruebas conjuntas de raíz unitaria sin tendencia y sin constante son 8.73 y 6.70 respectivamente. Tomados de McKinnon (1996). Las pruebas de hipótesis conjunta pierden validez si se rechaza la existencia de raíz unitaria.

Elaboración: Propia.

A pesar que las pruebas Dickey y Fuller (1979) verifican la existencia de un comportamiento no estacionario para LENERP y LPBIP, la prueba no es válida si es que las series son estacionarias con un cambio estructural en media o tendencia. De ser este el caso, evaluar la existencia de cointegración entre ambas series llevaría a cometer un error de especificación puesto que sólo se necesitaría utilizar variables ficticias de

quiebre estructural para corregir el problema. En ese sentido, no sería posible hallar alguna relación de cointegración.

Por tal motivo, se empleó la prueba de Zivot y Andrews (1992) para verificar que las series mencionadas presentan un comportamiento no estacionario puro⁴⁵. Los resultados de la prueba son presentados en el Cuadro N° 7.2. Puede apreciarse que los valores del estadístico “t” para cada caso no son significativos. Por tanto, es válida la hipótesis de la presencia de raíces unitarias en las series. Este resultado permite realizar las pruebas de cointegración para verificar la existencia de largo plazo entre las variables de interés sin cometer ningún error de especificación.

Cuadro N° 7.2
Prueba de Zivot y Andrews para las series analizadas

	T-Media	T-Tendencia	T-Serie
LENERP	-4.463	-3.738	-4.282
LPBIP	-3.183	-3.079	-2.956

Ho: Serie contiene Raíz unitaria. H1: Serie estacionaria con cambio estructural. Valores Críticos al 1% de significancia: -5.34, -4.93 y -5.57 para cambio en media, tendencia y la serie respectivamente.
Fuente: Las estimaciones realizadas.

⁴⁵. La prueba consiste en realizar regresiones consecutivas para calcular t-estadísticos de Dickey-Fuller secuencialmente, utilizando variables ficticias de cambio estructural para todos los posibles quiebres en media y tendencia. La verificación de la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria en la serie de interés se lleva a cabo comparando el mínimo estadístico “t” contra el valor crítico propuesto por Zivot y Andrews (1992) para cada tipo de quiebre supuesto (sea en tendencia, media o en ambos casos).

7.2. Resultados de la Prueba de Cointegración

Siguiendo la metodología planteada en la Sección 6.2, se procedió a evaluar la presencia de relaciones de largo plazo entre LENERP y LPBIP utilizando como variables de control CICLOX, CICLOF, una variable DUMMY que controla por el cambio en la gestión de la infraestructura y siete variables ficticias estacionales centradas (SEA) para controlar por los picos de los ciclos económicos utilizando el procedimiento de Johansen y Juselius (1990)⁴⁶. Los resultados de las pruebas de rango de cointegración *lambda trace* y *lambda max*, así como el vector de cointegración estimado se presentan en el Cuadro N° 7.3.

Cuadro N° 7.3
Resultados de la Prueba de Cointegración

INFRAESTRUCTURA ELECTRICA - PBI						
Valores Propios	Lambda Max	Lambda Trace	Ho: Número de Vectores	Tendencias Comunes (p-r)	Valores Críticos Max 95%	Valores Críticos Trace 95%
0.394	30.05	34.72	0	2	15.75	20.20
0.075	4.68 *	4.68 **	1	1	9.09	9.09

Vector Estimado: LPBIP - 0.134*LENERP - 6.840

* Se acepta la existencia de un vector de cointegración. ** Se acepta la existencia de al menos un vector de cointegración. Valores Críticos tomados de Enders (1995).
Fuente: Las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

De acuerdo al Cuadro N° 7.3 puede aceptarse como válida la presencia de un vector de cointegración, lo cual indica la existencia de una relación de

⁴⁶. Se utilizó para la prueba de cointegración inicialmente un conjunto de 8 rezagos pero al realizar una prueba de exclusión de siete rezagos, esta fue aceptada ($\chi^2(28) = 16.38$ con prob. 0.953). Por lo tanto el rezago óptimo requerido para la estimación es uno.

largo plazo entre las variables. La elasticidad-producto estimada de la infraestructura eléctrica es 0.134, cifra que es consistente con las estimaciones halladas en varios estudios internacionales (véase el Anexo N° 1). Para verificar la significancia de este parámetro, utilizamos la prueba de razón de verosimilitud imponiendo, sobre la matriz de vectores de cointegración, la restricción que el parámetro β_1 es igual a cero.

La prueba χ^2 permite rechazar esta hipótesis, por lo cual el parámetro resulta significativo⁴⁷. Adicionalmente, se realizó una prueba de razón de verosimilitud para evaluar la significancia del parámetro de ajuste. El test χ^2 también rechaza la hipótesis que el parámetro de ajuste es cero, con lo cual es posible aceptar la existencia de relaciones no divergentes del equilibrio de largo plazo⁴⁸.

En el Cuadro N° 7.4 se presentan las matrices de corto plazo de las variables de control utilizadas en la prueba de cointegración. Cabe destacar que tanto los ciclos fiscales como los ciclos de exportaciones son significativos para explicar la tasa de crecimiento del producto per cápita. Asimismo, existe evidencia de que el cambio de régimen público a privado ha generado un impacto positivo y significativo en las relaciones entre infraestructura eléctrica y crecimiento.

⁴⁷ $\chi^2(2) = 12.13$ con probabilidad 0.000.

⁴⁸ $\chi^2(2) = 9.24$ con probabilidad 0.011. Para mayores detalles sobre la lógica de estas pruebas puede consultarse Hamilton (1994).

Cuadro N° 7.4
Matrices de los Multiplicadores de Corto Plazo del Modelo de
Cointegración

Parámetros de las variables exógenas de control					
DUMMY	CICLOF	CICLOX			
0.043	0.034	-0.002			
0.033	0.224	0.116			
T-estadísticos					
2.174 **	0.206	-0.017			
2.12 **	1.725 *	1.619 *			
Parámetros de las variables ficticias de control estacional					
SEA(1)	SEA(2)	SEA(3)	SEA(4)	SEA(5)	SEA(6)
-0.018	0.002	0.019	0.024	0.004	-0.016
0.007	0.032	0.029	0.058	0.055	0.037
T-estadísticos					
-0.683	0.09	0.73	0.882	0.154	-0.623
0.352	1.547	1.417	2.717 **	2.638 **	1.802 *

Método de estimación: Procedimiento de Máxima Verosimilitud propuesto por Johansen y Juselius (1990).

** significativa al 5%, *significativa al 10%.

Fuente: Las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

7.3. Estimación del Modelo Vector de Corrección de Errores

Una vez verificada la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables analizadas y según lo establecido en la Sección 4, es posible escribir un modelo de corrección de errores para verificar las hipótesis planteadas en la Proposición 2. Además, esta metodología permite evaluar la dinámica de las variables ante innovaciones o shocks en el sistema. Los resultados de la estimación del modelo pueden observarse en el Cuadro N° 7.5.

Como puede notarse, el parámetro de ajuste resulta ser significativo, así como la variable DUMMY que representa el cambio de régimen público a privado. Asimismo, puede notarse que existe un variación provocada por DUMMY en el parámetro de ajuste (variable ERROR90). Observando estos

resultados puede sostenerse que existen indicios sobre un efecto significativo proveniente del cambio de régimen que ha afectado tanto la media de la tasa de crecimiento, así como la relación dinámica entre el sector de infraestructura eléctrica y producción agregada⁴⁹. Sin embargo, es necesario realizar una prueba de hipótesis conjunta sobre la nulidad de los parámetros de las variables DUMMY y ERROR90 para confirmar esta evidencia.

Cuadro N° 7.5
Resultados de la estimación del Modelo VCE

ECUACION 1 Variable Dependiente: DENER		ECUACION 2 Variable Dependiente: DPBI	
Variables	Coefficientes	Variables	Coefficientes
DENER (1)	0.031	DENER (1)	0.186 **
DENER (2)	0.187	DENER (2)	0.033
DPBI (1)	0.174	DPBI (1)	0.325 **
DPBI (2)	0.025	DPBI (2)	-0.162
Constante	0.023 **	DUMMY	0.055 **
DUMMY	-0.019	CICLO F	0.029 *
CICLO F	0.023	CICLO X	0.158 **
CICLO X	0.033	ERROR (1)	-0.073 **
ERROR (1)	0.008	ERROR90	-0.484 *
ERROR90	0.223		
R2 ajustado	0.074	R2 ajustado	0.213
Durbin-Watson	2.061	Durbin-Watson	1.975
Suma de Errores al Cuadrado	0.188	Suma de Errores al Cuadrado	0.093
Observaciones	58	Observaciones	58

Método de Estimación: Regresiones aparentemente no relacionadas (SUR).

** significancia al 5%, * significancia al 10%.

Fuente: Las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

⁴⁹. Debe resaltarse que en la ecuación de la tasa de crecimiento per cápita no se incluyó una constante dado que en la prueba Dickey-Fuller para el producto se rechazó la existencia de una deriva (*drift*). Incluir la constante bajo este resultado, para propósitos del análisis dinámico, implicaría cometer un error de especificación en el modelo. Véase Enders (1995) para mayores detalles. Sin embargo puede señalarse que al estimar el modelo con la constante no se notaron cambios sustanciales en los parámetros. El R² ajustado para la ecuación estimada fue de 0.31.

7.4. Pruebas de Hipótesis sobre los parámetros del modelo estimado

Una vez estimados los parámetros del modelo, se procedió a realizar las pruebas de hipótesis ya planteadas en la Sección 6.2. Los resultados son presentados en el Cuadro N° 7.6. La primera hipótesis formulada es la nulidad del parámetro de ajuste λ_1 de la primera ecuación del modelo MVCE. Según los resultados se acepta esta hipótesis, por lo cual puede concluirse que la variable de infraestructura eléctrica es estadísticamente exógena débil al producto dado que no guarda relación simultánea con el PBI per cápita.

Adicionalmente, se llevaron a cabo pruebas de causalidad en el sentido de Granger para evaluar la significancia de los rezagos de DPBI en la ecuación que da cuenta de la tasa de expansión de la infraestructura. El resultado hallado fue que los parámetros $\Phi_{(12)ij}$ son no significativos (es decir, no existe causalidad en el sentido de Granger). A partir de estos hallazgos, puede decirse que la infraestructura resulta ser exógena respecto del PBI per cápita.

La segunda hipótesis planteada es de carácter conjunto y está representada por la Proposición 2 de la Sección 6.2. Puede notarse a partir del Cuadro N° 7.6 que esta hipótesis es rechazada, lo cual permite sostener que las innovaciones de la infraestructura eléctrica provocan efectos de largo plazo sobre el producto per cápita sin que exista una reversión de causalidad que vaya desde el producto hacia la infraestructura a través de un canal de demanda, aunque es posible que existan interacciones de corto plazo. El efecto-oferta del incremento de la infraestructura eléctrica per cápita hacia el producto agregado sería estadísticamente significativo y no nulo.

Cuadro N° 7.6
Pruebas de Hipótesis sobre los parámetros de
ajuste del Modelo VEC⁵⁰

	χ^2	Probabilidad
1ra. Hipótesis $\lambda_1 = 0$	0.037	0.8476
2da. Hipótesis (conjunta) $\lambda_2 = 0$ - $\lambda_2 / \lambda_1 = 0$	6.750 **	0.034
3ra. Hipótesis - $\lambda_2 / \lambda_1 = 1$	0.029	0.865
4ta. Hipótesis $\lambda_{22} = 0$ $\theta_2 = 0$	3.371 * 3.942 **	0.066 0.047

Elaboración: Propia.

La tercera hipótesis evalúa el signo del efecto de largo plazo de los shocks provenientes de la infraestructura sobre el producto. Como puede notarse, se acepta que el signo de este efecto es positivo e igual a la unidad.

Finalmente, la cuarta hipótesis que sostiene la no existencia de un quiebre estructural debido al cambio de régimen de gestión producido en la década pasada es rechazada. De esta manera, puede sostenerse que el cambio de

⁵⁰. Hipótesis 1: Variable de Infraestructura es exógena débil al producto. Hipótesis 2: No existe relación de largo plazo entre infraestructura y crecimiento. Hipótesis 3: El signo del efecto de largo plazo de las innovaciones de la infraestructura sobre el producto es positivo y el módulo del efecto es igual a uno. Hipótesis 4: No existe cambio estructural provocado por el cambio de régimen público a privado.

administración pública a privada en el Perú ha sido significativo para modificar las relaciones entre las variables de interés.

Esta evidencia para el caso peruano es consistente con las predicciones de un modelo de crecimiento endógeno (véase la Proposición 1.3) más que de aquellas provenientes de un modelo de tipo neoclásico. Además, dado que el efecto de largo plazo de la infraestructura sobre el crecimiento es positivo, entonces puede inferirse que en el caso peruano no se ha llegado al punto óptimo de provisión de infraestructura eléctrica, como ya se ha destacado en la Sección 5.1 frente a la evidencia que señala la existencia de una brecha de inversión en el sector eléctrico peruano. Por estos motivos, quedaría espacio aún para la implementación de políticas públicas de promoción de la inversión privada destinadas a incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios.

7.5. Análisis dinámico de las variables

En esta sección se realiza un análisis de impulso-respuesta a partir del modelo de corrección de errores con el propósito de evaluar la dinámica del sistema e investigar cómo reaccionan las variables a través del tiempo en un contexto de shocks de oferta y demanda por infraestructura. Para ello, es necesario re-escribir el vector de corrección de errores como un vector de medias móviles (VMA) dado que, según Sims (1980), bajo esta representación es posible trazar las sendas temporales (*time-paths*) de las variables del sistema ante diversas innovaciones exógenas⁵¹.

⁵¹. Véase Enders (1995) para una discusión de los detalles técnicos de esta especificación.

Sin embargo, es necesario imponer algún tipo de descomposición de la matriz de varianza-covarianza de los errores del modelo estimado para que pueda identificarse la especificación VMA. Dado que se ha verificado que las innovaciones de la infraestructura tiene un efecto de largo plazo sobre el producto sin que exista reversión de la causalidad, es posible utilizar la descomposición propuesta por Blanchard y Quah (véase Enders; 1995) para identificar la matriz de errores estructurales del modelo con el propósito que las innovaciones provenientes de la infraestructura tengan un efecto permanente sobre el producto⁵².

Siguiendo esta aproximación, se procedió a calcular las funciones de respuesta a impulsos para un horizonte de 10 años con el objeto de evaluar la dinámica de corto plazo del sistema. Adicionalmente, se computó la función de respuesta acumulada de la tasa de crecimiento per cápita ante impulsos con el propósito de ilustrar el efecto acumulado de largo plazo⁵³.

Los gráficos N° 7.1 y N° 7.2 muestran las funciones de respuesta a impulsos para las ecuaciones estimadas en el Cuadro N° 7.5 Observando el primer gráfico es posible notar que una innovación permanente de 10% en la infraestructura eléctrica per cápita tiene un efecto de corto plazo significativo sobre la tasa de crecimiento del producto per cápita agregado DPBI (0.21%). La trayectoria de la respuesta de DPBI ante una innovación permanente puede ser interpretada como evidencia para aceptar que la respuesta dinámica tarda en adaptarse a cambios en la dotación de

⁵². Véase Amisano y Giannini (1997) para mayores detalles sobre la estimación de modelos VAR estructural.

⁵³. Esta metodología ha sido sugerida en la literatura por Aschauer (1997b, 1998) y Groote, Jacobs y Sturm (1995).

infraestructura eléctrica, es decir, que existen desequilibrios transitorios provocados por shocks de oferta antes de que DPBI se ajuste a su nivel de equilibrio de largo plazo⁵⁴.

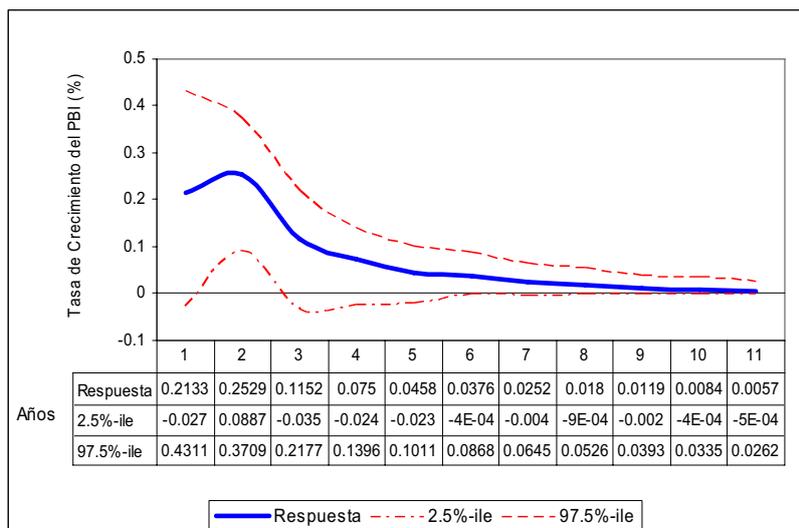
El efecto positivo inicial puede ser causado por la existencia de eslabonamientos hacia atrás o por la presencia de impulsos directos sobre la economía a través de la demanda por trabajo, materias primas y la maquinaria necesaria para la construcción de las obras de infraestructura. Pero cuando luego de un impacto inicial en la expansión de la infraestructura cierto umbral es alcanzado, la tasa de crecimiento comienza a desacelerarse posiblemente como consecuencia de la existencia de indivisibilidades en la infraestructura que causan estadios de sobre-capacidad en los servicios o por el hecho de que dejan de operar los eslabonamientos con otros sectores al finalizar las obras de expansión.

Bajo esta interpretación, los efectos reales del incremento de la infraestructura eléctrica sobre la economía o los eslabonamientos hacia adelante podrían ocurrir sólo en el largo plazo, en la medida que las actividades privadas exploten las mejores condiciones del entorno económico-geográfico y las externalidades positivas generadas por la existencia de nueva infraestructura, las cuales aumentan la rentabilidad de las actividades privadas⁵⁵.

⁵⁴. Debe señalarse que, en promedio, la variable DPBI tarda en alcanzar el 90% de su nivel de equilibrio casi 7 años después de un incremento de la infraestructura eléctrica.

⁵⁵. Evidentemente, el incremento de la infraestructura eléctrica provoca cambios en el sistema económico frente a los cuales los agentes económicos requieren tiempo para adaptarse.

Gráfico N° 7.1
Respuesta de la Tasa de Crecimiento del PBI ante un incremento de 10% en la infraestructura eléctrica

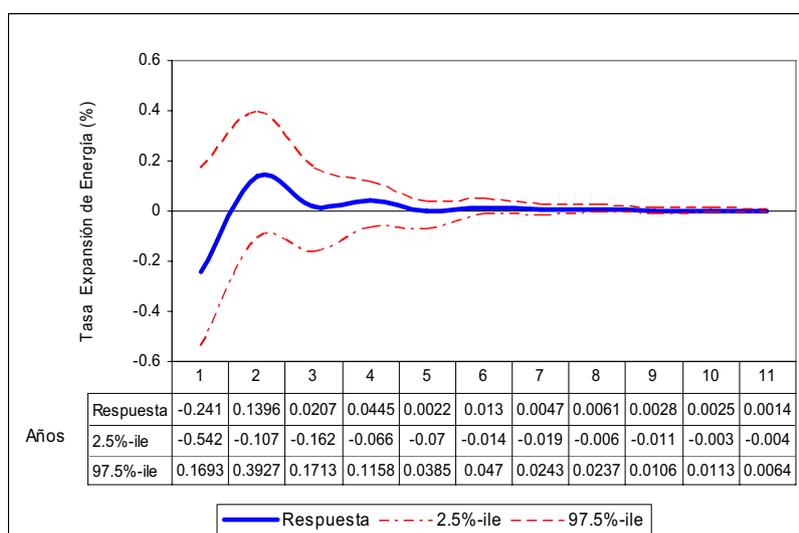


Bandas al 95% de confianza. Estimaciones a partir de 1000 replicaciones de tipo *bootstrap*.
 Tipo de shock estructural: 10% de incremento en infraestructura per cápita.
 Fuente: Las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

Por otro lado, como puede observarse en el Gráfico N° 7.2, el crecimiento del producto per cápita tiene un impacto negativo inicial sobre la tasa de expansión de la infraestructura eléctrica que tiende a diluirse rápidamente. Este hallazgo da soporte a la idea que este tipo de infraestructura es un requisito para el crecimiento y que constituye un sistema técnico caracterizado por indivisibilidades, las cuales impiden que exista una expansión instantánea ante un incremento del producto per cápita. En ese sentido, los flujos de inversión en infraestructura eléctrica no se adaptarían instantáneamente ante cambios en el contexto económico y requerirán,

según el Gráfico N° 7.2, al menos un año para reaccionar ante variaciones en el crecimiento económico⁵⁶.

Gráfico N° 7.2
Respuesta de la Tasa de Expansión de la Infraestructura Eléctrica
ante un incremento de 1% en la Tasa de Crecimiento del PBI



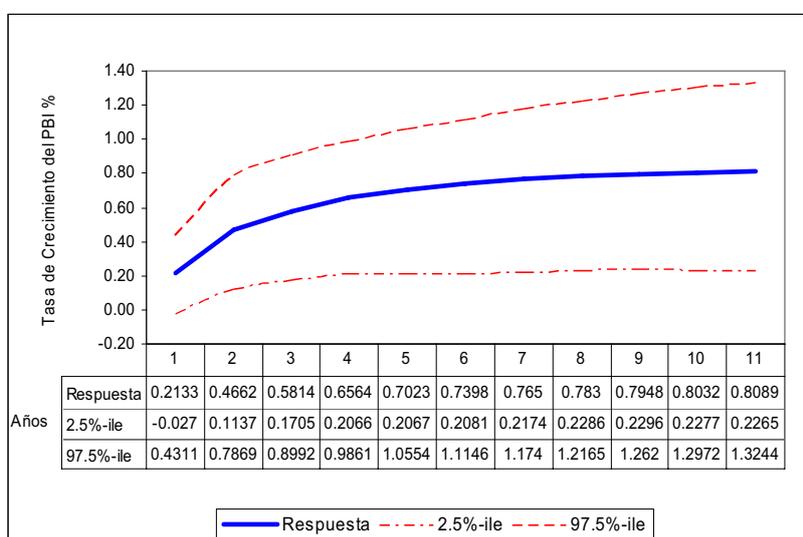
Bandas al 95% de confianza. Estimaciones a partir de 1000 replicaciones de tipo *bootstrap*.
 Tipo de shock estructural: incremento de 1% en PBI per cápita.
 Fuente: Las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

Para finalizar esta sección, se presenta en el Gráfico N° 7.3 la función de respuesta acumulada de la tasa de crecimiento del PBI per cápita ante un incremento del 10% de la infraestructura eléctrica. Como puede notarse, el

⁵⁶. Esta interpretación daría soporte a la idea que tenía Keynes (1971 [1936]) sobre el comportamiento que presenta la inversión al estar gobernada por las expectativas de los inversionistas sobre las perspectivas que tienen sobre la evolución de la economía, por lo cual resulta ser volátil y poco predecible. A este fenómeno Keynes lo denominó: los *espíritus animales* que gobiernan las decisiones de inversión. Véase, por ejemplo Gallardo, García y Pérez-Reyes (2003) para mayores detalles sobre la problemática de la inversión en el sector de infraestructura eléctrica.

efecto acumulado de un incremento del 10% de la infraestructura, *ceteris paribus*, genera un aumento permanente en la tasa de crecimiento de aproximadamente 0.8% al término de 10 años.

Gráfico N° 7.3
Respuesta Acumulada de la Tasa de Crecimiento ante un incremento permanente en la Tasa de Expansión de la Infraestructura Eléctrica



Bandas al 95% de confianza. Estimaciones a partir de 1000 replicaciones de tipo *bootstrap*.
 Tipo de shock estructural: 10% de incremento en infraestructura per cápita.
 Fuente: Las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

En un escenario optimista, la tasa de crecimiento acumulada se hallaría cerca de la banda de confianza superior y alcanzaría un valor muy cercano al 1.32%. Sin embargo, bajo un escenario pesimista, la tasa de crecimiento máxima alcanzada luego de 10 años de producido el shock se encontraría cerca de la banda de confianza inferior (0.23%). En base a estos hallazgos

puede concluirse que, en promedio, las innovaciones de la infraestructura eléctrica generan un efecto de largo plazo sobre el crecimiento económico⁵⁷ a pesar de que el efecto de corto plazo tienda a disiparse como se ha ilustrado en el Gráfico N° 7.1.

8. Síntesis de los Resultados y Conclusiones

En este documento se ha mostrado que la expansión de la infraestructura eléctrica ha tenido un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico peruano para el período 1940-2000. Además, se ha verificado la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables de infraestructura y producción, hallándose que la elasticidad-producto de largo plazo de la infraestructura eléctrica per cápita es de 0.138, siendo esta estimación consistente con varios estudios realizados internacionalmente como se muestra en el Anexo N° 1.

Los resultados del análisis de series de tiempo guardan consistencia con las predicciones de un modelo de crecimiento endógeno en una economía como la peruana, donde todavía no se ha alcanzado el nivel de óptimo de provisión eficiente de infraestructura eléctrica y donde existe una brecha de inversión en infraestructura eléctrica significativa (cerca de US\$ 4,463

⁵⁷. Adicionalmente se llevó a cabo un análisis de la descomposición de la varianza del error de predicción de las variables en el modelo para evaluar las relaciones entre ellas. Los resultados de este análisis indican que para el horizonte de predicción analizado no existiría reversión en las relaciones de causalidad. Las innovaciones provenientes del incremento de la infraestructura eléctrica explican el 23% de la varianza del error de predicción de la tasa de crecimiento per cápita al término de 10 años, mientras que las innovaciones del producto sólo dan cuenta de casi 3% de la varianza del error de predicción de la tasa de expansión de la infraestructura. Estos resultados confirman el hecho que los mecanismos de oferta serían más importantes para difundir los shocks originados por el incremento de la infraestructura sobre el crecimiento que los mecanismos de demanda, los cuales permiten difundir las innovaciones en el producto sobre la tasa de expansión de la infraestructura. Véase Vásquez (2003) para mayores detalles.



millones), la cual supone una importante desventaja en términos de competitividad de la economía frente a países de similar dimensión que la del Perú. Por ello, cualquier plan exportador o promotor del crecimiento no podrá sostenerse en el tiempo de no mediar la total eliminación de la brecha existente a través de la implementación de políticas públicas destinadas a promover y orientar agresivamente las inversiones en el sector eléctrico.

A partir de las pruebas de hipótesis realizadas se ha verificado que el canal de transmisión de los efectos agregados provocados por incrementos en los niveles de infraestructura eléctrica sobre la tasa de crecimiento sería principalmente uno de oferta puesto que, por el lado de la demanda, las innovaciones provenientes de shocks en el producto tienen efectos transitorios y poco significativos sobre la tasa de expansión de la infraestructura. Por otro lado, se han hallado indicios de que el cambio en el régimen de administración de la infraestructura por un esquema con alta participación del sector privado en la década pasada habría favorecido la relación positiva entre crecimiento e infraestructura eléctrica al acelerar la velocidad de ajuste al equilibrio entre las variables analizadas.

El análisis dinámico implementado en este documento ha permitido ilustrar los efectos de corto y largo plazo de los shocks que afectan a las variables analizadas. En particular, se ha verificado que un incremento inicial de 10% en la infraestructura eléctrica puede provocar una respuesta en la tasa de crecimiento de alrededor de 0.25% durante los dos primeros años y que este efecto se diluye gradualmente aproximadamente en 7 años. Este comportamiento inicial, como se ha argumentado, puede deberse a la existencia de eslabonamientos hacia otras industrias relacionadas con el sector eléctrico o por la generación de externalidades positivas que



aumentan la rentabilidad del sector privado. Sin embargo, la existencia de indivisibilidades en la infraestructura y el problema del exceso de capacidad, por ejemplo, pueden revertir el efecto positivo del shock inicial sobre la tasa de crecimiento haciéndola converger a su nivel de equilibrio.

En contraste, una innovación en el producto ocasiona una respuesta contemporánea negativa en la tasa de expansión de la infraestructura eléctrica para luego pasar a ser positiva. Este resultado podría ser un indicio de que las inversiones en infraestructura tardan en responder ante innovaciones provenientes por el lado de la demanda o simplemente de que el comportamiento de los inversionistas es impredecible (*animal spirits*) al encontrarse en un contexto de mucha incertidumbre (económica, política, etc.).

Estos factores podrían revertir el efecto positivo del shock inicial sobre la tasa de crecimiento haciéndola converger a su nivel de equilibrio. En ese sentido, sería necesario evaluar si es que el acceso a financiamiento externo para obras de infraestructura, la existencia de indivisibilidades en la provisión de infraestructura, la incertidumbre generada por problemas de inestabilidad política o económica⁵⁸, etc., son factores que causan este efecto, pero dicho análisis va más allá de los objetivos del presente estudio y queda pendiente, para futuras investigaciones.

Para un horizonte de predicción de 10 años se ha estimado que el efecto de una innovación de 10% en la infraestructura eléctrica per cápita genera, en promedio, un incremento permanente acumulado en la tasa de crecimiento

⁵⁸. Para mayores detalles sobre el problema de la modelación de la inversión en un contexto de incertidumbre véase Dixit y Pyndick (1994).



per cápita de 0.8% al final de este período. Sin embargo, este resultado puede variar si se consideran escenarios optimistas o pesimistas. Debe destacarse que, a juzgar por la revisión de la literatura realizada en este documento, esta investigación resulta ser inédita en el Perú y es la primera que comprende un análisis integral de la relación entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos. Sin embargo, los resultados reportados en este documento no están libres de inconvenientes.

En primer lugar, no se ha podido controlar en los modelos estadísticos el problema de la calidad de la infraestructura debido a la escasez de datos. En segundo lugar, la falta de datos ha hecho imposible recabar información sobre las características y capacidades institucionales del país, lo cual impide un análisis del efecto que tienen estos factores sobre la relación entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento. Sería particularmente importante contar con un estudio respecto a cómo el marco institucional de los sectores de infraestructura (que abarcan a industrias con alto grado de politización y con segmentos relevantes de monopolio natural) se ve alterado por los ciclos políticos recurrentes que sufre el Perú, hecho que puede ocasionar distorsiones en las relaciones entre la inversión en infraestructura y el crecimiento.

Por ello, es necesario que estudios posteriores recopilen información sobre los diversos arreglos institucionales que existen en los sectores de infraestructura, los cuales pueden ser determinantes importantes en la relación entre crecimiento e infraestructura. La falta de datos sobre las características institucionales y las formas de organización pueden explicar en parte porqué, a pesar del buen ajuste de los modelos estimados en este documento, queda un componente de error significativo no explicado.





En tercer lugar, este trabajo no explica qué factores determinan la inversión en infraestructura en el Perú. El propósito del estudio es analizar lo que sucede con el crecimiento económico una vez que la inversión en infraestructura se ha realizado. Es por ello que resulta importante que se encaminen investigaciones en esta senda de estudio, aún poco explorada⁵⁹.

De otra parte, la evidencia que señala el impacto positivo del cambio de régimen público de operación de la infraestructura a un esquema privado, como consecuencia de las reformas estructurales en las industrias de servicios públicos en el Perú, debe ser evaluada a través de la realización de estudios de evaluación social de proyectos que tenga como propósito cuantificar, de la mejor forma posible, el grado de bienestar ganado por los usuarios de los servicios públicos luego de las privatizaciones y concesiones, puesto que a priori los resultados del presente estudio pueden estar recogiendo diversos efectos (por ejemplo, el impacto de la expansión de la cobertura de servicios públicos pero a consecuencia de tarifas muy elevadas que afectan el bienestar de los consumidores), los cuales no pueden discernirse a partir de la información disponible y que podrían afectar de manera negativa al bienestar de la población.

Las evaluaciones sociales de los proyectos de expansión de los diversos tipos de infraestructura deben incluir una cuantificación de los daños provocados al medio ambiente por la construcción, operación y mantenimiento de las obras y facilidades. Debido a la escasez de fuentes de información, no se han podido incluir en el análisis los efectos de los

⁵⁹. Debe mencionarse que uno de los pocos trabajos que tratan la problemática de la inversión en infraestructura en el Perú es el realizado por Gallardo, García y Perez-Reyes (2003) para el caso del sector eléctrico.



impactos sobre el medio ambiente que son consecuencia de las actividades de la expansión de la infraestructura. Es necesario también trabajar en esta línea de investigación con mayor detalle en el futuro.

Como comentario final debe mencionarse que todo esfuerzo para cerrar la brecha de inversión en el sector eléctrico a través de la expansión de la infraestructura requiere del concurso principal del sector privado, dados los elevados niveles de inversión que se verían involucrados, pero bajo la supervisión del Estado a través del Organismo Regulador. Ello supone esquemas novedosos de concesión de infraestructura a todo nivel y programas de co-financiamiento de inversiones entre el sector público y privado en zonas geográficas que incluyen mercados poco rentables económicamente.

Si bien es cierto que la reducción o eliminación de la brecha es una condición necesaria para mejorar los niveles de productividad, crecimiento y competitividad de la economía peruana, no es una condición suficiente. Adicionalmente a ello se debe asegurar la estabilidad macroeconómica y se debe impulsar fuertemente el desarrollo de los recursos humanos, aumentando y mejorando sensiblemente la inversión en educación y salud pública, la cual no ha sido considerada en la presente investigación.

9. Bibliografía

Ahmed, R. y C. Donovan (1992). *Issues of Infrastructural Development: A Synthesis of the Literature*. Washington: International Food Policy Research Institute.

Alexander, I. y A. Estuche (2000). *Infrastructure Restructuring and Regulation. Building a base for sustainable growth*. Working Paper N° 2415. Washington: World Bank.

Albala-Bertrand, J y E. Mamatzakis (2001). *The Impact of Public infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy*. Londres: University of London.

Amisano, G. y C. Giannini (1997). *Topics in Structural VAR Econometrics*. New York: Springer-Verlag.

Aschauer, D. (1989). "Is public expenditure productive?". *Journal of Monetary Economics*. 23: 177-200.

Aschauer, D. (1997). *Do States Optimize? Public Capital and Economic Growth*. Working Paper N° 190. New York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

Aschauer, D. (1998). *How big should the public capital stock be? The Relationship between Public Capital and Economic Growth*. Public Policy Brief N° 43. New York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College. Chichester: John Wiley.

Banco Mundial (1994). *Informe sobre el desarrollo Mundial: Infraestructura y Desarrollo* Washington: Oxford University Press.

Barro, R. (1990). "A Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". *Journal of Political Economy*. 98: 103-125.

Barro, R. y J. Sala-i-Martin (1995). *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill.

Beltrán, A. y B. Seminario (1998). *Crecimiento Económico en el Perú, 1896-1995. Nuevas Evidencias Estadísticas*. Documento de Trabajo N° 32. Lima: CIUP.



Bernand, A. y M. Garcia (1997). *Public and private provision of infrastructure and economic development*. Textos para discusión N° 375. Río: Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro.

Blaug, M. (2001). *Teoría Económica en Retrospección*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.

Campodónico, H. (1999). “Las Reformas Estructurales del sector eléctrico peruano y las características de la inversión 1992 – 2000”. Serie *Reformas Económicas* N° 25. Santiago: CEPAL.

Canning, D. (1999). *A database of World Infrastructure Stocks, 1950-1995*. Policy Research Working Paper N° 1929. Washington: World Bank.

Canning, D; M. Fay y R. Perotti (1993). “Infrastructure and Growth”. En *International differences in growth rates: Market globalization and economic areas*. Eds. M. Baldassarri, L. Paganetto y E. Phelps. Central Issues in Contemporary Economic Theory and Policy series. New York: St. Martin's Press.

Canning D. y P. Pedroni (1999). *Infrastructure and Long Run Economic Growth* CAER II Discussion Paper No. 57. Cambridge: Harvard Institute for International Development.

Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) (2000). *Evaluación del Proceso de Privatización: Sector Electricidad*. Lima: COPRI.

De la Cruz, R. y R. García (2002). “Mecanismos de Competencia en Generación y su Impacto en la Eficiencia: el caso peruano”. *Proyectos Breves No. 46*. Lima: CIES.

Dickey, D. y W. Fuller (1979). “Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root”. *Journal of the American Statistical Association*. 74: 427-431.

Dixit, A. y R. Pindyck (1994). *Investment under Uncertainty* Princeton: Princeton University Press.

Easterly W. y S. Rebelo (1993). “A Fiscal Policy and Economic Growth: An empirical investigation”. *Journal of Monetary Economics*. 37: 313-344.





Enders, W. (1995). *Applied Econometrics time series*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Engle, R. y C. Granger (1987). "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing". *Econometrica*. 55: 275-298.

Engle, R.; Hendry, D. y J. Richard (1983). "Exogeneity". *Econometrica*. 51: 277-304.

Erenburg, S. (1994). *Public Capital: The Missing Link Between Investment and Economic Growth*. Public Policy Brief N° 14. New York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

Esfahani, H. y M. Ramírez. (2000) *Infrastructure and Economic Growth*. Bogotá: Banco de la República Colombiana, Subgerencia de Estudios Económicos.

Fay, M. (2001). *Infrastructure Needs in Latin America, 2000-05*. Working Paper N° 2545. Washington: World Bank.

Gallardo, J.; Bendezú, L. y J. Coronado (2004). *Estimación de la Demanda Agregada de Electricidad*. Documento de Trabajo N° 4. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Gallardo, J.; García, R. y R. Pérez-Reyes (2003). *Problemática de la Inversión en el Sector Eléctrico Peruano*. Documento de Trabajo. Mimeo: Oficina de Estudios Económicos, OSINERG.

Gallardo, J. (2000). *Privatización de los Monopolios Naturales en el Perú: Economía Política, Análisis Institucional y Desempeño*. Documento de Trabajo N° 188. Lima: Departamento de Economía, PUCP.

García-Mila, T.; McGuire T. y R. Porter (1996). "The Effect of Public Capital in State Level Production Functions Reconsidered". *The Review of Economics and Statistics*. 78: 177-180.

Granger, C. (1981). "Some properties of time series data and their use in econometric model specification". *Journal of Econometrics*. 16: 121-130.

Granger, C. (1969). "Investigating causal relations by econometrics models and cross spectral methods". *Econometrica*. 37: 424-438.



Granger, C. y P. Newbold (1974). "Spurious regressions in econometric". *Journal of Econometrics*. 2: 111-120.

Groote, P.; J. Jacobs y J. Sturm (1995). *Productivity Impacts of Infrastructure Investment in the Netherlands 1853-1913*. Research Report 95D30. Groningen: Research Institute SOM.

Hamilton, J. (1994). *Times Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.

Hirschman, A. (1973) [1958]. *La Estrategia del Desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

Holtz-Eaking, D. y A. Schwartz (1994). *Infrastructure in a Structural model of Economic Growth*. Working Paper N° 4824. National Bureau of Economic Research.

IPE-Instituto Peruano de Economía (2002). *Estado actual de la infraestructura de servicios públicos: Estimación de la brecha de inversión*. Lima: Mimeo.

Jiménez, F. (1996). *Ciclos y Determinantes del Crecimiento Económico: Perú 1950-1996*. Documento de Trabajo No. 137. Lima: CISEPA-PUCP.

Johansen, S. (1988). "Statistical analysis of cointegrating vectors". *Journal of Economic Dynamics and Control*. 12: 231-254.

Johansen, S. y K. Juselius (1990). "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with applications to the demand money". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 53: 361-375.

Keynes, J. (1971) [1936]. *La Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.

King, G.; J. Honaker, A. Joseph y K. Scheve (2001). "Analyzing Incomplete Political Science Data. An Alternative Algorithm for Multiple Imputation". *American Political Science Review*. 95: 49-69.

Kocherlakota N. y K. Yi (1996). "Simple Time Series Test of Endogenous versus Exogeneous Growth Model: An Application of the United States". *The Review of Economics and Statistics*. 78: 126-134.

Kocherlakota N. y K. Yi (1997). "Is there Endogenous long-run growth? Evidence from the United States and the United Kingdom". *Journal of Money, Credit and Banking*. 29: 235-262.

Krugman, P. (1991). *Geography and Trade*. Cambridge, Massachusetts: Leuven Universtiy Press y MIT Press.

Lee K., M. Pesaran y R. Smith (1997). "Growth and Convergence in Multicountry Empirical Stochastic Solow Model". *Journal of Applied Econometrics*. 12: 357-392.

Levine, R. y D. Renelt (1992). "A sensitivity Analysis of Cross Country Growth Regression". *American Economic Review*. 82: 942-963.

McKinnon, J. (1996). "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests". *Journal of Applied Econometrics*. 11: 601-618

Musgrave, R. (1967). *Public Finance in Theory and Practice*. New York: McGraw-Hill.

Munnell, A. (1992). "Infrastructure investment and economic growth". *Journal of Economic Perspective*. 6: 189-198.

OSINERG (2001). *Anuario Estadístico de Electricidad*. GART.

Reinikka, R. y J. Svensson (1999). *How inadequate provision of Public Infrastructure and services affects private investment*. Working Paper N° 2262. Washington: World Bank.

Pritchett, L. (1996). *Mind Your P's and Q's, The Cost of Public Investment is Not the Value of Public Capital*. Policy Research Working Paper N° 1660. Washington: World Bank.

Romer, P. (1986). "Increasing returns and long-run growth". *Journal of Political Economy*. 94: 1002 - 1037.

Sánchez-Robles, B.1998. "Infrastructure Investment and Growth: Some Empirical Evidence". *Contemporary Economic Policy*. 26: 98-108.

Sánchez, E. (2000). "Las privatizaciones y concesiones". En *La Reforma Incompleta*. Eds. Du Bois, F. et al. Lima: CIUP-IPE

- Sims, C. (1980). "Macroeconomics and Reality". *Econometrica*. 48: 1-48.
- Tiebout, C. (1956). "A pure Theory of Local Expenditure". *Journal of Political Economy*. 64: 416-424.
- Toda, J. y P. Phillips (1993). "A vector autoregression and causality". *Econometría*. 61:1367-1393.
- Vásquez, A. (2002). "Las Características Técnico-Económicas de las Industrias de Servicios Públicos". *Econodémica*. 1: 135-151.
- Vásquez, A. (2003). *Una disertación sobre los Vinculos entre el Crecimiento Económico y la Infraestructura de Servicios Públicos en el Perú*. Tesis (Lic). Mimeo: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Yamarik, S. (2000). *The effect of Public Infrastructure on private production during 1977-1996*. Arkon: Department of Economics, The University of Akron.
- Wylie, P. (1996). "Infrastructure and Canadian Economic Growth, 1946-1991". *The Canadian Journal of Economics*. Special Issue: s350-s355.
- Wagner, A. (1983) [1883]. "The Nature of the Fiscal Economy" en *Three Extracts on Public Finance*. En *Classics in The Theory of Public Finance*. Eds. R. A. Musgrave y A. T. Peacock. Londres: Macmillan, St Martins Press.
- Zivot, E. y D. Andrews (1992). "Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis." *Journal of Business and Economic Statistics*. 10: 251-270.

Anexo N° 1
Resultados de diversos estudios internacionales sobre la productividad de la infraestructura

Muestra	Elasticidad - Producto *	Autor / año	Medidas de Infraestructura
Estados Unidos	0.39	Aschauer, 1989	Gastos Públicos de Capital no militares
48 estados, Estados Unidos	0.184	Aschauer, 1997a 1997b	Gasto Público en infraestructura básica
Estados Unidos	0.34	Munnel, 1990	Gastos Públicos de Capital no militares
48 estados, Estados Unidos	0.00	Holtz-Eakin, 1992	Gastos Públicos de Capital
5 zonas metropolitanas, Estados Unidos	0.08	Duffy-Deno, et al. 1991	Gastos Públicos de Capital
Regiones de Japón	0.20	Mera, 1973	Infraestructural Industrial
Regiones de Francia	0.08	Prud'homme, 1993	Gastos Públicos de Capital
Taiwan, China	0.24	Uchimura y Gao, 1993	Transportes, agua y comunicaciones
Corea	0.19	Uchimura y Gao, 1993	Transportes, agua y comunicaciones
Israel	0.31, 0.44	Bregman y Marom, 1993	Transportes, agua, energía eléctrica y saneamiento
México	0.05	Shah, 1988, 1992	Transportes, energía eléctrica y comunicaciones
Múltiples países (en desarrollo)	0.139	Canning 1999a	Telecomunicaciones
Múltiples países de la OECD	0.07	Canning y Fay, 1993	Transportes
Múltiples países (en desarrollo)	0.07	Canning y Fay, 1993	Transportes
Múltiples países (OECD y en desarrollo)	0.01, 0.16	Baffes y Shah, 1993	Capital nacional de infraestructura
Múltiples países (en desarrollo)	0.16	Easterly y Rebelo, 1993	Transportes y comunicaciones
Múltiples países (a nivel mundial)	0.091, 0.156	Ramírez y Esfahani, 2000	Comunicaciones y Energía
Colombia (regiones)	0.115, 0.348, 0.121	Ramírez y Esfahani, 2000	Energía, Comunicaciones y Transportes
Perú (a nivel agregado)	0.138	Vásquez - Cordano, 2003	Energía eléctrica

* Variaciones porcentuales en términos absolutos con respecto a una variación porcentual de 1% en el nivel de infraestructura.
Fuente: Banco Mundial (1994), Ramírez y Esfahani (2000) y las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

Anexo N° 2: Traducciones

Páginas 28-29:

Si ambos sectores, público y privado, compiten por los mismos recursos para proyectos de inversión privados y públicos, la inversión pública corriente puede decaer en el tiempo, el stock de capital público existente, usado como insumo, puede complementar el gasto en inversión privada. Modelar decisiones de inversión privada de esta manera es un intento por determinar cómo y en qué alcance las decisiones de inversión privada se ven afectadas por decisiones de infraestructura pública.

Nota de pie de página N° 27, página 48.

Como sostiene Esfahani y Ramírez: “El supuesto de [una función de producción] Cobb-Douglas se utiliza porque es la única forma funcional consistente con un crecimiento de estado estacionario en presencia de progreso tecnológico que no es exclusivamente aumentador de trabajo. [...] Eicher y Turnvsky han mostrado que a menos que la función de producción sea Cobb- Douglas, la existencia de un estado estacionario con crecimiento per cápita positivo en modelos endógenos requiere restricciones rigurosas en la función de producción. Dado que parece no haber una tendencia definitiva para las tasas de crecimiento de ser siempre crecientes o decrecientes, es razonable asumir que la verdadera función de producción puede ser aproximada por una Cobb-Douglas.”

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía - OSINERG
Oficina de Estudios Económicos - 2004**

Equipo de Trabajo

José Gallardo Ku	Gerente de Estudios Económicos.
Especialistas:	
Raúl Pérez-Reyes Espejo	Economista Principal.
Raúl García Carpio Sector Eléctrico.	Especialista en Regulación Económica.
Arturo Vásquez Cordano	Especialista en Organización Industrial. Sector Hidrocarburos.
Luis Bendezú Medina	Especialista en Econometría.
Lennin Quiso Córdova	Especialista en Supervisión. Sector Hidrocarburos.
Asistente Administrativo: Clelia Bandini Malpartida	