



La provisión de servicios de infraestructura en América Latina y el Caribe

¿Puede la región hacer más y hacerlo mejor?

Un análisis de frontera de eficiencia
de la infraestructura económica

Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Serebrisky, Tomás.

La provisión de servicios de infraestructura en América Latina y el Caribe:
¿puede la región hacer más y hacerlo mejor? / Tomás Serebrisky,
Ancor Suárez-Alemán.

p. cm. — (Monografía del BID ; 758)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infrastructure (Economics)-Latin America-Finance. 2. Infrastructure
(Economics)-Caribbean Area-Finance. 3. Public utilities-Latin America.
4. Public utilities-Caribbean Area. I. Suárez-Alemán, Ancor. II. Banco
Interamericano de Desarrollo. Sector de Infraestructura y Energía. III. Banco
Interamericano de Desarrollo. Vicepresidencia de Países. IV. Título. V. Serie.
IDB-MG-758.

**Este documento es un producto del programa de investigación desarrollado para la
preparación del libro insignia del BID 2020: Servicios de Infraestructura en América
Latina. Para conocer todos los documentos del programa de investigación ver:**

www.iadb.org/serviciosdeinfraestructura

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND)(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



*** Este documento profundiza en
el contenido de Suárez-Alemán, A.,
Serebrisky, T. and S. Perelman (2019)
Benchmarking economic infrastructure
efficiency: How does the Latin America
and Caribbean region compare?
Publicado en Utilities Policy. [https://
www.sciencedirect.com/science/
article/pii/S0957178718302467](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178718302467)**

—



Resumen

La región de América Latina y el Caribe (ALC) presenta un rezago importante en infraestructura. Los activos de infraestructura, su mantenimiento y el suministro de sus servicios asociados son inadecuados y están por debajo del promedio para una región con su nivel de desarrollo. Una de las formas más prometedoras de cerrar la brecha de servicio es incrementando la eficiencia. Apoyándose en datos de más de 80 países para los años 2000 y 2016, este trabajo presenta los resultados de un análisis de eficiencia que evalúa si en los países de ALC hay margen para mejorar la eficiencia del gasto público en el suministro de infraestructura económica de calidad, qué países son los indicadores de referencia relevantes para ALC, y qué características impulsan su mejora.

Palabras clave

Infraestructura; eficiencia; América Latina y el Caribe; análisis de frontera

Códigos JEL: H54; O18; R53.

Agradecimientos:

A los autores les gustaría agradecer la colaboración de Sergio Perelman, así como los valiosos comentarios de los siguientes colegas: Agustín Aguerre, Gastón Astesiano, Eduardo Cavallo, Esteban Diez-Roux, Michelle Hallack, José Luis Irigoyen, Alejandro Izquierdo, Andy Powell, Maria Eugenia Rivas, Marta Ruíz Arranz (Banco Interamericano de Desarrollo); Luis Andrés, Marianne Fay, Matías Herrera Dappe, Fernanda Ruiz Nuñez (Banco Mundial); Antonio Estache, Fernando Navajas, y Juan Pablo Rud.

¿Cómo se compara la región de América Latina y el Caribe con otras regiones?	8
Inversión en infraestructura	9
Dotación de infraestructura	9
Calidad de la infraestructura	12
Desarrollo de un único indicador para una evaluación comparativa de servicios de infraestructura	13
Análisis de frontera de eficiencia de la infraestructura económica	16
Análisis envolvente de datos (DEA)s	17
La frontera de eficiencia	17
¿Está mejorando la eficiencia?	
Cambios entre 2000 y 2016	20
Aprendiendo de las mejores prácticas	26
Implicaciones en materia de políticas públicas	34
Apéndice A - ¿Qué tan eficiente es la eficiencia de infraestructura en América Latina y el Caribe? Una reseña de la literatura	42
Sector del transporte	43
Sector energético	43
Sector de agua potable y saneamiento	44
Sector de telecomunicaciones	44
Apéndice B - Tablas y figuras adicionales	46

América Latina y el Caribe (ALC) presenta un importante rezago en infraestructura². Múltiples estudios concluyen que, a fin de cerrar esta brecha, la región necesita invertir entre un 4 % y un 7 % de su PIB en infraestructura por un periodo prolongado de tiempo (Rozenberg y Fay, 2019; Sánchez et al, 2017, Ruiz-Nunez et al, 2015; Perrotti y Sánchez, 2011; Kohli y Basil, 2010; Bhattacharya, Romani y Stern, 2012; Calderón y Servén, 2003; Fay y Yepes, 2003). Si las estimaciones son correctas, ALC requiere de una inversión adicional en infraestructura aproximada del 2.0 al 2.5 % de su PIB, lo que equivale a USD 120 a 150 mil millones al año³.

De acuerdo con la encuesta sobre percepciones de calidad de la infraestructura del Foro Económico Mundial, la calidad de la infraestructura en ALC se encuentra rezagada con respecto a las economías avanzadas y a las economías asiáticas de alto crecimiento. Aún más preocupante resulta el hecho de que la brecha de calidad entre la región y África se está reduciendo: los indicadores de calidad de África pronto podrían equipararse o incluso superar a los de ALC (Serebrisky et al., 2015). La falta de activos físicos, así como su inadecuado mantenimiento y un deficiente suministro de servicios de infraestructura, explican la percepción de que los servicios de infraestructura en la región son de baja calidad.

La infraestructura en ALC está menos desarrollada de lo que debería, dado el nivel de ingreso de la región, viéndose así afectadas de manera adversa la calidad de vida de sus habitantes y la competitividad de sus economías. La inversión es insuficiente y la calidad de los servicios es baja (Cerra et al., 2016). La mayoría de los países de la región obtienen una calificación más baja —en referencia la calidad de su infraestructura— de lo que se esperaría dado su nivel de ingreso per cápita⁴. El Fondo Monetario Internacional (FMI, 2016) desarrolló indicadores específicos para cada país, para las seis mayores economías (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú, conocidas como ALC-6), a través de la identificación de los cinco principales competidores para cada uno de los cinco principales productos de exportación en cada país. Los resultados muestran que Chile es el único país del ALC-6 que cuenta con un nivel de infraestructura que puede competir con el de sus rivales comerciales.

Aun así, la competitividad de las exportaciones en Chile disminuyó entre 2008 y 2015.

Invertir más podría resultar una manera simple para que ALC avance hacia el cierre de la brecha en infraestructura. Sin embargo, a lo largo de las últimas décadas la inversión en infraestructura no se ha incrementado a un nivel compatible con el cierre de tal brecha. ALC ha intentado superar los bajos niveles de inversión pública en infraestructura promoviendo la inversión privada. Continuas reformas en materia de políticas, implementadas desde mediados de la década de 1990, incrementaron la inversión del sector privado de una cifra insignificante en un inicio hasta llegar al 1 % del PIB en 2015. A pesar del incremento, la inversión privada no ha sido suficiente y el sector público aún representa más de dos tercios de la inversión total en la región (Serebrisky et al., 2017).

La evolución de la inversión pública en ALC indica que depender de fondos públicos para inversión en infraestructura puede resultar riesgoso en tiempos de desequilibrio fiscal. Dentro de ALC, las asignaciones de recursos para inversión en infraestructura pública se redujeron en épocas de balances fiscales en deterioro⁵. Más aún, la región de ALC se caracteriza por la existencia de un sesgo en contra de los gastos de capital, favoreciendo en cambio los gastos corrientes. Un claro indicador de este sesgo lo ofrece lo sucedido durante el boom de las materias primas en ALC, un periodo durante el que se habría esperado ver un fuerte incremento en gastos de capital. De

² El acercamiento más común para la medición del rezago en infraestructura se da en términos de las necesidades con respecto al alcance de una tasa de crecimiento económico fijada; alcanzar un objetivo específico, tal como una tasa de cobertura (por ejemplo, cien por ciento de acceso a agua potable y servicios de saneamiento), o alcanzar un stock de infraestructura similar al de otro país o grupo de países (Serebrisky et al., 2015).

³ Base en cifras de PIB de 2013.

⁴ La calidad de la infraestructura en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay o Venezuela es considerablemente más baja de lo esperado, dados sus niveles de ingresos. Por su parte, Guatemala, Panamá y El Salvador tienen calidad de infraestructura “mejor de lo esperado” de acuerdo con el Foro Económico Mundial (2016).

⁵ Carranza et al. (2014) argumentan que entre 1987 y 1992, un periodo de crisis financieras y fiscales en ALC, “un tercio de la mejora en cuentas fiscales puede ser efectivamente atribuido a una menor inversión en infraestructura”. Los déficits públicos se redujeron al 6 % del PIB, y las inversiones públicas en infraestructura disminuyeron, en promedio, al 2 % del PIB, el equivalente a una reducción de la inversión pública en infraestructura de más del 60 %. Los gastos totales en ALC se incrementaron en un 3.7 % entre 2007 y 2014, pero más del 90 % del incremento fue hacia gastos corrientes; solo el 8 % fue dedicado a inversiones de largo plazo (Cavallo y Serebrisky, 2016).

hecho, de 2007 a 2014, el gasto público en ALC se incrementó en un 3.8 % del PIB, pero el gasto de capital solo representó el 8 % de ese incremento (Cavallo y Serebrisky, 2016).

Para todos los países, la eficiencia de la inversión en infraestructura debería ser una prioridad en materia de políticas, pero más para ALC. Dados el bajo nivel de espacio fiscal tradicionalmente asignado a la infraestructura, el que las inversiones públicas en infraestructura sean tan dependientes del ciclo económico y del todavía insuficiente nivel de inversión privada, hacen que incrementar la eficiencia resulte una prometedora manera de cerrar las brechas cuantitativa y cualitativa en infraestructura en ALC.

¿Qué sabemos sobre la eficiencia de suministro de infraestructura en ALC? La evidencia es indiscutible: la eficiencia del suministro de servicios en ALC tiene amplio margen de mejora. Una muestra de indicadores seleccionados resume el estatus de la calidad de los servicios de infraestructura: la región pierde el 16 % del total de la energía eléctrica que produce —mucho más que el 6 % perdido en países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), cantidad equivalente a la electricidad generada en Perú (Jimenez et al., 2014). Las pérdidas resultado de apagones en América Latina alcanzaron los USD 68 mil millones en 2012 (Banco Mundial, 2012). ALC tiene una baja densidad de infraestructura de transporte dado su nivel de ingresos. Su densidad de caminos pavimentados es similar a la del África subsahariana, (Banco Mundial, 2018). Más de 100 000 personas mueren cada año en ALC a causa de accidentes viales, siendo esta la principal causa de muerte entre personas dentro del grupo de edad de 15 a 29 años. Se estima que los accidentes viales cuestan a la economía del 1 al 3 % del PIB (Serebrisky, 2014). ALC se ubica cerca del África subsahariana en el Indicador Logístico de Desempeño (Logistic Performance Indicator). Presenta costos más altos y tiempos de exportación más largos que el Este de Asia (y costos más altos que el Sur de Asia) (Banco Mundial, 2018). Las pérdidas por el deterioro o quiebre de mercancía durante su transportación excedieron los USD 70 mil millones en 2012 (Banco Mundial, 2012).

Recientes estudios empíricos han intentado medir la eficiencia de infraestructura en ALC.

Todos los trabajos producidos muestran un enfoque centrado en sectores/activos específicos, como puertos, o aeropuertos. El Apéndice A describe una muestra de tales trabajos. Sin embargo, ningún estudio, hasta ahora, ha abordado la eficiencia de la infraestructura de manera general en la región.

El presente trabajo tiene como objetivo final medir la eficiencia a través de la cual un país traduce su stock de capital (la historia acumulada de la inversión) en un indicador que refleja la dotación y calidad de su infraestructura. Primero, describe la dotación de infraestructura, su calidad y el stock de capital en la región, y los compara con el de otros países para comprender en dónde se encuentra la región hoy en día, además de realizar un análisis de la evolución temporal para atender a la perspectiva histórica. Luego determina si hay margen para mejoras en eficiencia y si tales mejoras podrían ayudar a cerrar la brecha de infraestructura en la región. Mediante la metodología de análisis de fronteras se mide qué tan eficientemente se emplean los recursos para el desarrollo de servicios de infraestructura.

El trabajo se organiza de la siguiente forma: la primera sección compara el desempeño de la infraestructura entre ALC y otras regiones. La sección dos reporta el resultado del análisis de frontera de eficiencia respecto al estatus y cambios en la eficiencia de la infraestructura a nivel mundial entre 2000 y 2016. La sección tres presenta los resultados de un novedoso análisis que identifica pares internacionales para ALC y provee algunas observaciones a partir de sus experiencias en materia de políticas de infraestructura. La sección cuatro presenta un análisis de la correlación entre calidad de infraestructura y algunos determinantes institucionales relevantes. La última sección discute algunas implicaciones en materia de políticas.



01

**¿Cómo se compara la región
de América Latina y el
Caribe con otras regiones?**

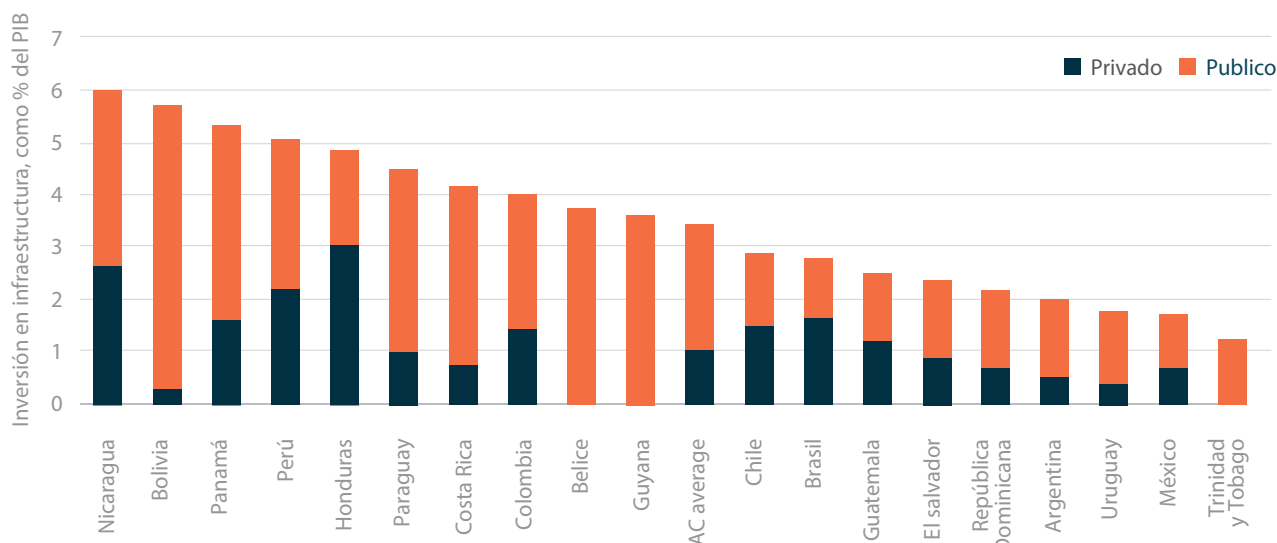
INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

Los países de ALC han invertido anualmente un promedio de 3.5% de su PIB en infraestructura desde 2008.. El nivel de inversión fue el doble del nivel correspondiente a la década de 1990. La inversión en infraestructura en ALC no había sido tan alta desde la década de 1980 (ver Calderón y Servén, 2010). En comparación con otras regiones, sin em-

bargo, los niveles de inversión en infraestructura en ALC son bajos. Otras regiones y países invirtieron proporciones mucho mayores (China invirtió el 8.5 %, Japón e India el 5 %, y otros países industrializados el 4 %) (Serebrisky et al., 2016).

Figura 1

Inversión pública y privada anual promedio en infraestructura, representada como porcentaje del PIB en América Latina y el Caribe, por país, 2008-15



Fuente: www.infralatam.info.

DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

A pesar de los bajos niveles de inversión, el acceso a servicios de infraestructura mejoró grandemente en ALC en las últimas décadas. Sin embargo, la región aún se encuentra rezagada respecto al mundo desarrollado, a pesar de que los niveles de acceso sean más altos que los del Sur de Asia y África. ALC enfrenta el problema de “last-mile connection” (en referencia al último tramo de infraestructura que separa al usuario final del acceso a un servicio); aún no se ha alcanzado el acceso universal a electricidad, agua potable y servicios de saneamiento. El acceso ha sido una prioridad en materia de políticas en los sectores de electricidad y agua potable,

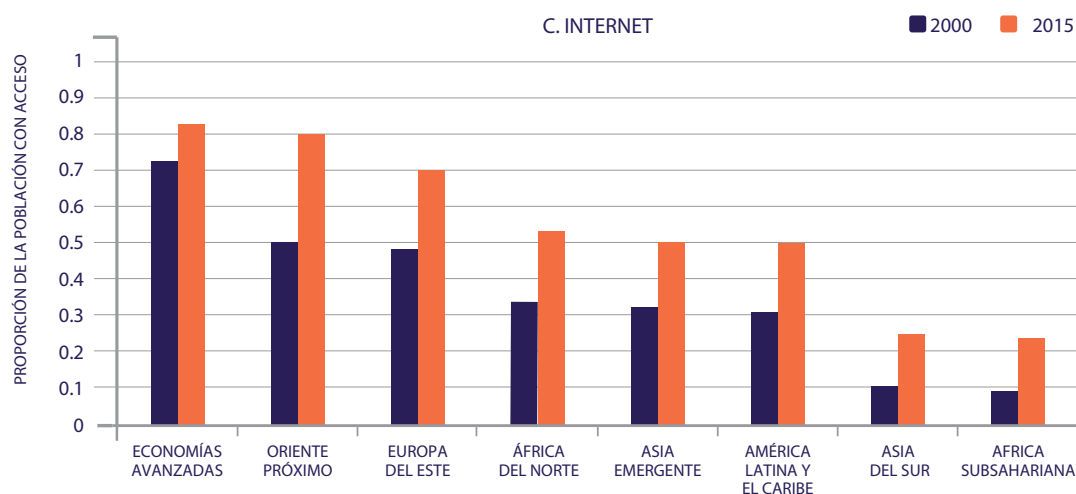
si bien las áreas rurales se han quedado atrás. Si se considera país por país, se verá que los problemas de acceso se concentran en unos pocos países. El acceso a internet es todavía un desafío y requiere acciones continuas y específicas en materia de políticas públicas para poder alcanzar la cobertura universal.

⁶ 2008 es el primer año para el que hay datos disponibles sobre inversión en infraestructura, para un grupo grande de países en ALC. Los datos son tomados de Infralatam (www.infralatam.info).

Figura 2

Acceso a servicios de infraestructura por región, 2000 y año más reciente de información disponible



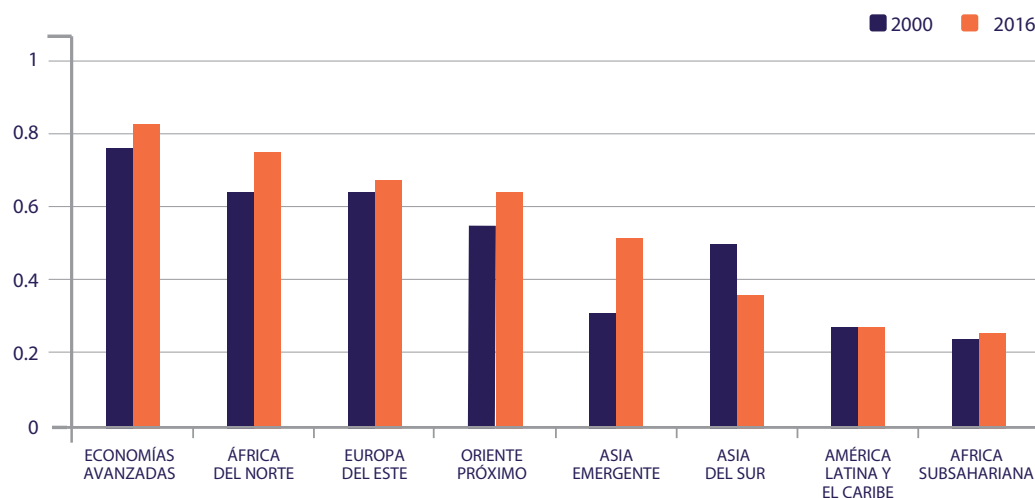


Fuente: Base de datos del Banco Mundial.

Nota: En el panel a, los datos mostrados en color naranja corresponden a los datos más recientes. (2014 para electricidad).

Figura 3

Proporción de caminos pavimentados en la red de caminos, por región, 2000 y 2016



Fuente: CIA World Factbook data.

Nota: Argelia (77 %) y Túnez (76 %) explican el alto valor obtenido por la región del Norte de África en lo referente a la proporción de caminos pavimentados como parte del total.

En lo referente a transporte, la parte correspondiente a la red de caminos pavimentados

en ALC experimentó casi ningún cambio a lo largo de las últimas dos décadas (figura 3).⁷

⁷ El sector del transporte revela la complejidad involucrada en la selección de indicadores representativos. En el caso de los caminos este problema es agudo. La proporción de caminos pavimentados está débilmente correlacionada con otros indicadores de transporte, incluyendo el número de contenedores transportados ($r = 0.32$), kilómetros de líneas férreas ($r = 0.37$), y el número de pasajeros de transporte aéreo ($r = 0.40$). Es posible que otros subsectores sean más afectados por usuarios indirectos o terceros, tales como el tráfico de transbordo cuando hablamos de transporte marítimo, o los pasajeros internacionales en un importante aeropuerto internacional

si hablamos de transporte aéreo. Siguiendo este razonamiento, los caminos estatales en un país como Sri Lanka o Panamá serían más representativos de los servicios de infraestructura de transporte existentes en el país que el número de contenedores de carga o pasajeros de transporte aéreo transportados. La proporción de caminos pavimentados se halla altamente correlacionada con otros indicadores de infraestructura (energía, agua potable, saneamiento y telecomunicaciones), posiblemente indicando que representa un proxy más apropiado del estado general de los servicios de infraestructura en un país.

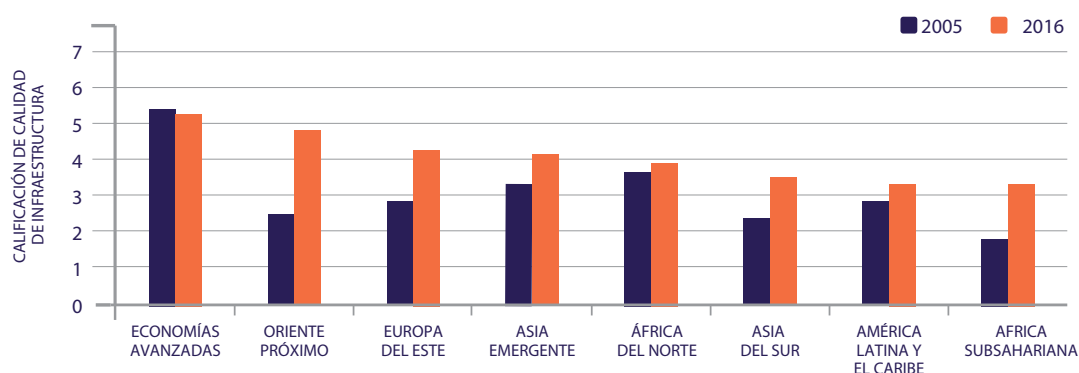
CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA

La encuesta sobre percepciones de calidad de la infraestructura del Foro Económico Mundial — la más utilizada y citada alrededor del mundo— revela que la calidad de la infraestructura en ALC se está quedando rezagada, particularmente en comparación con el mundo desarrollado.

La figura 5 sugiere que hay una relación positiva entre el cambio en la percepción de la calidad de la infraestructura y la inversión

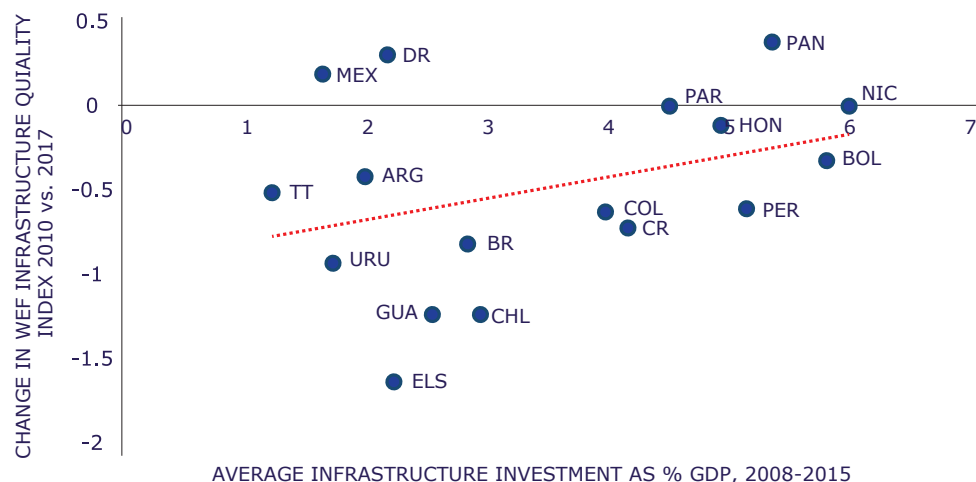
promedio rezagada en infraestructura como proporción del PIB. Una mayor inversión tiene mayor posibilidad de ser asociada a una percepción más favorable de la calidad en los años posteriores a la inversión. La tendencia en ALC es preocupante: la mayoría de los países experimentó una caída en su índice de calidad en años recientes a pesar de que, en promedio, la inversión en infraestructura se incrementó (Serebrisky et al., 2018). Doce de los diecisiete países de ALC experimentaron una caída en su índice de calidad entre 2000 y 2017 (en promedio, 0.47 puntos dentro de una escala del 0 al 7).

Figura 4
Calidad de la infraestructura por región, 2005 y 2016



Fuente: Foro Económico Mundial.

Figura 5
Correlación entre la inversión promedio en infraestructura entre 2008 y 2015, y los cambios en percepción de la calidad de la infraestructura en países selectos en América Latina y el Caribe



Fuente: Serebrisky et al. (2018).

DESARROLLO DE UN ÚNICO INDICADOR PARA UNA EVALUACIÓN COMPARATIVA DE SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA

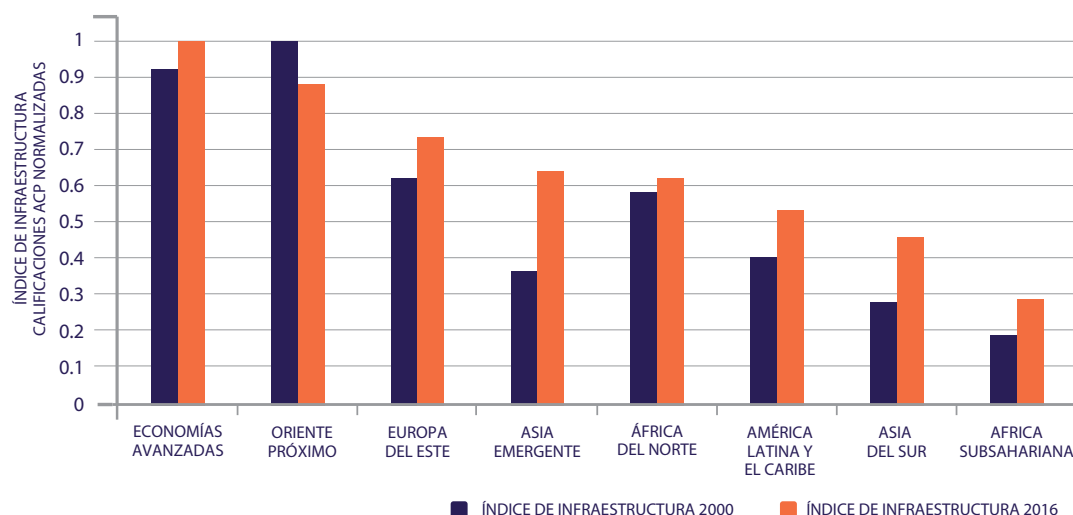
El análisis de la dotación y la calidad de la infraestructura a menudo se lleva a cabo a nivel sectorial. Esto se explica por las especificidades del sector. Resulta difícil desarrollar un único indicador que capture el estado de la infraestructura, pues debe considerar no solo la dimensión de acceso (después de todo, el acceso es la condición necesaria para satisfacer la demanda de un servicio determinado) de la infraestructura, sino también su calidad (cómo valoran los usuarios los servicios suministrados). La motivación⁷ es incluir la siguiente: La principal motivación para desarrollar un único indicador pasa por proveer una cifra simple comparable entre países y a lo largo del tiempo, que resuma la situación de la infraestructura de un país, y que sirva de este modo para informar a los responsables públicos del desarrollo de infraestructura y de la asignación de recursos.

Este reporte desarrolla un único indicador

para servicios de infraestructura, que captura tanto acceso a los servicios (inclusive se puede interpretar que captura disponibilidad) como su calidad. Usando análisis de componentes principales (ACP) (Jolliffe y Cadima, 2016) es posible reducir el número de variables conservando, sin embargo, mucha de la información de los datos originales. El ACP es una técnica multivariante que usa transformación ortogonal para convertir un conjunto de observaciones de variables posiblemente correlacionadas en un conjunto de valores de variables linealmente no correlacionadas —llamados componentes principales (Abdi y Williams, 2010). Este enfoque permite a los investigadores identificar patrones en los datos y resaltar similitudes y diferencias. Una vez hallados estos patrones, los datos pueden ser comprimidos reduciendo las dimensiones sin mucha pérdida de información (Andres, 2007).

A través del ACP, la información contenida en las variables de acceso a infraestructura económica (electricidad, internet, mejores servicios de agua potable y saneamiento), junto con otras la variable asociada a transporte (la red de caminos pavimentados) —y

Figura 6
Índice de infraestructura por región, 2000 y 2016



Fuente: Datos del Banco Mundial y el CIA World Factbook.

Nota: El índice de infraestructura muestra calificaciones normalizadas con base en el análisis de componentes principales.

ponderadas por la percepción de los usuarios de la calidad de la infraestructura, según datos del Foro Económico Mundial—son sintetizadas en un solo indicador⁸. Este índice de infraestructura representa casi el 90 % de la información (ver apéndice Tabla A.2 para resultados de la estimación).⁹ La figura 6 muestra los resultados de los cálculos de ACP para 2000 y 2016.

Un vistazo al indicador de infraestructura provee una conclusión clara: la región de ALC se encuentra lejos del mundo desarrollado; solo los países del Sur de Asia y del África subsahariana tienen un peor desempeño. El desempeño mejoró ligeramente entre 2000 y 2016, pero los países de ALC se mantienen lejos de la cima y algunos perdieron su ventaja en relación con los países del Sur de Asia y del África subsahariana.

Es razonable esperar que el aumento en inversión en infraestructura debería ejercer un impacto positivo en el indicador, pues es posible que tanto acceso como calidad se incrementen. Sin embargo, la Correlación está lejos de 1. Datos acerca del stock de capital total (la suma de la inversión histórica), que puede considerarse una buena proxy para el stock de infraestructura¹⁰, revelan enormes diferencias entre regiones (figura 7, panel a.) cuando se miden per cápita. Estas diferencias se reducen una vez que se consideran el tamaño de las economías de las regiones (figura 7, panel b.). Este hallazgo es consistente con ejercicios de contabilidad del crecimiento que muestran que la cantidad de acumulación de capital físico (como proporción del PIB) en ALC era similar a la de otras regiones en términos relativos de PIB (Cavallo y Powell, 2018).

Países en diferentes regiones asignan pro-

porciones similares de sus recursos a sus stocks de capital, pero los activos desarrollados y la calidad de los servicios producidos por dichos activos son mucho menores en ALC que en otras regiones. Cavallo y Powell (2018) muestran que la eficiencia general de inversión —definida como la ratio de crecimiento del PIB (neto de la contribución de mano de obra y cualificaciones) con relación a la tasa de inversión neta— es más baja en ALC que en el resto del mundo¹¹.

La hipótesis de trabajo de este análisis (confirmada por los datos) es que ALC tiene un rendimiento por debajo de lo esperado en lo que respecta a la eficiencia de infraestructura: la región no está sacando el máximo provecho a los recursos asignados para producir servicios de infraestructura. Para poner a prueba esta hipótesis, la siguiente sección desarrolla una frontera de eficiencia usando metodología DEA en una muestra de 87 países.

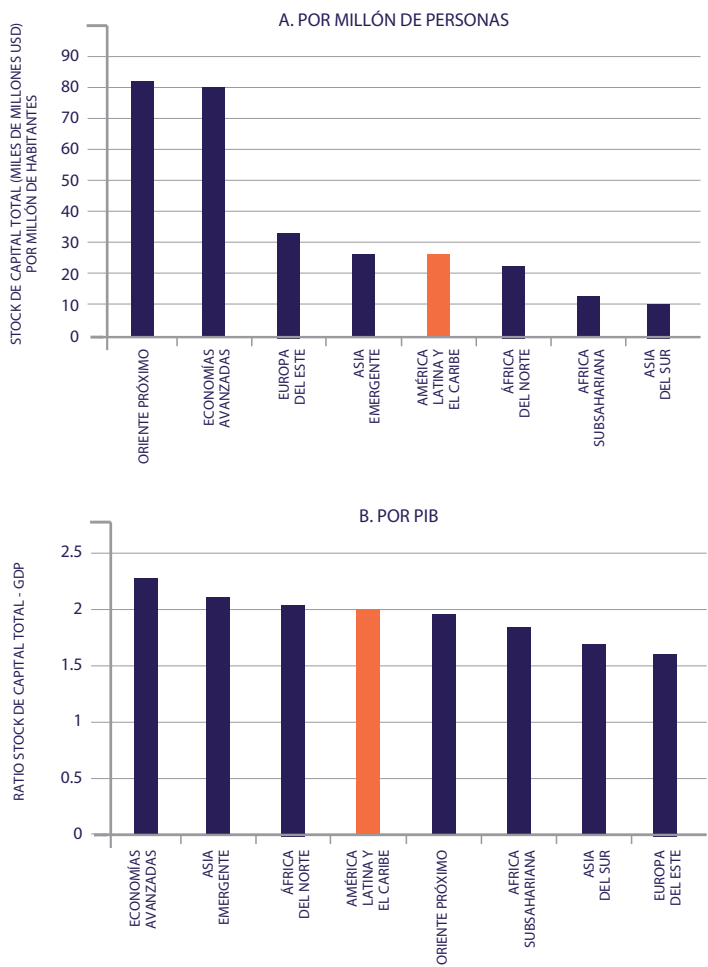
⁸ Los datos de generación de electricidad provienen de la Base de Datos sobre Balances Energéticos Mundiales (Database on World Energy Balances) de la OCDE.

⁹ El componente ACP está altamente correlacionado con variables de cantidad-calidad, por ej. 2000: saneamiento (0.98), electricidad (0.96), agua (0.96), telecomunicaciones (0.96), transporte (0.86) y generación de electricidad (0.52).

¹⁰ La variable de stock de capital total fue desarrollada por el FMI (2015). Para este trabajo, los autores construyeron el indicador de stock de capital a partir de datos sobre inversión general (formación bruta de capital fijo). La formación bruta de capital fijo (anteriormente inversión bruta interna fija) incluye mejoras territoriales (vallas, zanjas, drenajes y demás); compras de plantas, maquinaria y equipamiento; y caminos, líneas férreas, escuelas, oficinas, hospitales, alojamientos residenciales privados y edificios industriales. De acuerdo con el SCN 1993, las adquisiciones netas de objetos de valor también son consideradas formación de capital. Usar una dimensión de stock evita las usuales enormes variaciones observadas en inversión. La metodología basada en inventarios del FMI hace posible calcular una variable de stock de capital al considerar inversión y cuentas históricas para la depreciación. Esta variable abarca mucho más que infraestructura económica (inversiones en energía, telecomunicaciones, transporte, agua potable y saneamiento). Sin embargo, no existe información histórica y comparable sobre inversión en infraestructura para una muestra grande de países a nivel mundial. El apéndice Tabla B.1 muestra que la inversión promedio en infraestructura representa alrededor del 15 % de la formación bruta de capital fijo. El apéndice Figura B.1 muestra cuán estable ha sido esta proporción a lo largo del tiempo. Por lo tanto, para propósitos de estimación/cálculo, el stock de capital puede constituir un proxy adecuado para el stock de infraestructura.

¹¹ Cavallo y Powell encuentran que un incremento de 1 punto porcentual en inversión como proporción del PIB, incrementa el PIB en cerca de 0.28 puntos porcentuales en Asia emergente, y solo en alrededor de 0.20 puntos porcentuales en ALC.

Figura 7 Stock de capital total, por región, 2016



Fuente: Datos del FMI.

02

Análisis de frontera de eficiencia de la infraestructura económica

ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

El análisis DEA (Data Enveloping Analysis en inglés) es un método determinístico no paramétrico que usa técnicas de programación matemática para envolver los datos tan compactamente como sea posible, con la finalidad de construir una frontera lineal a trozos. Siguiendo a Coelli et al. (2005), el método DEA puede introducirse utilizando una presentación intuitiva en forma de ratio. Cada unidad de toma de decisiones (DMU, por sus siglas en inglés) j —un país en nuestro caso— es comparada en términos de eficiencia con otras DMUs en un espacio múltiple de output-input, de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \max_{\mu, v} \left(\frac{\mu_1 y_{1i} + \mu_2 y_{2i} + \dots + \mu_r y_{ri}}{v_1 x_{1i} + v_2 x_{2i} + \dots + v_m x_{si}} \right), \\ \text{sujeto a } & \frac{\mu_1 y_{1j} + \mu_2 y_{2j} + \dots + \mu_r y_{rj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_s x_{sj}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, I \\ & \mu_1, \dots, \mu_r > 0, \text{ and } v_1, \dots, v_s > 0 \end{aligned}$$

en donde y_{ri} y x_{si} indican, respectivamente, output r ($r=1, 2, \dots, R$) e input s ($s=1, 2, \dots, S$) correspondientes a la DMU i , y a u_r y v_s los pesos asociados a ellos. En otras palabras, los valores de u_r y v_s son aquellos que permiten a la unidad i maximizar el ratio output/input de productividad ponderada, en comparación con todas las otras unidades. Esta ratio, por definición menor o igual a uno, corresponde a la calificación de eficiencia¹².

DEA difiere de un simple ratio de eficiencia en que se adapta a múltiples inputs y outputs y provee información adicional significativa sobre dónde se pueden alcanzar mejoras en eficiencia y sobre la magnitud de estas potenciales mejoras (Sherman y Zhu, 2006). Lo hace sin la necesidad de conocer los valores relativos (precios) de los outputs e inputs, necesarios para el cómputo de índices de productividad.

Esta metodología puede cubrir un rango de singularidades con respecto a la configuración final del modelo, principalmente con respecto a su orientación y los rendimientos a escala. En lo tocante a la orientación del modelo, aquel orientado al input implica que

el análisis de eficiencia busca minimizar los inputs para producir un nivel específico de output; en un modelo orientado al output, el objetivo es maximizar el incremento proporcional del output, permaneciendo no obstante dentro del conjunto de posibilidades de producción. En lo tocante a los rendimientos a escala, el modelo de rendimientos constantes a escala (DEA-CCR, CRS, por sus siglas en inglés) permite una comparación entre unidades de diferente tamaño, de modo que todas las combinaciones observadas de producción pueden ser ampliadas o reducidas proporcionalmente. El modelo de rendimientos variables a escala (DEA-BBC, VRS, por sus siglas en inglés) permite determinar la eficiencia de escala como la distancia entre fronteras de rendimientos a escala tanto variables como constantes.¹³

LA FRONTERA DE EFICIENCIA

La figura 8 muestra el marco conceptual usado para calcular la frontera de eficiencia. Desarrollamos una función de producción en la que el stock de capital total (con relación al PIB) es usado para producir servicios de infraestructura¹⁴. Las variables de dotación de infraestructura incluyen: acceso a internet y a mejores servicios de agua potable, electricidad y saneamiento; y proporción de caminos pavimentados con relación al total de caminos. Pondera todos los activos de infraestruc-

¹² Esta formulación de ratio del problema DEA es, en la práctica, reemplazada por una formulación lineal que admite una solución de programación lineal (LP, por sus siglas en inglés). Nótese que bajo DEA se resuelve un programa LP diferente para cada DMU. Como consecuencia, los pesos de outputs e inputs (u_r and v_s) son específicos para cada unidad.

¹³ En su trabajo seminal, Charnes, Cooper y Rhodes (1978) asumieron el rendimiento constante a escala —es decir, que todas las combinaciones observadas pueden ser ampliadas o reducidas proporcionalmente (el modelo DEA-CCR). Trabajos posteriores (Banker, Charnes y Cooper, 1984) permitieron rendimientos variables a escala (el modelo DEA-BCC).

¹⁴ Al relativizar respecto al PIB, tomamos en cuenta el esfuerzo relativo de cada país y los costos relativos más altos/más bajos del desarrollo de infraestructura en países más ricos o más pobres. El ejercicio es implementado solo para la parte pública del stock de capital total. Los resultados de la frontera de eficiencia a partir del stock total de capital (presentado en este trabajo) y de únicamente el stock público de capital están altamente correlacionados (0.96).

tura por la calidad de servicio provista (con base en las percepciones de calidad de los usuarios).¹⁵

Figure 9 presents the results of an output-La figura 9 presenta los resultados de un análisis de eficiencia DEA orientado al output, asumiendo rendimientos variables a escala¹⁶. Una única frontera de producción de infraestructura para 2016 es computada para analizar comparativamente 87 países entre sí.

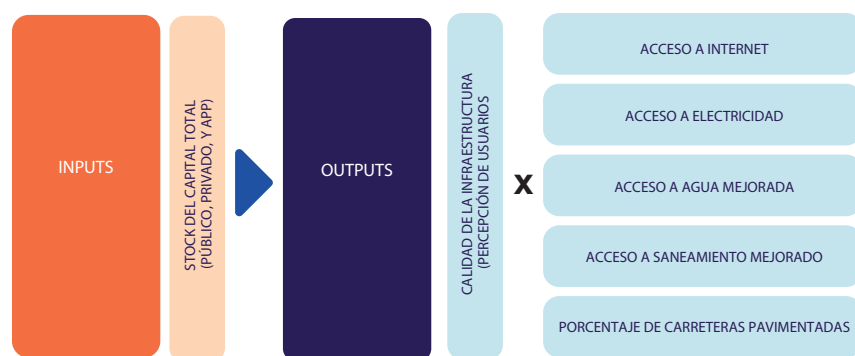
Como se indicó antes, el modelo tradicional DEA permite a la DMU maximizar su eficiencia bajo la restricción de que tanto los pesos output como los pesos input no pueden ser negativos (Wu et al., 2016). En el caso bajo análisis aquí, nos interesan particularmente los pesos output, dado que para el único input el peso es, por construcción, igual a uno. Más precisamente, consideramos que ninguno de los seis outputs retenidos en el análisis puede representar menos de una proporción dada en el resultado total de infraestructura. Los resultados reportados aquí fueron computados asumiendo un umbral de proporción mínima del 10 %, lo que significa que, en la práctica, 60 % del output total es asignado por defecto a los seis outputs uniformemente y 40 % lo es a partir del procedimiento de optimización DEA. Este ejercicio es replicado para una proporción mínima del 15 %. Los resultados

están altamente correlacionados, lo que indica que la selección de pesos no afecta fuertemente las calificaciones de eficiencia.

Suiza, Alemania, Moldavia, Reino Unido, Estados Unidos, Japón, Turquía, Francia y Corea tienen el mejor desempeño de entre los 87 países incluidos en la muestra; Benín, Haití y Liberia son los menos eficientes. A pesar de existir una relación positiva entre ingresos y eficiencia, ser eficiente no es una cuestión de tamaño o escala, toda vez que países como Moldavia son tan eficientes como países 90 veces más grandes (Estados Unidos), 42 veces más ricos (Suiza) y 3 veces más densos (Japón). Un análisis de frontera de eficiencia utilizando rendimientos variables a escala permite la consideración del efecto del tamaño¹⁷. Más allá de los tecnicismos del ejercicio, ser más eficiente significa, en términos simples, hacer un mejor uso de los recursos para producir infraestructura económica de buena calidad. En otras palabras, los países con el más alto desempeño son aquellos que son más eficientes al invertir en infraestructura. Dentro de ALC, Chile es el que presenta un mejor desempeño.

ALC se desempeña pobremente (figura 10). La región está a la par de los países del Sur de Asia. Solo los países del África subsahariana hacen un significativamente peor uso de los recursos existentes.

Figura 8
Marco conceptual de frontera de eficiencia de infraestructura



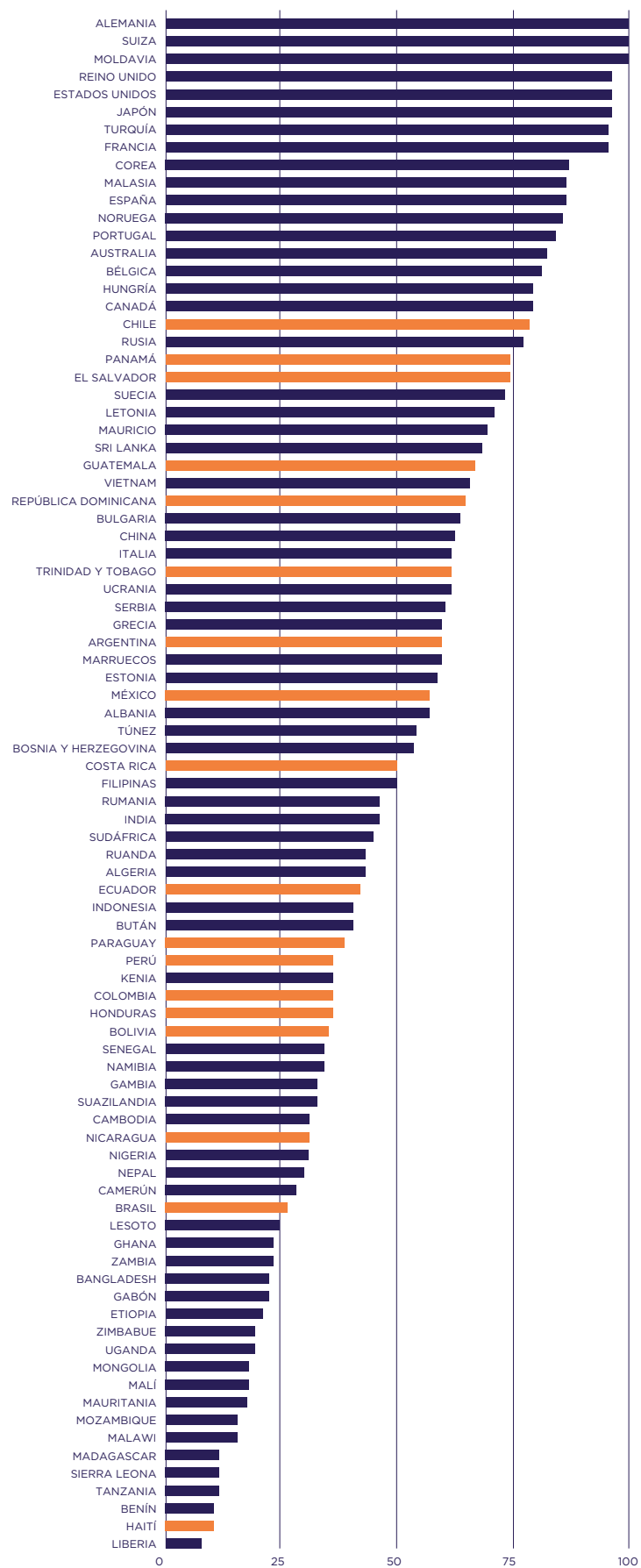
¹⁵ El modelo DEA requiere que se asignen pesos para cada variable incluida en el modelo. El modelo tradicional DEA permite que las unidades de toma de decisiones evalúen sus valores de eficiencia máxima usando sus pesos más favorables (Wu et al., 2016). Dado que la selección de pesos es arbitraria y depende de la importancia relativa de cada variable del modelo —esto es, de cada sector dentro del concepto general de infraestructura—, cada variable de output recibe un peso mínimo de 10 %, a fin de considerar a todos los sectores de la infraestructura económica. Las seis variables son consideradas para cada país. A partir de este mínimo, el modelo determina los pesos restantes (40 %). Este ejercicio es replicado para un mínimo de 15 % para cada variable y también en ausencia de un mínimo (libertad total). Los resultados están altamente correlacionados (0.91 en ausencia de un mínimo, 0.99 para mínimo de 15 %), indicando que la selección de pesos no afecta fuertemente las calificaciones de eficiencia.

¹⁶ La elección de especificación depende del marco conceptual y de los propósitos analíticos. Resultados de los modelos DEA-BCC y DEA-CRS están altamente correlacionados en este ejercicio (arriba de 0.8 considerando diferentes especificaciones).

¹⁷ Dado que todas las variables están expresadas en tasas o porcentajes, los efectos de escala potenciales sobre la eficiencia se refieren a valores que toman estas variables. En el caso aquí analizado es el valor input (stock de capital de infraestructura/PIB), que varía de 1.22 a 3.3 entre los países de ALC considerados, el que determina la escala (creciente, constante o decreciente) de la producción de infraestructura.

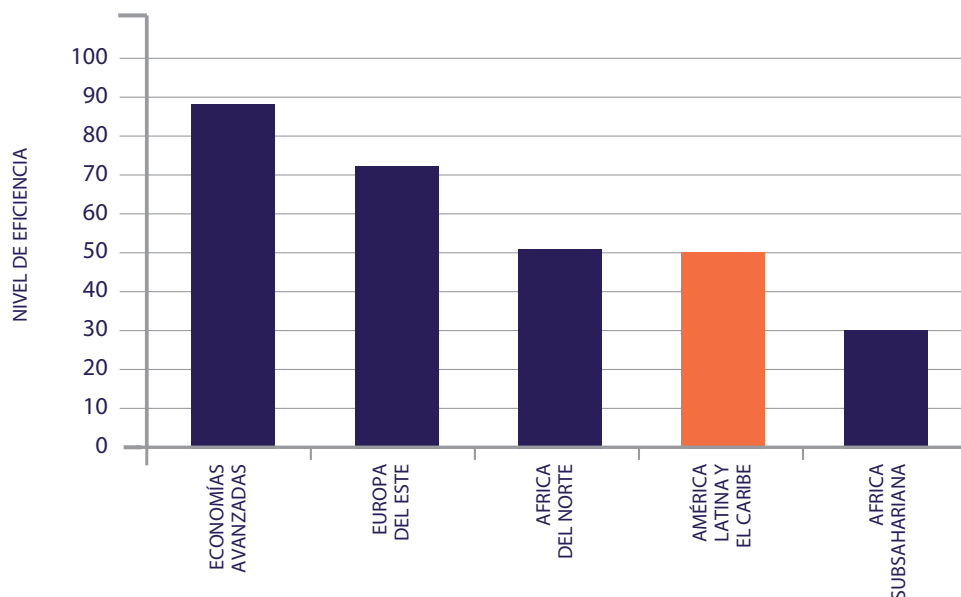
Figura 9

Eficiencia estimada de infraestructura de países seleccionados, 2016



Fuente: Cálculos de los autores, a partir de datos del Banco Mundial, el FMI, y el CIA World Factbook.
Nota: Los países en color naranja se encuentran en América Latina y el Caribe.

Figura 10
Eficiencia estimada de infraestructura, por región, 2016



Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI, y el CIA World Factbook.

¿ESTÁ MEJORANDO LA EFICIENCIA? CAMBIOS ENTRE 2000 Y 2016

Se dispone de información comparable para el año 2000 para una muestra de los países anteriormente analizados. Por ello, es posible medir el progreso en eficiencia a través de una única frontera intertemporal de eficiencia de infraestructura con datos de input y output para 2000 y 2016¹⁸. La figura 11 presenta los resultados.

Todas las regiones experimentaron mejoras en su eficiencia de infraestructura entre 2000 y 2016. ALC mejoró su calificación de eficiencia promedio en alrededor de 15 %, recortando distancias relativas en relación con Asia.

Etiopía¹⁹, Mongolia²⁰, Pakistán²¹, Camerún²², Bolivia²³, y Kenya²⁴ son ejemplos notables de países que lograron tener altas tasas de crecimiento respecto a la eficiencia de la inversión en infraestructura.

Particularmente notables resultan los casos de Malasia²⁵, Polonia²⁶, y Turquía²⁷, países que se desempeñaron bien ambos años. Estos países se desempeñaron casi tan bien como Japón, España, Nueva Zelanda, Noruega y

los Estados Unidos, de acuerdo con las mediciones del análisis transversal de eficiencia para 2016 (figura 9).

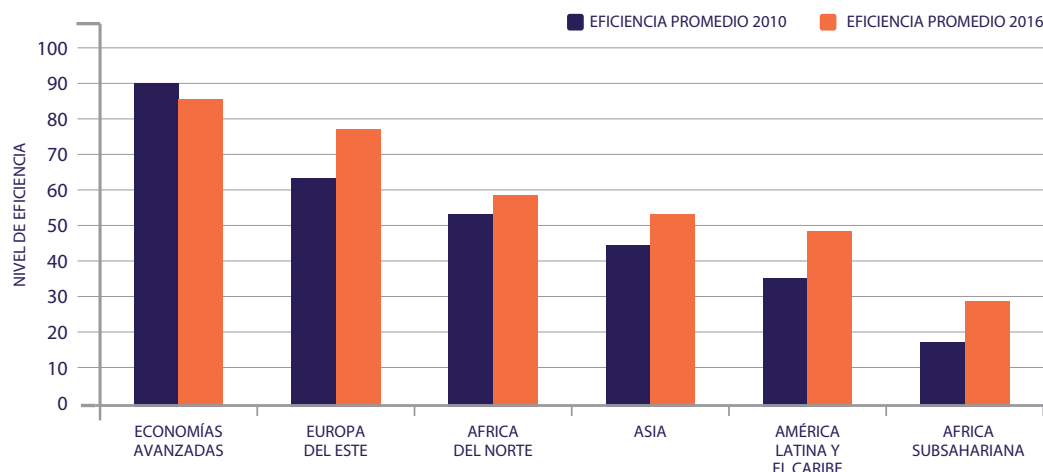
El cambio en la frontera de eficiencia muestra que la mayoría de los países en ALC mejoraron su eficiencia respecto a la infraestructura económica, a través del tiempo (figura 13). La excepción es Chile, que fue el más eficiente de los países en la región y aún lo era en 2016, pero varios países lo están alcanzando (Panamá es un caso notable). La buena noticia en la región es que los países con bajo desempeño en el año 2000 (Bolivia, Nicaragua, Paraguay, u Honduras), realizaron avances considerables.

La relación entre mayor eficiencia en el suministro de servicios de infraestructura y la inversión total no es automática, aunque podríamos esperar que ambas variables se acerquen más una a la otra. Sin embargo, un

¹⁸ Se han recolectado datos sobre calidad de infraestructura desde 2005. El Reporte de Competitividad Global (The Global Competitiveness Report) del Foro Económico Mundial incluyó la siguiente pregunta: ¿Cómo evaluaría la infraestructura general (transporte, telefonía y energía) en su país? [1 = extremadamente subdesarrollada/entre las peores del mundo; 7 = extensa y eficiente/entre las mejores del mundo] La dotación de infraestructura para el año 2000 fue después ponderada por la calidad percibida reportada en 2005 (dado que puede asumirse un desfase entre inversión y suministro de servicios de infraestructura de buena calidad).

Figure 11

Eficiencia de infraestructura estimada, por región, 2000 y 2016



Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI, y el CIA World Factbook.

motor clave para el progreso en el indicador de eficiencia es el cómo inversión y acceso a la infraestructura se traducen en acceso a los servicios y calidad de dichos servicios. Bolivia y Ecuador hicieron grandes inversiones en infraestructura en la última década y

mejoraron sus servicios, pero otros países —tales como Guatemala, Honduras y Nicaragua— que experimentaron grandes mejoras en eficiencia, o bien no incrementaron su inversión o bien lo hicieron en menor cantidad. La inversión en Argentina, Brasil y

¹⁹ De acuerdo con Foster y Morella (2011), Etiopía tuvo un progreso significativo en infraestructura y sus indicadores de infraestructura se comparan relativamente bien con sus pares, países de bajos ingresos. El país: 1) desarrolló Ethiopia Airlines (una de las ahora tres principales aerolíneas africanas) y centros regionales asociados de transporte aéreo; 2) lanzó un ambicioso programa de inversión para modernizar su red de carreteras nacionales y está estableciendo un moderno mecanismo de financiamiento para el mantenimiento de caminos; 3) expandió rápidamente el acceso a servicios de agua potable y saneamiento (partiendo de una base muy baja), gracias a una concentración juiciosa de opciones intermedias, tales como letrinas tradicionales, pozos, pozos perforados con bombas y fuentes públicas. Etiopía ha continuado enfocado en sus políticas económicas sobre el desarrollo de nueva y mejorada infraestructura, planeando la asignación de USD 90 millones para gastos en infraestructura (Fox, 2017).

²⁰ Financiado por el boom minero, el gasto gubernamental en nueva infraestructura en Mongolia se ha incrementado 35 veces en los últimos diez años. Sin embargo, aún se deben abordar numerosas deficiencias para asegurar que los ambiciosos planes gubernamentales de gasto resulten en infraestructura de buena calidad (Hasnain et al., 2013). El gobierno ha elaborado planes específicos para el desarrollo de infraestructura en Mongolia. Metas estratégicas respecto al desarrollo de sistemas de transporte y energéticos han sido planeadas en diferentes etapas. Las tareas en la primera etapa incluían la promoción de regulaciones y desarrollos para instalaciones menores, además de mejoras a la red vial y los sistemas de suministro existentes. El trabajo planeado en la segunda etapa se compone de algunos proyectos grandes con relación a centrales termoeléctricas y de carbón limpio, y a lograr una completa cobertura de internet en las principales ciudades y ciudades capitales de las diferentes regiones a lo largo de Mongolia (Gao, 2018).

²¹ En 2004, el gobierno de Pakistán anunció una estrategia de infraestructura como parte de su Marco de Desarrollo a Mediano Plazo 2005–2010 (MTDF,

por sus siglas en inglés), que buscaba “apuntar hacia el óptimo desarrollo económico y reducción de la pobreza a través del desarrollo de instalaciones de infraestructura en los sectores de generación de energía, transporte y recursos hídricos” (ADB, 2011).

²² El reporte del Banco Africano de Desarrollo (2017) encuentra que, a lo largo de la última década, Camerún ha adoptado medidas para potenciar aún más el crecimiento, logrando avances importantes en el suministro de servicios de salud, educación y agua limpia, y lanzando un ambicioso programa de inversión en infraestructura, a fin de convertirse en un país de ingresos medios para 2035. Específicamente, de 2000 a 2005, las mejoras en tecnología de la información y comunicaciones (TIC) impulsaron el desempeño en crecimiento de Camerún en 1.26 puntos porcentuales per cápita. Sin embargo, la deficiente infraestructura energética restringió el crecimiento en 0.28 puntos per cápita (Domínguez y Foster, 2011).

²³ De acuerdo con Infralatam (2018), una base de datos sobre inversiones en infraestructura económica en ALC, Bolivia es el país de ALC con la mayor inversión en infraestructura como porcentaje del PIB —cerca del 9 % en 2015 y lejos del promedio regional (3.5 % entre 2008 y 2015). Además, de acuerdo con el Índice de Eficiencia de Gestión de Inversiones Públicas del FMI, Bolivia se sitúa en el cuartil superior de los países más eficientes, superando así el promedio mundial y regional en cada subíndice (valoración, selección, gestión y evaluación) (Dabla-Norris et al., 2012). En un metaanálisis de diferentes indicadores referentes a planeación y selección de proyectos, Serebrisky et al. (2018) hallan que Bolivia está entre los países más fuertes de la región.

²⁴ De acuerdo con Afrobarometer (2017), Kenia es el país africano con las ganancias más altas en lo que respecta a cambios en acceso a ganancias electrónicas. Además, los indicadores de transporte reflejan un agresivo desarrollo de la infraestructura —especialmente en lo concerniente al mejoramiento y clasificación de los caminos—, llevado a cabo por muchos de los nuevos gobiernos locales del país en los últimos años (Mitullah et al., 2016).

²⁵ Históricamente, Malasia ha invertido significa-

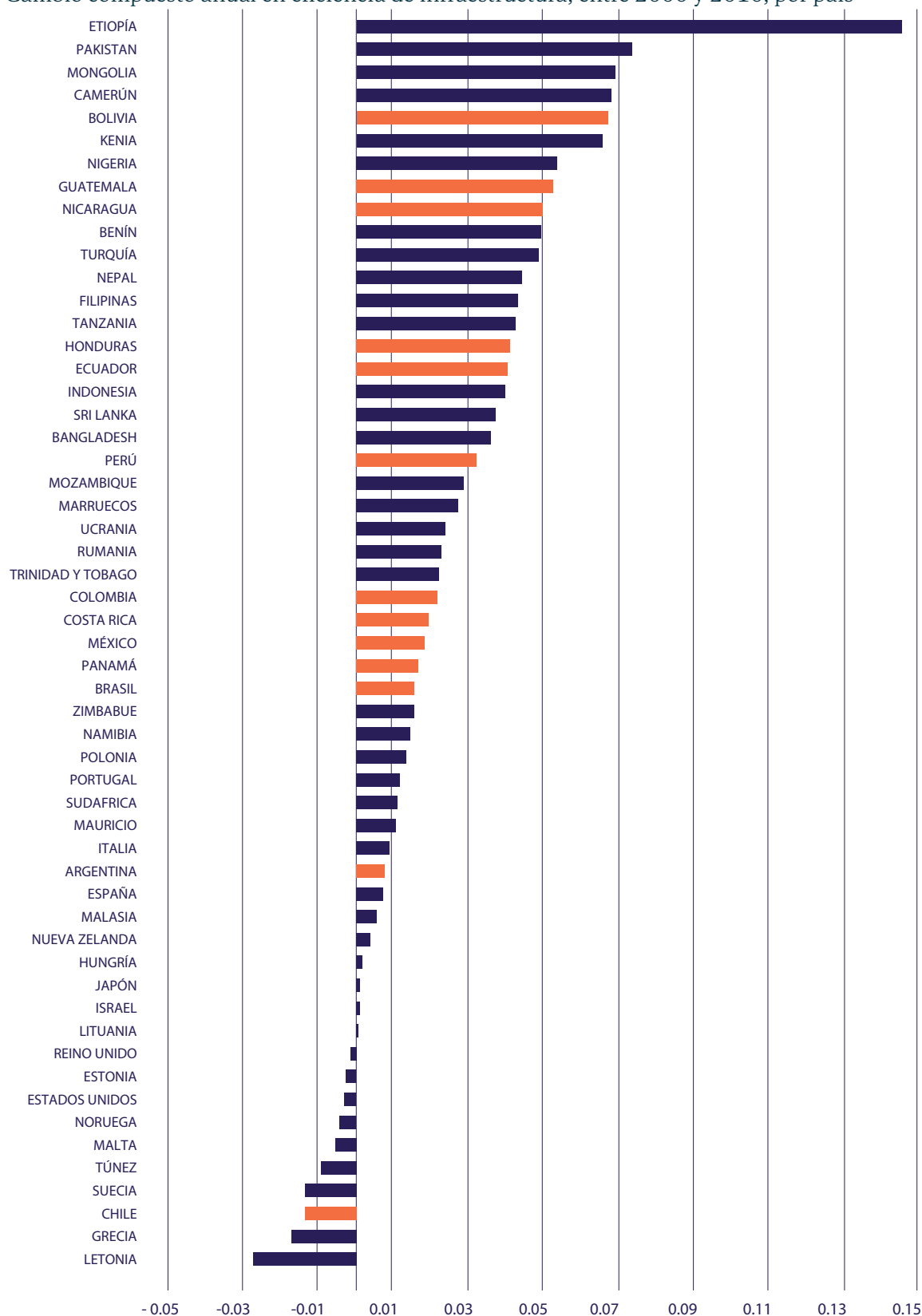
tivamente en infraestructura y hoy la mayoría de los malayos tiene acceso a comodidades y servicios esenciales tales como transporte, comunicaciones, electricidad y agua limpia (Austrade, 2018). Durante el 10° Plan Malasia (2011–15), el gobierno hizo grandes inversiones en infraestructura de transporte, energética y digital. La red vial de Malasia creció 68 % entre 2010 y 2015; dos puertos nacionales principales se clasificaron entre los primeros 20 puertos de contenedores, dado que el volumen creció en 23 %; Se abrieron una nueva terminal y pista de aterrizaje aeroportuarias, impulsando así el crecimiento del flujo de pasajeros en un 46 %, y se habilitaron más de 55 000 kilómetros de conectividad por fibra, incrementando la penetración de la banda ancha hasta el 70 % por ciento (Unit-EP, 2015).

²⁶ La convergencia de ingresos de Polonia que le ayudó a superar a países de la OCDE ha resultado principalmente de la eficiencia de ganancias asociada a la reestructuración sectorial y la absorción de tecnología extranjera. Gracias a la abundante disponibilidad de fondos estructurales de la UE, Polonia ha invertido sustancialmente en infraestructura digital y de transporte. Con todo, mejorar la calidad de la inversión fortalecería su impacto en innovación, eficiencia ambiental y desarrollo económico (OCDE, 2018).

²⁷ “Durante los últimos 15 años, Turquía ha gastado cerca de \$100 mil millones en la construcción de nuevas vías férreas, caminos, túneles, puentes y aeropuertos para respaldar su creciente estatus de socio comercial internacional. La mejora más importante a la infraestructura en Turquía se concentra en su más importante ciudad, Estambul. Siendo la ciudad más grande de Europa por población, y la cuarta más grande por extensión territorial, viajar a través de Estambul presenta desafíos únicos, por lo que Turquía ha propuesto varias soluciones creativas a la navegación de esta antigua ciudad; estas incluyen al sistema Metrobús, un sistema de autobuses de alta velocidad por completo separados de las calles congestionadas por autos. Las audaces acciones de Turquía para mejorar su infraestructura durante los últimos 15 años han modernizado al país y triplicado su economía” (Paulsen, 2017).

Figura 12

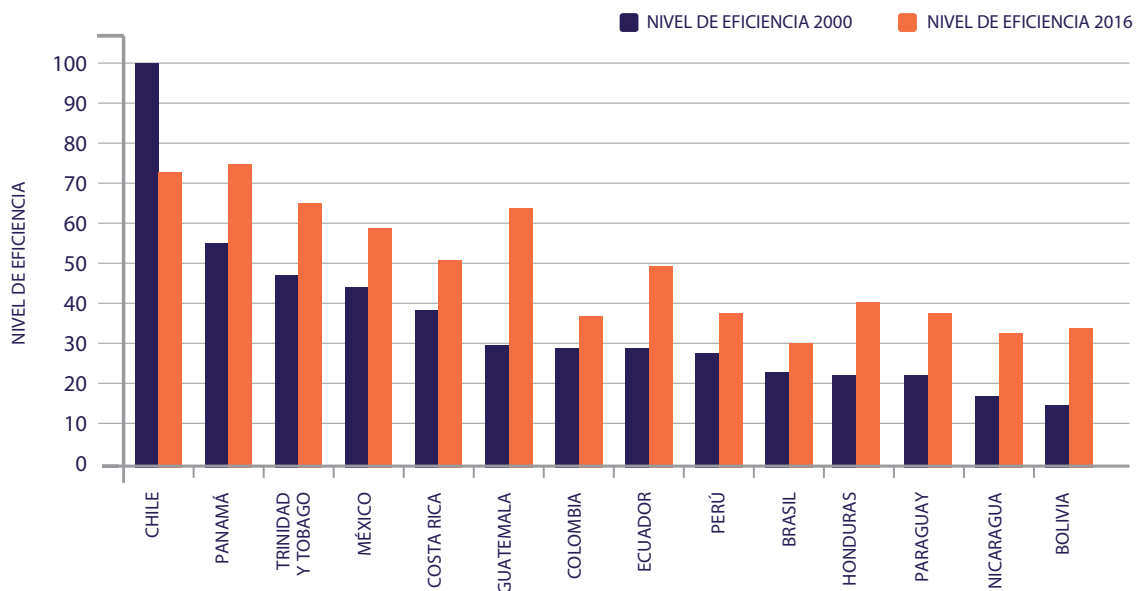
Cambio compuesto anual en eficiencia de infraestructura, entre 2000 y 2016, por país



Source: Datos del Banco Mundial, el FMI, y el CIA World Factbook.. CAGR: (2000-2016)

Figura 13

Eficiencia de infraestructura estimada, por país de ALC, 2000 y 2016



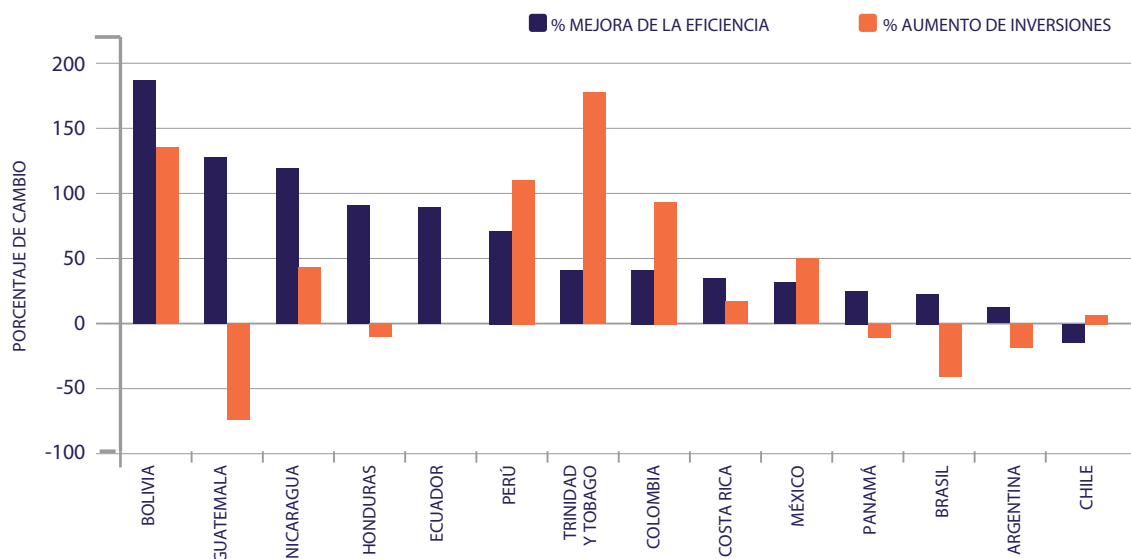
Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI, y el CIA World Factbook.

Nota: Las calificaciones de eficiencia para 2016 no son las mismas que en la sección previa, dado que aquí la frontera es calculada sobre la muestra reducida de 52 países.

Panamá disminuyó del 2008 al 2015, pero estos países fueron más eficientes en su forma de producir servicios de infraestructura a partir de sus activos (figura 14).

Figura 14

Cambios en eficiencia de infraestructura e inversión en infraestructura en América Latina y el Caribe, por país



Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI, Infralatom y el CIA World Factbook.

03

Aprendiendo de las mejores prácticas

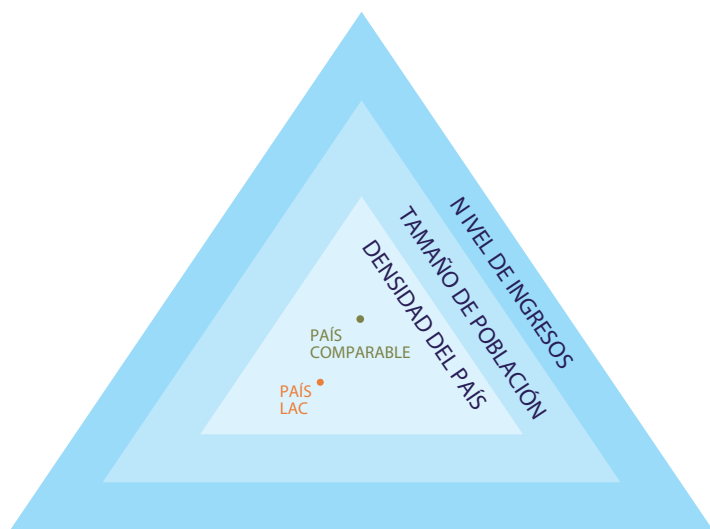
Los países pueden incrementar la eficiencia de su infraestructura al aprender de las buenas prácticas llevadas a cabo por otros países, y al comprender y mejorar los aspectos impulsores del desempeño. Pueden usar el análisis de frontera de eficiencia para establecer metas a través de la evaluación comparativa de su desempeño con respecto al desempeño de países comparables que representan las mejores prácticas.

Ahora bien, ¿cómo saber cuál es el país relevante a partir del cual establecer valores de referencia? La identificación de comparadores relevantes es crucial para la evaluación comparativa. Desafortunadamente, la literatura que ha estudiado la eficiencia de inversión en infraestructura no ha provisto una respuesta apropiadamente justificada. En el contexto actual de ALC, es frecuente encontrar en numerosos reportes institucionales a España o Corea como países de referencia que representan las metas a alcanzar. El primero, probablemente por su influencia histórica en la región y su notable progreso en el desarrollo de infraestructura, y el segundo, dada su habilidad para cerrar brechas de infraestructura en un período de tiempo muy corto. Sin embargo, el seleccionar países contra los cuales evaluar el desempeño sin antes ofrecer una justificación socioeconómica que legitime de forma subyacente su elección, puede llevar a expectativas poco realistas. Por lo tanto, resulta

crucial la identificación de comparadores que sean homogéneos. El modelo DEA no toma en cuenta las existentes limitaciones económicas de cada país para alcanzar un cierto nivel de inputs (cantidad de stock de capital total) o producción de outputs (altos niveles de calidad y provisión de acceso a todos los servicios de infraestructura). Conscientes de esta limitante, en esta sección se combina el análisis DEA tradicional de eficiencia entre pares con criterios socioeconómicos que se encuentran detrás de las posibilidades de un país de alcanzar específicamente a uno de sus comparadores (el de más alto/mejor desempeño).

Existe un amplio conjunto de características que pueden influenciar la capacidad de un país de suministrar servicios de infraestructura de alta calidad. Ciertamente, muchas de ellas son de carácter institucional —resumidas en falta de una adecuada planificación, capacidad y habilidades insuficientes, así como débil transparencia o alta incidencia de corrupción—, pero más allá de las variables institucionales, existen factores que pueden medirse objetivamente y, en muchos casos, se encuentran fuera del control inmediato de un país, lo que facilita dividir a los países en grupos a partir de, por ejemplo, su poder económico (nivel de ingresos), el tamaño de la población a la que debe atender (demanda) y la economía de escala en el suministro de servicios de infraestructura, a partir de aproxima-

Figura 15 Marco conceptual de identificación entre pares



Fuente: Los autores.

²⁸ Para leer excelentes análisis de los efectos de la regulación y la gobernanza sobre el desempeño, ver Estache y Rossi (2002) y Estache et al. (2004) para electricidad; Estache et al. (2002) para transporte; Estache y Rossi (2002) para agua potable; y da Motta y Moreira (2006) para saneamiento.

Tabla 2 Comparables sugeridos para países de América Latina y el Caribe, 2016

País	Grupo de ingresos	Grupo poblacional ^b	Densidad ^c	Efficiency score
Alemania	Alto	Medio	Alto	100
Reino Unido	Alto	Medio	Alto	98.4
República de Corea	Alto	Medio	Alto	88.3
Noruega	Alto	Pequeño	Bajo	86.0
Australia	Alto	Pequeño	Muy bajo	81.5
Chile	Alto	Pequeño	Bajo	76.6
Suecia	Alto	Pequeño	Bajo	70.6
Trinidad and Tobago	Alto	Muy pequeño	Alto	60.5
Rusia	Medio alto	Grande	Muy bajo	76.5
China	Medio alto	Muy grande	Medio	61.9
México	Medio alto	Grande	Bajo	53.8
Brasil	Medio alto	Grande	Bajo	26.7
Turquía	Medio alto	Medio	Medio	93.5
Malasia	Medio alto	Medio	Medio	87.9
Argentina	Medio alto	Medio	Bajo	57.0
Sudafrica	Medio alto	Medio	Bajo	47.2
Algeria	Medio alto	Medio	Bajo	47.0
Perú	Medio alto	Medio	Bajo	38.8
Colombia	Medio alto	Medio	Bajo	37.0
República Dominicana	Medio alto	Pequeño	Alto	63.2
Bulgaria	Medio alto	Pequeño	Bajo	62.9
Serbia	Medio alto	Pequeño	Medio	59.0
Rumania	Medio alto	Pequeño	Medio	48.7
Ecuador	Medio alto	Pequeño	Bajo	44.6
Mauricio	Medio alto	Muy pequeño	Alto	69.4
Albania	Medio alto	Muy pequeño	Medio	53.5
Costa Rica	Medio alto	Muy pequeño	Medio	50.7
Panamá	Medio alto	Muy pequeño	Bajo	74.7
Bosnia y Herzegovina	Medio alto	Muy pequeño	Bajo	51.5
Namibia	Medio alto	Muy pequeño	Muy bajo	34.1
Gabón	Medio alto	Muy pequeño	Muy bajo	23.6
El Salvador	Medio alto	Pequeño	Alto	74.1
Sri Lanka	Medio alto	Pequeño	Alto	68.6
Guatemala	Medio alto	Pequeño	Medio	67.8
Honduras	Medio alto	Pequeño	Medio	36.7
Cambodia	Medio alto	Pequeño	Medio	32.9
Ghana	Medio alto	Pequeño	Medio	24.4
Tunisia	Medio alto	Pequeño	Bajo	51.7
Bolivia	Medio alto	Pequeño	Muy bajo	35.1
Nicaragua	Medio alto	Pequeño	Bajo	32.5
Zambia	Medio alto	Pequeño	Bajo	24.2
Camerún	Medio alto	Pequeño	Bajo	28.3
Senegal	Bajo	Pequeño	Medio	34.5
Nepal	Bajo	Pequeño	Alto	30.1
Haiti	Bajo	Pequeño	Alto	11.3
Benín	Bajo	Pequeño	Medio	11.5

Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI y el CIA World Factbook.

Nota: la tabla muestra solo categorías que incluyen al menos un país de ALC, además de aquellos que poseen un 100 por ciento de eficiencia y no quedan representados en otros grupos.

- a. Los niveles de ingresos son definidos por el Banco Mundial, con base en el Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita en 2015. Los cortes de nivel se dan de la siguiente forma: bajo: \$1,025 o menos; medio bajo: \$1,026 a \$4,035; medio alto: \$4,036 a \$12,475; alto: \$12,476 o más.
- b. Los grupos de población se definen así: muy pequeño: menos de 5 millones de habitantes; pequeño: 5 a 30 millones; medio: 30 a 100 millones; grande: 100 a 400 millones; muy grande: más de mil millones.
- c. Los grupos de densidad se definen como sigue: muy bajo: menos de 10 personas por kilómetro cuadrado; bajo: 10 a 80; medio: 80 a 200; alto: 200 a 1000; muy alto: más de 1000 personas.
- d. Los cortes para grupos de países incluidos en cada segmento (colores) están definidos considerando aquellos países que comparten los mismos niveles de población e ingresos y un nivel de densidad idéntico o muy similar —es decir, aquellos con el siguiente grado más bajo o más alto.

ciones con base en la densidad de población (personas por kilómetro cuadrado). La figura 15 resume el marco conceptual propuesto para la identificación de pares. El objetivo es agrupar a países con la mayor similitud posible en su nivel de ingresos, población y densidad, para entonces ubicar a países de ALC dentro de dichos grupos e identificar países dentro o fuera de la región que puedan servir como punto de referencia/pares económicamente razonables.

Siguiendo el marco conceptual de identificación entre pares y con base en los resultados del análisis DEA de 2016, la tabla 2 clasifica por ingresos, población y densidad a ALC y a la mayoría de sus países pares comparables.

Los resultados del ejercicio de evaluación comparativa presentados en la tabla 2 son un primer paso hacia una comprensión de la posición relativa de cada país. Dichos resultados necesitan ser complementados con análisis profundos por país. Tomemos el caso de Colombia como ejemplo. En términos de aprovechar al máximo sus activos existentes, Colombia se queda atrás respecto de su país regional de referencia, Argentina. Los niveles de acceso a servicios de infraestructura, tales como electricidad, agua, saneamiento o internet, son considerablemente más bajos en Colombia que en el país del Cono Sur —si bien la calidad reportada es bastante similar en ambos países (cerca de 3, en una escala del 1 al 7)—, pero comparándolo con el país de mejor desempeño en el grupo de pares de Colombia (Turquía), observamos cómo Colombia se está rezagando no solo en términos de acceso —particularmente en lo tocante a caminos pavimentados— sino también en términos de la calidad provista (el país europeo logró un 5 en una escala del 1 al 7), a pesar de asignar una proporción muy similar de sus recursos a la provisión de servicios de infraestructura.

El ejercicio de frontera e identificación entre pares abre la posibilidad de hacer preguntas respecto a políticas a fin de comprender qué impulsa los cambios en la eficiencia de la inversión en infraestructura, y aquí se exploran algunas de ellas. El análisis es preliminar y es propósito de este documento servir de motivación para investigaciones adicionales.

04

.....◆.....

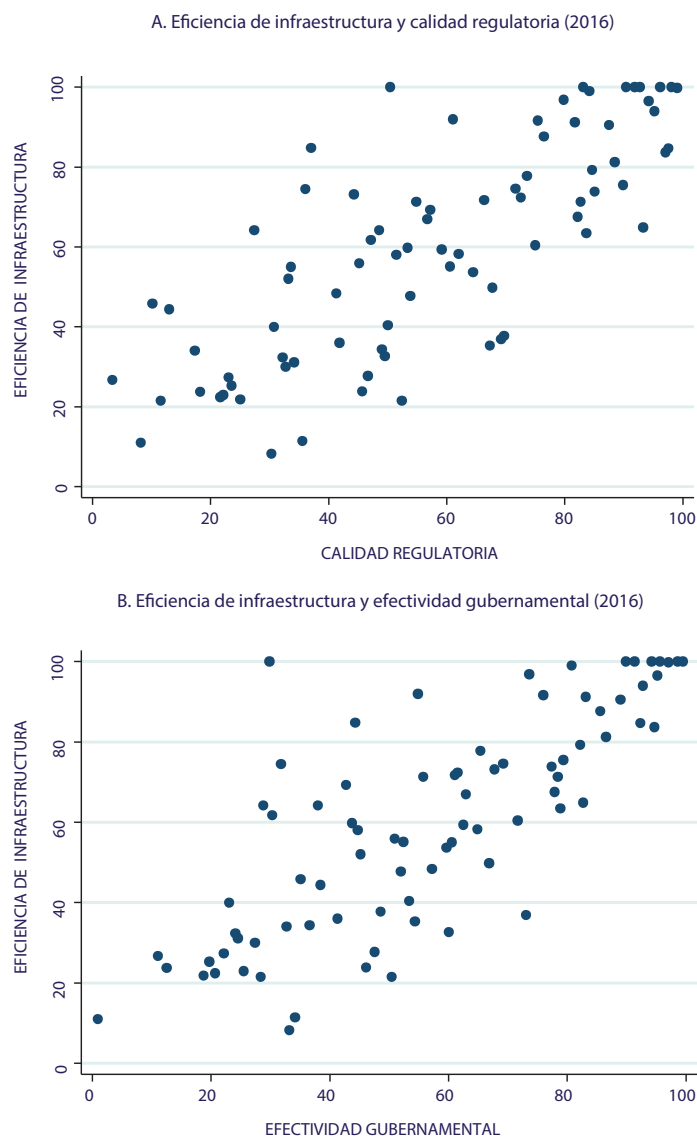
**¿Incrementan unas mejores
gobernanza y regulación
la eficiencia en infraestructura?**

¿Guardan relación los altos niveles de eficiencia económica en el suministro de servicios con una regulación de alta calidad y una mayor efectividad gubernamental?²⁸ El proyecto de Indicadores Mundiales de Gobernanza reporta indicadores de gobernanza para más de 200 países durante el período 1996-2016. Esta sección usa sus datos sobre calidad regulatoria (con base en percepciones de la capacidad del gobierno para formular e implementar políticas y normativas sensatas) y efectividad gubernamental (con base en percepciones de la calidad de los servicios públicos; la calidad de la administración pública/su grado de independencia de presiones políticas; la calidad de la formulación e implementación de políticas; y la credibilidad del compromiso que exhibe el gobierno ante tales políticas)²⁹. La figura 16 muestra las correlaciones entre estos índices y la eficiencia de la infraestructura económica.

Tanto la calidad regulatoria como la efectividad gubernamental están altamente correlacionadas con la eficiencia de la infraestructura (figura 16). Las correlaciones con calidad regulatoria fueron 0.78 en 2016 y 0.84 en 2000; las correlaciones con efectividad gubernamental fueron 0.79 en 2016 y 0.88 en 2000.

En años recientes, el sector de la infraestructura se ha visto fuertemente afectado por la corrupción, en particular en ALC³⁰. De no actuar, se podrían perder casi USD 6 billones por causa de la corrupción, malos manejos e ineficiencia (Foro Económico Mundial 2016). Para poner a prueba la relación entre estado de derecho y control de la corrupción respecto a la eficiencia de infraestructura, se emplean datos del proyecto de Indicadores Mundiales de Gobernanza. El estado de derecho refleja las percepciones sobre hasta qué punto diversos agentes confían en —y se apegan a—: las reglas de la sociedad; la calidad del cumplimiento de contratos, derechos de propiedad, la policía y los juzgados; y las probabilidades de la existencia de crimen y violencia. El control de indicador de corrupción refleja percepciones sobre en qué medida el poder público es ejercido para beneficio privado —incluyendo tanto diferentes grados y formas de corrupción— y sobre la “captura” del Estado por parte de las élites e intereses privados. Ambas variables están positivamente correlacionadas con el indicador de eficiencia de infraestructura

Figura 16
Correlación entre eficiencia de infraestructura e indicadores de regulación y gobernanza



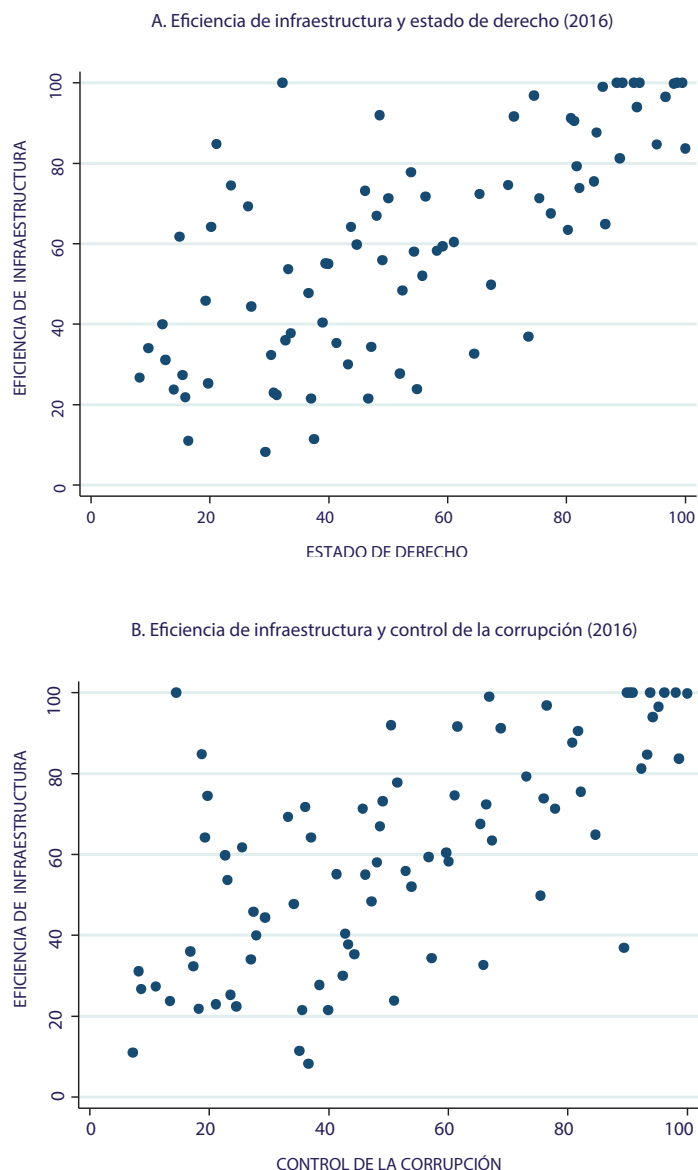
Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI, Kaufmann et al. (2010), y el CIA World Factbook.

²⁸ Para leer excelentes análisis de los efectos de la regulación y la gobernanza sobre el desempeño, ver Estache y Rossi (2002) y Estache et al. (2004) para electricidad; Estache et al. (2002) para transporte; Estache y Rossi (2002) para agua potable; y da Motta y Moreira (2006) para saneamiento.

²⁹ Estos indicadores están basados en más de 30 fuentes subyacentes de datos, que reportan las percepciones de gobernanza de un gran número de encuestados y de evaluaciones expertas, a nivel mundial. Para detalles sobre las fuentes subyacentes de datos, el método de agregación y la interpretación de los indicadores, ver Kaufmann et al. (2010). 16 en <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.aspx#home>.

³⁰ Kenny (2009) revisa la evidencia sobre corrupción en infraestructura en economías en transición y países en vías de desarrollo.

Figura 17
Correlación entre eficiencia de infraestructura y el estado de derecho y corrupción



(la correlación para las primeras medidas fue de 0.67 para 2016 y 0.84 para 2000; la correlación para la segunda medida fue de 0.71 para 2016 y 0.83 para 2000). Estos resultados apuntan a ganancias potenciales en eficiencia de infraestructura a partir del fortalecimiento de la lucha contra la corrupción.

Fuente: Datos del Banco Mundial, el FMI y el CIA World Factbook.



05

Implicaciones en materia de políticas públicas

Los países de América Latina y el Caribe no son lo suficientemente eficientes en lo que respecta a la provisión de servicios de infraestructura. Ello constituye la conclusión principal derivada del presente estudio. Los países de América Latina y el Caribe no son eficientes en la provisión de servicios de infraestructura. Ésta es la principal conclusión del presente estudio. Los países de ALC presentan niveles de eficiencia por debajo del 50 %. Ello significa que la región podría, en teoría, duplicar el resultado —esto es, la provisión de servicios de infraestructura económica— con los mismos recursos usados hoy en día. Esto también confirma que, frente a la históricamente incumplida promesa de mucho mayor inversión, la forma más prometedora de cerrar la brecha en servicios de infraestructura en la región pasa por concentrarse en mejorar la eficiencia de la provisión de los servicios.

ALC ha trabajado arduamente para mejorar el acceso a los servicios de infraestructura, así como su calidad, a lo largo de las últimas décadas. Las diferencias entre subregiones y países se están acortando, dado que todos los países han cerrado las brechas de acceso de mayor urgencia, especialmente las de electricidad y agua potable y saneamiento. La provisión de servicios aún es mucho menor que en otras regiones. Sin embargo, la calidad de la provisión de los servicios aún es mucho menor que en otras regiones. ALC se desempeña muy por debajo de las economías avanzadas, y la brecha entre ALC y las economías emergentes y el Sur de Asia es más grande ahora que hace dos décadas. La calidad de los servicios de infraestructura en la mayoría de los países de ALC ha bajado desde 2010 (siendo la República Dominicana, Panamá y México notables excepciones). Existen algunas historias de éxito en la región. Bolivia, Ecuador y Nicaragua mejoraron en eficiencia, principalmente gracias al incremento de la inversión realizada en la última década. Guatemala y Honduras mejoraron en eficiencia a pesar de importantes cortes a la inversión, probando así que la eficiencia no es solo una cuestión de invertir más recursos.

El cómo mejorar / seguir mejorando involucra, necesariamente, aprender de otros y de sus mejores prácticas. ha mostado el resultado sobre los incrementos en los niveles de eficiencia de de algunas politicas exitosas en el desarrollo de infraestructura a nivel internacional, como pueder ser los casos de Turquía,

Polonia, o Malasia, entre otros. Sin embargo, igual de importante que aprender de las mejores prácticas, es el ser capaces de identificar qué y de quiénes aprender. En busca de una metodología para identificar países comparables para ALC, desarrollamos un marco de identificación de pares con base en ingresos, tamaño de población, densidad de población y resultados DEA. Este ejercicio nos permite identificar países que enfrentan problemas. y demanda de servicios de infraestructura similares, pero que les superan en términos de eficiencia. Así, por ejemplo, Chile puede darse cuenta de que le es posible reflejarse, razonablemente, en Noruega o Australia como pares internacionales, mientras que Ecuador puede aprender de la experiencia búlgara y Bolivia del caso de Túnez.

Finalmente, es necesario recordar el papel de algunos “sospechosos habituales” como impulsores del desempeño en infraestructura en un país: la calidad regulatoria y la efectividad gubernamental. A nivel mundial, la eficiencia en infraestructura se halla altamente correlacionada con la capacidad de los gobiernos de desarrollar normativas y políticas sensatas, la calidad de la formulación e implementación de políticas y la credibilidad del gobierno. Reducir la corrupción —un enorme problema en la región— resulta crítico para aumentar la eficiencia en infraestructura. A este respecto, nuestra investigación podría constituir un punto de partida para la realización de ejercicios de causalidad que permitan la cuantificación de ganancias de eficiencia en la provisión de los servicios de infraestructura a partir de la reducción de la corrupción en el sector, así como del mejoramiento de los marcos regulatorios y de gobernanza.



Referencias

- Abdi, H., and L.J. Williams. 2010. "Principal Component Analysis." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics* 2 (4): 433–59.
- Banco Africano de Desarrollo. 2017. *Cameroon: Country Results Brief*. https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/documents/project-and-operations/crb_cameroun_en_31-10-17_web.pdf.
- Andres, L. 2007. *Assessing the Governance of Electricity Regulatory Agencies in the Latin American and Caribbean Region: A Benchmarking Analysis*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Banco Asiático de Desarrollo. 2011. *Pakistan: Infrastructure Development*. Reporte de validación, Departamento de Evaluación Independiente. Manila.
- Austrade, 2018. *Infrastructure and Transport to Malaysia. Export Markets. Malaysia: Trends and Opportunities*. <https://www.austrade.gov.au/australian/export/export-markets/countries/malaysia/industries/infrastructure-and-transport-to-malaysia>.
- Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper. 1984. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science* 3 (9): 1078–92.
- Bhattacharya, A., M. Romani, and N. Stern. 2012. *Infrastructure for Development: Meeting the Challenge*. Centre for Climate Change Economics and Policy, Londres.
- Bonifaz, J.L., and R.I. Barboza. 2014. "An Analysis of Inefficiency of Big Urban Water Utilities in Latin America." Documento de Discusión CIP DD1413, Universidad Del Pacifico, Lima.
- Braconier, H., M. Pisu, and D. Bloch. 2013. *The Performance of Road Transport Infrastructure and Its Links to Policies*.
- Calderón, C., and L. Servén. 2003. "The Output Cost of Latin America's Infrastructure Gap." In *The Limits of Stabilization: Infrastructure, Public Deficits, and Growth in Latin America*, 95–118.
- . 2010. *Infrastructure in Latin America*.
- Carranza, L., C. Daude, and A. Melguizo. 2014. "Public Infrastructure Investment and Fiscal Sustainability in Latin America: Incompatible Goals?" *Journal of Economic Studies* 41 (1): 29–50.
- Cavallo, E.A., and A. Powell. 2018. Informe macroeconomico de América Latina y el Caribe 2018: La Hora Del Crecimiento.
- Cavallo, E., Tomas Serebrisky, editors. 2016. *Saving for Development: How Latin America and the Caribbean Can Save More and Better*. Washington DC, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cerra, V., A. Cuevas, C. Góes, I. Karpowicz, T. Matheson, I. Samaké, and S. Vtyurina. 2016. "Highways to Heaven: Infrastructure Determinants and Trends in Latin America and the Caribbean." Documento de trabajo WP/16/185, Fondo Monetario Internacional, Washington, D. C.
- Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes. 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operational Research* 2 (6): 429–44.
- Clarke, G.R., Kosec, K. and Wallsten, S., 2009. Has private participation in water and sewerage improved coverage? *Empirical evidence from Latin America. Journal of International Development*, 21(3), pp.327–361.
- Coelli, T.J., D.S.P. Rao, C.J. O'Donnell, and G.E. Battese. 2005. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer Science & Business Media.
- Dabla-Norris, E., J. Brumby, A. Kyobe, Z. Mills, and C. Papageorgiou. 2012. "Investing in Public Investment: An Index of Public Investment Efficiency." *Journal of Economic Growth* 17 (3): 235–66.
- Damonte, F., M. De Santis, and S. Berg. 2012. "The Efficiency of Brazilian Electricity Distributors During 2004–2009: An Application Using DEA Corrected by Environmental and Stochastic Factors." In *Data Envelopment Analysis: Theory and Applications*.
- Da Silva, E., G. Souza, R.C. De Faria, and

- T.B.S. Moreira. 2007. "Estimating the Relative Efficiency of Brazilian Publicly and Privately Owned Water Utilities: a Stochastic Cost Frontier Approach." *Journal of the American Water Resources Association* 43 (5): 1237-44.
- Da Motta, R.S., and A. Moreira. 2006. "Efficiency and Regulation in the Sanitation Sector in Brazil." *Utilities Policy* 14 (3): 185-95.
- Diskaya, F., S. Emir, and N. Orhan. 2011. "Measuring the Technical Efficiency of Telecommunication Sector within Global Crisis: Comparison of G8 Countries and Turkey." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 24: 206-18.
- Dominguez, C., and V. Foster. 2011. "Cameroon's Infrastructure: A Continental Perspective." Policy Research Documento de trabajo 5822, Banco Mundial, Washington, D. C.
- Estache, A., B.T. De La Fe, and L. Trujillo. 2004. "Sources of Efficiency Gains in Port Reform: a DEA Decomposition of a Malmquist TFP Index for Mexico." *Utilities Policy* 12 (4): 221-30.
- Estache, A., M. González, and L. Trujillo. 2002. "Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico." *World Development* 30 (4): 545-60.
- Estache, A., and M.A. Rossi. 2002. "How Different Is the Efficiency of Public and Private Water Companies in Asia?" *World Bank Economic Review* 16(1): 139-48.
- . 2005. "Do Regulation and Ownership Drive the Efficiency of Electricity Distribution? Evidence from Latin America." *Economics Letters* 86 (2): 253-57.
- Estache, A., M.A. Rossi, and C.A. Ruzzier. 2004. "The Case for International Coordination of Electricity Regulation: Evidence from the Measurement of Efficiency in South America." *Journal of Regulatory Economics* 25 (3): 271-95.
- Estache, A., de la Fe, B.T. and Trujillo, L., 2004. Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico. *Utilities policy*, 12(4), pp.221-230.
- Fay, M., and T. Yepes. 2003. Investing in Infrastructure: *What Is Needed from 2000 to 2010?* Washington, DC: Banco Mundial.
- Ferro, G., E.J. Lentini, A.C. Mercadier, and C.A. Romero. 2014. "Efficiency in Brazil's Water and Sanitation Sector and Its Relationship with Regional Provision, Property and the Independence of Operators." *Utilities Policy* 28: 42-51.
- Ferro, G., C.A. Romero, and M.P. Covelli. 2011. "Regulation and Performance: a Production Frontier Estimate for the Latin American Water and Sanitation Sector." *Utilities Policy* 19 (4): 211-17.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2015. *Making Public Investment More Efficient*. Washington, DC: Fondo Monetario Internacional.
- Foster, V., and E. Morella. 2011. "Ethiopia's Infrastructure: a Continental Perspective." Documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo, Banco Mundial, Washington, D. C. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5595>.
- Fox, D. 2017. "Improved Infrastructure in Ethiopia on the Horizon." Blog post, Borgen Project. <https://borgenproject.org/improved-infrastructure-in-ethiopia-on-the-horizon-as-funding-increases/>.
- Galiani, S., P. Gertler, and E. Schargrotsky. 2005. "Water for Life: the Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality." *Journal of Political Economy* 113 (1): 83-120.
- Gassner, K., A.A. Popov, and N. Pushak. 2009. *Does Private Sector Participation Improve Performance in Electricity and Water Distribution?* Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/6605/461320pub0box3101official-0use0only1.pdf?sequence=1&isallowed=y>.
- Gao, X. 2018. "The Promise of Infrastructure in Mongolia." *Borgen Magazine*. <http://www.borgenmagazine.com/infrastructure-in-mongolia>.
- Gökgöz, F., and F. Demir. 2014. "An Efficiency Analysis for the European Telecommunication Sector." *Economy &*

Business Journal 8 (1): 141-58.

Guasch, J.L., A. Suárez-Alemán, and L. Trujillo 2015. "Structure, Financing and Risk Management in Large Port Infrastructure Concessions: The Chilean Case." *ITF Round Tables*, 103-28.

Hasnain, Zahid, Munkhnasan Narmandakh, Audrey Sacks, and Marek Hanusch. 2013. *Mongolia: Improving Public Investments to Meet the Challenge of Scaling Up Infrastructure*. Washington, DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/996691468122677358/mongolia-improving-public-investments-to-meet-the-challenge-of-scaling-up-infrastructure>.

Infralatam. 2017. Economic infrastructure investment data in Latin America and the Caribbean. www.infralatam.info.

Jimenez, R., T. Serebrisky, and J. Mercado. 2014. *Power Lost: Sizing Electricity Losses in Transmission and Distribution Systems in Latin America and the Caribbean*. IDB Monograph. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Jolliffe, I.T., and J. Cadima. 2016. "Principal Component Analysis: a Review and Recent Developments." *Phil. Trans. R. Soc. A*, 374 (2065).

Kaufmann, D., Aart Kraay, and Massimo Mastruzzi. 2010. *"The Worldwide Governance Indicators : a Summary of Methodology, Data and Analytical Issues."* Policy Research Documento de trabajo 5430, Banco Mundial, Washington, D. C. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1682130.

Kenny, C. 2009. "Measuring Corruption in Infrastructure: Evidence from Transition and Developing Countries." *Journal of Development Studies* 45 (3): 314-32.

Kohli, H.A., and P. Basil. 2011. "Requirements for Infrastructure Investment in Latin America Under Alternate Growth Scenarios: 2011-2040." *Global Journal of Emerging Market Economies* 3 (1): 59-110.

Llungo-Ortiz, J. 2014. "Privatization of Telecommunications in Latin America: An Analysis of Its Efficiency."

McKinsey Global Institute. 2016. *Bridging*

Global Infrastructure Gaps.

Mitullah, W., R. Samson, P. Wambua, and S. Balongo. 2016. "Building on Progress: Infrastructure Development Still a Major Challenge in Africa." Afrobarometer Round 6. Dispatch 69, January 14.

Mohamad, N. 2014. "Telecommunications Reform and Efficiency Performance: Do Good Institutions Matter?" *Telecommunications Policy* 38 (1): 49-65

Nellis, J., Menezes, R. and Lucas, S., 2004. Privatization in Latin America. *The rapid rise, recent fall, and continuing puzzle of a contentious economic policy*. Policy Brief, 3(1).

Ngwenyama, O., and O. Morawczynski. 2009. "Factors Affecting ICT Expansion in Emerging Economies: An Analysis of ICT Infrastructure Expansion in Five Latin American Countries." *Information Technology for Development* 15 (4): 237-58.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2018. *OECD Economic Surveys: Poland*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Oliveira, R.C.D., and M.E.D.L. Tostes. 2017. "Analysis of the Brazilian Energy Efficiency Program for Electricity Distribution Systems." *Energies* 10 (9): 1391.

Parker, D. and Saal, D.S. eds., 2003. *International handbook on privatization*. Edward Elgar Publishing.

Paulsen, E. 2017. "Massive Projects Reshaping Infrastructure in Turkey." Blog post, Borgen Project. <https://borgenproject.org/infrastructure-in-turkey/>.

Perrotti, D., and R. J. Sánchez. 2011. "La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe." Serie Recursos naturales e infraestructura 153, Naciones Unidas, Santiago, Chile

Petrović, M., S.P. Tarle, and D. Bogoević. 2011. "Benchmarking Telecommunications in Developing Countries: A Three-Dimensional Approach." *Scientific Research and Essays* 6 (4): 729-37.

Pombo, C., and R. Taborda. 2006.

- “Performance and Efficiency in Colombia’s Power Distribution System: Effects of the 1994 Reform.” *Energy Economics* 28 (3): 339-69.
- Prior, Jimenez. 2015. *Efficiency Analysis: Colombia*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C.
- Rozenberg, J. and Fay, M. eds., 2019. *Beyond the gap: How countries can afford the infrastructure they need while protecting the planet*. The World Bank.
- Ruiz-Nuñez, F. and Wei, Z., 2015. Infrastructure investment demands in emerging markets and developing economies. The World Bank.
- Serebrisky, T. 2012. *Airport Economics in Latin America and the Caribbean: Benchmarking, Regulation, and Pricing*. Directions in Development, Infrastructure. Washington, DC: Banco Mundial.
- . 2014. “Sustainable Infrastructure for Competitiveness and Inclusive Growth.” Banco Interamericano de Desarrollo.
- Serebrisky, T., J.M. Sarriera, A. Suárez-Alemán, G. Araya, C. Briceño-Garmendía, and J. Schwartz. 2016. “Exploring the Drivers of Port Efficiency in Latin America and the Caribbean.” *Transport Policy* 45: 31-45.
- Serebrisky, T., A. Suárez-Alemán, D. Margot, and M.C. Ramirez. 2015. “Financing Infrastructure in Latin America and the Caribbean: How, How Much and by Whom?” Banco Interamericano de Desarrollo.
- Serebrisky, T., A. Suárez-Alemán, C. Pastor, and A. Wohlhueter. 2017. “Increasing the Efficiency of Public Infrastructure Delivery: Evidence-Based Potential Efficiency Gains in Public Infrastructure Spending in Latin America and the Caribbean.” Banco Interamericano de Desarrollo.
- . 2018. *Lifting the Veil on Infrastructure Investment Data in Latin America and the Caribbean*. Report IDB-TN-01380, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C.
- Sherman, H.D., and J. Zhu. 2006. *Service Productivity Management: Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA)*. Springer Science & Business Media.
- Suárez-Alemán, A., J.M. Sarriera, T. Serebrisky, and L. Trujillo 2016. “When It Comes to Container Port Efficiency, Are All Developing Regions Equal?” *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 86: 56-77.
- Sueyoshi, T. 1994. “Stochastic Frontier Production Analysis: Measuring Performance of Public Telecommunications in 24 OECD Countries.” *European Journal of Operational Research* 74 (3): 466-78.
- Symeou, P.C. 2011. “Economy Size and Performance: an Efficiency Analysis in the Telecommunications Sector.” *Telecommunications Policy* 35 (5): 426-40.
- Tupper, H.C., and M. Resende. 2004. “Efficiency and Regulatory Issues in the Brazilian Water and Sewage Sector: An Empirical Study.” *Utilities Policy* 12 (1): 29-40.
- UN (United Nations). 2016. *Poverty and Death: Disaster Mortality, 1996-2015*. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/cred_disaster_mortality.pdf.
- Unit, E.P. 2015. *Eleventh Malaysia Plan*. Prime Ministers Department, Kuala Lumpur.
- Wanke, P. and Barros, C.P., 2016. Efficiency in Latin American airlines: a two-stage approach combining Virtual Frontier Dynamic DEA and Simplex Regression. *Journal of Air Transport Management*, 54, pp.93-103.
- World Economic Forum. 2016. “This Is Why Construction Is So Corrupt.” February 14. <https://www.weforum.org/agenda/2016/02/why-is-the-construction-industry-so-corrupt-and-what-can-we-do-about-it/>.
- Banco Mundial. 2010. Enterprise Survey. Washington, DC. <http://www.enterprisesurveys.org/>.
- . 2012. Enterprise Survey. Washington, DC. <http://www.enterprisesurveys.org/>.
- . 2018. World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org/>.
- Wu, J., J. Chu, Q. Zhu, Y. Li, and L. Liang. 2016. “Determining Common Weights in Data Envelopment Analysis Based on the Satisfaction Degree.” *Journal of the Operational Research Society* 67 (12): 1446-58.



Apéndice



.....◆.....

**¿Qué tan eficiente es la eficiencia
de infraestructura en América
Latina y el Caribe? Una reseña de
la literatura**

SECTOR DEL TRANSPORTE

Estudios sobre eficiencia del transporte durante la última década revelan un significativo margen de mejora. El desarrollo de fronteras de eficiencia ha hecho posible evaluar la eficiencia de varios subsectores del transporte en ALC.³¹

Serebrisky et al. (2016) encuentran que la eficiencia técnica promedio de los puertos en ALC se elevó del 52 % en 1999 a 64 % en 2009 (donde 100 % es considerado eficiencia perfecta). Suárez-Alemán et al. (2016) muestran que la participación del sector privado, la reducción de la corrupción en el sector público, las mejoras en conectividad de las líneas marítimas y la existencia de conexiones multimodales incrementan el nivel de eficiencia portuaria en regiones en desarrollo.

Con base en información de más de 148 aeropuertos a nivel mundial, Serebrisky (2012) concluye que los aeropuertos de ALC son menos eficientes que aeropuertos en Asia y Norteamérica. La eficiencia técnica de aeropuertos en ALC varía ampliamente. Seis de los 22 aeropuertos de ALC de la muestra se encuentran en la frontera de eficiencia. En promedio, la eficiencia de los aeropuertos de ALC llega el 69 % de la del aeropuerto más eficiente. En cuanto a las aerolíneas en ALC, Wanke et al. (2016) encuentran altos niveles de eficiencia (75-82 %). También reportan que la posesión pública está relacionada con niveles más altos de eficiencia en la región, probablemente dados los mayores obstáculos iniciales par el lanzamiento de una aerolínea en esos países.

Otros subsectores del transporte en la región, tales como caminos y vías férreas, han recibido menor atención en la literatura, probablemente por la falta de datos. Braconier, Pisu y Bloch (2013) desarrollan un marco para la evaluación de eficiencia en el transporte por carretera en 32 países de la OCDE, incluyendo Chile y México. Muestran que la eficiencia podría aumentar entre el 5 % y el 25 %.

El subsector ferroviario también sufre de una baja cobertura por parte de la literatura académica y regulatoria (Estache et al., 2005). Estache et al. (2001, 2002, 2004), con su enfoque en Argentina y Brasil, son unos de los pocos trabajos sobre redes en ALC. Muestran que la eficiencia mejoró tras la privatización. Jimenez-Prior (2015) analiza la eficiencia del

transporte público urbano en 56 ciudades colombianas. Encuentra que la ineficiencia se incrementó con el paso del tiempo.

SECTOR ENERGÉTICO

La distribución de electricidad en ALC es eficiente y la eficiencia se incrementó a lo largo de las últimas décadas. Estache et al. (2004) estiman la eficiencia de las principales distribuidoras de América del Sur entre 1994 y 2000. Con base en los modestos datos disponibles en aquella época, concluyen que adoptar un acercamiento que dependa de las clasificaciones de desempeño basadas en mediciones comparativas de eficiencia podría brindar resultados útiles.

Estache y Rossi (2005) encuentran que compañías privatizadas que operan bajo esquemas de límite de precios e híbridos, son más eficientes en su uso de la mano de obra que tanto las compañías públicas como las compañías privatizadas bajo regulación de rentabilidad.

Pombo y Taborda (2006) analizan los niveles de eficiencia de 12 compañías de distribución en Colombia. Hallan que la eficiencia mejoró y que los distribuidores eficientes, que son las grandes compañías de suministro, se mantienen sobre la frontera de mejores prácticas. Sin embargo, siguen existiendo los distribuidores ineficientes, quienes se volvieron menos eficientes a partir de 1995.

Damonte, Santis y Berg (2012) encuentran calificaciones promedio de eficiencia del 74 % al 93 % (dependiendo de la metodología usada) para 61 distribuidores de electricidad en Brasil. Oliveira y Tostes (2017) estudian 1704 proyectos implementados entre 2008 y 2016 como parte del programa de eficiencia energética del sector de distribución eléctrica de Brasil. Hallan que el mejor desempeño fue alcanzado por proyectos cuyas inversiones

³¹ Las metodologías estocásticas y paramétricas, tales como los análisis envolventes de datos o de frontera estocástica, han sido ampliamente usadas. Requieren la estimación de una frontera de producción o costo (el conjunto de outputs máximos dados diferentes niveles de inputs, o el conjunto de inputs mínimos dados diferentes niveles de outputs y precios de inputs). La frontera de producción representa la combinación óptima de inputs en una industria. Un productor es considerado ineficiente si opera por debajo de esa frontera. Ver Suárez-Alemán et al. (2016) para un análisis detallado de metodologías para la estimación de fronteras de eficiencia.

representan 5 % del total invertido. Los de mayor desempeño se ubicaron en las categorías industrial y de cogeneración.

SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Se han conducido pocos estudios sobre agua potable y saneamiento. La mayoría de los estudios conducidos son de Brasil. Ferro et al. (2011) estiman fronteras de eficiencia usando datos de una encuesta regional llevada a cabo por la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas. Detectan tasas regionales promedio de eficiencia del 42 % al 48 %. Bonifaz y Barboza (2014) encuentran que las compañías privadas superan en desempeño a las públicas. La ineficiencia está positivamente correlacionada con el tamaño de la compañía y la longitud de una red. En promedio, la ineficiencia añade un 32 % a los costos de las compañías de agua latinoamericanas. Da Silva et al. (2007) analizan la privatización de 342 empresas de agua en Brasil, de 2002 a 2004. No encuentran evidencia de que las compañías privadas y las públicas difieran significativamente en términos de eficiencia.

Ferro et al. (2014) find that inefficiency in Ferro et al. (2014) hallan que la ineficiencia en los sectores de agua y saneamiento se redujo en un 4.9 % anual entre 2003 y 2010. En el sector de saneamiento, Tupper y Resende (2004) encuentran un desempeño deficiente en algunas empresas de suministro en Brasil. Clarke et al. (2009) estudian Argentina, Bolivia y Brasil. Encuentran que las tasas de conexión al agua entubada mejoraron tras la introducción de participación del sector privado, pero que también mejoraron en regiones que nunca fueron privatizadas. En contraste, Galiani et al. (2005) muestran que la mortalidad infantil en Argentina cayó 8 % en áreas que privatizaron los servicios de agua potable.

SECTOR DE TELECOMUNICACIONES

La evidencia de la eficiencia de las telecomunicaciones en ALC es escasa. Los pocos estudios que se han llevado a cabo se concentran en el impacto de la privatización de telecomunicaciones.

El análisis de eficiencia del sector de telecomunicaciones se enfoca en regiones desarrolladas. Usando análisis envolvente de datos (DEA), Sueyoshi (1994) mide el desempeño de telecomunicaciones públicas en 24 países de la OCDE. Encuentra que privatización y liberalización aumentan la eficiencia, basada en la producción, de las telecomunicaciones³². Usando una muestra de 70 países, Mohamad (2014) estudia, a través de un abordaje estocástico de la distancia, cómo las instituciones afectan los resultados de eficiencia y reforma de las telecomunicaciones. Halla que el aspecto más importante de la reforma es la estabilidad en materia de políticas — en forma de controles aplicados al poder ejecutivo. La integridad legal mejora la eficiencia de las telecomunicaciones a través de la privatización, mientras que el liberarse de la corrupción incrementa la efectividad del organismo regulador.

Symeou (2011) estima la eficiencia en el sector de telecomunicaciones de 139 economías. Descubre que el tamaño de la economía tiene un impacto positivo, aunque mínimamente decreciente, sobre el desempeño del sector. Las economías pequeñas tienen un incentivo de crecimiento para mejorar el desempeño sectorial, si bien un mayor tamaño no es condición suficiente para que se dé la eficiencia. Petrović et al. (2011) evalúan comparativamente el desempeño de las telecomunicaciones en 20 países. El estudio no incluye ningún país de ALC. Lungu-Ortiz (2014) evalúa la eficiencia del sector de telecomunicaciones en América Latina usando metodología DEA a niveles regional, nacional y empresarial. Encuentra que avances tecnológicos y privatización mejoraron calidad del servicio, eficiencia y productividad.

Ngwenyama y Morawczynski (2009) estudian los factores que afectan la expansión de la tecnología de la información y comunicaciones (TIC) en cinco países latinoamericanos. Muestran que la desregulación no es suficiente para afectar a una eficiente expansión TIC: otras condiciones (factores económicos, de capital humano, geográficos y de infraestructura civil) también importan.

³² El análisis DEA de eficiencia del sector europeo de telecomunicaciones, conducido por Gökğöz y Demir (2014), encuentra una ligera reducción en la eficiencia operacional. Diskaya, Emir y Orhan (2011) hallan que la crisis mundial de 2008-2009 no tuvo un efecto significativo sobre la eficiencia técnica del sector de telecomunicaciones en los países del G-8.



Apéndice

B

Tablas y figuras adicionales

Tabla B1

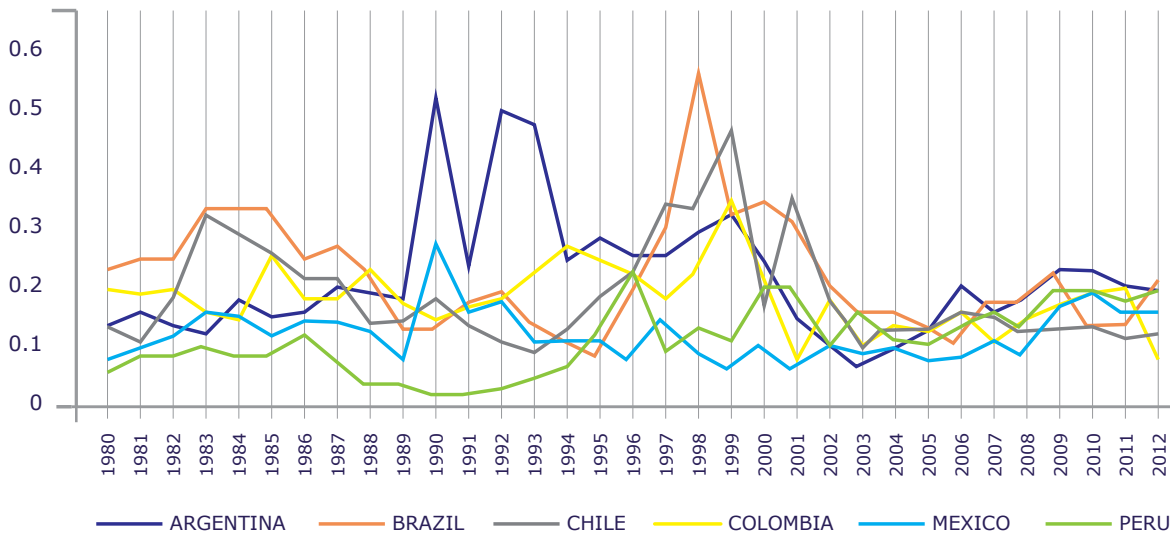
Inversión en infraestructura como porcentaje de la formación bruta de capital fijo en países selectos en América Latina y el Caribe

País	1980-2012		2000-2012	
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
Argentina	20.4	10.3	15.6	5.1
Brasil	20.8	9.2	18.2	6.6
Chile	17.6	8.5	14.5	5.8
Colombia	17.2	5.3	13.5	3.8
México	11.3	4.2	10.5	3.8
Perú	10.4	5.5	15.0	3.3

Fuente: Datos del Banco Mundial (2018) y Calderón y Servén (2003).

Figura B1

Inversión en infraestructura como porcentaje de la formación bruta de capital fijo en países seleccionados en América Latina y el Caribe



Fuente: Datos del Banco Mundial (2018) y Calderón y Servén (2003).

Tabla B2

Índice de infraestructura (resultados de análisis de componentes principales)

- Datos 2016

Principal components/covariance	Number of obs	=	103
	Number of comp.	=	1
	Trace	=	123229.7
Rotation: (unrotated = principal)	Rho	=	0.8870

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	109308	100170	0.8870	0.8870
Comp2	9137.77	6765.56	0.0742	0.9612
Comp3	2372.22	1069.2	0.0193	0.9804
Comp4	1303.01	194.441	0.0106	0.9910
Comp5	1108.57	.	0.0090	1.0000

Nota: Las correlaciones entre Comp1 y las variables de cantidad-calidad son 0.96 (energía), 0.95 (telecom), 0.86 (transporte), 0.97 (saneamiento) y 0.96 (agua).

- Datos 2000

Principal components/covariance	Number of obs	=	66
	Number of comp.	=	1
	Trace	=	134053
Rotation: (unrotated = principal)	Rho	=	0.9000

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	120649	114026	0.9000	0.9000
Comp2	6622.54	2977.19	0.0494	0.9494
Comp3	3645.35	1569.46	0.0272	0.9766
Comp4	2075.89	1015.56	0.0155	0.9921
Comp5	1060.33	.	0.0079	1.0000

Tabla B3

Compendio de fuentes de datos

Datos / Variable	Fuente	Enlace
Inversión en infraestructura	Infralatam	www.infralatam.info
Acceso a electricidad	Banco Mundial	https://data.worldbank.org
Mejor acceso a saneamiento	Banco Mundial	https://data.worldbank.org
Mejor acceso a agua potable	Banco Mundial	https://data.worldbank.org
Acceso a internet	Banco Mundial	https://data.worldbank.org
Proporción de caminos pavimentados	CIA World Factbook	www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/
Calidad de infraestructura	Foro Económico Mundial	www.weforum.org/
Stock de capital total	Fondo Monetario Internacional	www.imf.org/external/np/fad/publicinvestment/

