

BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL PERÚ

Estimación de la brecha de infraestructura de largo plazo
2019-2038

José Luis Bonifaz
Roberto Urrunaga
Julio Aguirre
Paulo Quequezana

Coordinadores Técnicos:
Cinthya Pastor
Juan Pablo Brichetti

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

Brecha de infraestructura en el Perú: estimación de la brecha de infraestructura de largo plazo 2019-2038 / José Luis Bonifaz, Roberto Urrunaga, Julio Aguirre, Paulo Quequezana; coordinadores técnicos, Cinthya Pastor, Juan Pablo Brichetti.

p. cm. — (Monografía del BID ; 838)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infrastructure (Economics)-Peru-Econometric models. 2. Water utilities-Peru-Econometric models. 3. Electric utilities-Peru-Econometric models. 4. Telecommunication-Peru-Econometric models. 5. Transportation-Peru-Econometric models. 6. Public health-Peru-Econometric models. I. Bonifaz, José Luis. II. Urrunaga, Roberto. III. Aguirre, Julio. IV. Quequezana, Paulo. . V. Pastor, Cinthya, coordinadora. VI. Brichetti, Juan Pablo, coordinador. VII. Banco Interamericano de Desarrollo. Sector de Infraestructura y Energía. VIII. Serie. IDB-MG-838

Códigos JEL: E22, H54, R53

Palabras clave: Brecha de infraestructura, Inversión

Diseño y diagramación: Valeria Bernal

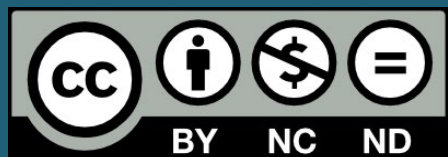
www.iadb.org

Copyright © 2020 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) (<https://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.



CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1 DIAGNÓSTICO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA | 7 |
| 1.1. Situación general | 7 |
| 1.2. Situación sectorial | 13 |
| 1.2.1. Agua y saneamiento | 13 |
| 1.2.2. Telecomunicaciones | 16 |
| 1.2.3. Transportes | 19 |
| 1.2.4. Energía | 34 |
| 1.2.5. Salud | 37 |
| 1.2.6. Educación | 39 |
| 1.2.7. Riego | 41 |
| 2 SUSTENTO METODOLÓGICO DEL CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA DE LARGO PLAZO (2019 – 2038) EN BASE A EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y/O NACIONALES | 44 |
| 2.1. Marco metodológico de la estimación de brecha horizontal..... | 45 |
| 2.2. Aplicación de la metodología econométrica para la brecha horizontal..... | 47 |
| 2.3. Marco metodológico de la estimación de brecha vertical | 51 |
| 2.4. Aplicación de la metodología econométrica para la brecha vertical..... | 52 |
| 3 CÁLCULO DE LA BRECHA DE ACCESO BÁSICO A INFRAESTRUCTURA DE LARGO PLAZO | 54 |
| 3.1. Costos unitarios de la infraestructura | 54 |
| 3.3. Interpretación de los resultados del cálculo de la brecha de acceso básico a infraestructura de largo plazo (2019 – 2038) | 61 |
| 4 IMPACTOS ECONÓMICOS | 63 |
| 4.1. Sensibilidad de la brecha de acceso básico de infraestructura | 64 |
| 4.2. Sensibilidad de la brecha de acceso básica de infraestructura con benchmarks específicos..... | 66 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5 | BRECHA DE CALIDAD EN ALGUNOS SECTORES | 69 |
| | 5.1. Brecha de calidad de la infraestructura en agua y saneamiento..... | 72 |
| | 5.2. Brecha de calidad de la infraestructura en telecomunicaciones | 75 |
| | 5.3. Brecha de calidad de la infraestructura de carreteras | 79 |
| | 5.4. Brecha de calidad de la infraestructura educativa | 80 |
| 6 | CÁLCULO DE LA BRECHA VERTICAL DE INFRAESTRUCTURA | 82 |
| 7 | ANÁLISIS DE CASOS DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA CON RELACIÓN A LAS POTENCIALES GANANCIAS POR EFICIENCIA EN LA GESTIÓN | 87 |
| 8 | ANÁLISIS DE CASOS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA DEL PAÍS Y DE LOS PASOS PARA LA DESCARBONIZACIÓN | 102 |
| | 8.1 Resiliencia de la infraestructura al cambio climático | 102 |
| | 8.2 Pasos para la descarbonización | 106 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 111 |
| | ANEXOS..... | 114 |
| | ANEXO 1 | 114 |
| | ANEXO 2 | 115 |
| | ANEXO 3 | 118 |

INTRODUCCIÓN

La inversión en infraestructura en el Perú ha sido un protagonista central del desarrollo económico de la última década. Esto le ha permitido incrementar considerablemente la cobertura de servicios básicos, pese a las dificultades asociadas a un punto de partida rezagado y a niveles de cobertura muy bajos para su nivel de ingreso. En los últimos diez años, la cobertura de agua pasó de 72.6% de los hogares a 87.6%; la tasa de acceso a saneamiento de los hogares pasó de 62.8% a 71.2% y el acceso a electricidad pasó de 86.4% al 95.2% de los hogares. Esto quiere decir que en los últimos diez años, 7.1 millones de personas más cuentan con acceso a agua en su hogar, 4.7 millones a saneamiento y 8.8 millones a electricidad. Sin embargo, este esfuerzo aún no alcanza niveles deseables para que el Perú pueda tener un nivel de competitividad y productividad que le permita dar un salto considerable en términos del ingreso de sus habitantes. Por este motivo, el cálculo de la brecha busca ser una herramienta para mostrar la inversión que aún restan por hacer.

La motivación para calcular la brecha de infraestructura es contextualizar desde un punto de vista macroeconómico el estado del stock de infraestructura del país respecto de diversos grupos de comparación entre los que fueron incluidos la Alianza del Pacífico, países de ingresos medios de acuerdo con la definición del Banco Mundial, países asiáticos y países de la OCDE. La estimación de la brecha de infraestructura resultante; es por lo tanto, un elemento más (ni exclusivo, ni excluyente) del estudio del estado de situación, que naturalmente debe dialogar y complementarse por los respectivos enfoques sectoriales y presupuestarios. El resultado final de la brecha se encuentra en función al grupo de comparación elegido, los aspectos cualitativos que se decidan incorporar y de los supuestos sobre los precios unitarios seleccionados. Por ende, también se presentan los resultados en diversos escenarios de brechas como un rango en porcentaje del PBI, debido a que es una estimación más adecuada tomando en cuenta todo lo mencionado previamente. Así, la relevancia de los resultados estará dada no por su valor absoluto si no por cómo dialogue con las políticas públicas llevadas adelante y con el PNI.

El estudio también presenta un análisis de la sensibilidad de los resultados a las variaciones de los precios unitarios; pues si bien en para la realización de este estudio se ha contado con valores validados por los ministerios y efectivamente vinculados con la ejecución de las obras, el grado de heterogeneidad de los mismos de acuerdo a las diversas condiciones bajo las cuales deben realizarse las obras (a modo de ejemplo, los costos de realizar un mismo tipo de carretera varían significativamente de acuerdo a la geografía) requiere sopesar el impacto de las distintas estimaciones posibles sobre los resultados del estudio.

La brecha, no solo presenta resultados para acceso básico. Las brechas van mucho más allá. La priorización de la inversión orientada al cierre de brechas debe complementarse con un conjunto de medidas que se vinculen a la mejora de la calidad del acceso a los servicios públicos, el desarrollo e implementación de mecanismos de gestión que promuevan la previsión multianual de recursos; la mejora en la gestión de los proyectos de inversión pública, así como la coordinación y articulación continua entre el sector público en los tres niveles de Gobierno y el sector privado. Además, la inversión en infraestructura debe vincularse a las características propias del Perú, aprovechando las oportunidades que brinda, y enfocándose a la adaptación y mitigación de los riesgos asociados a su geografía y clima.

La calidad de los servicios es un componente que forma parte de un cálculo mucho más exhaustivo de la brecha de infraestructura y el estudio considera la calidad de la infraestructura y de los servicios prestados con enfoques particulares. Además, se han incluido aspectos de sustentabilidad y de mitigación de riesgos ambientales que también constituyen una brecha y que se presentan de manera ad-hoc para Perú.

1



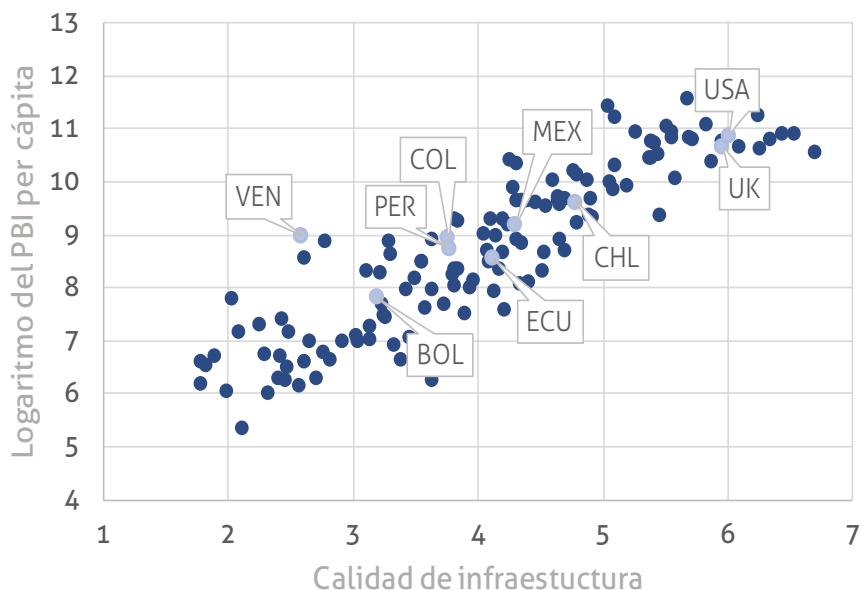
DIAGNÓSTICO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

1.1. Situación general

De acuerdo con el *Global Competitiveness Report* 2018-2019, elaborado por el World Economic Forum, Perú se ubica en el puesto 85 de 140 países en el rubro de infraestructura. Esto lo ubica prácticamente al mismo nivel de algunos países de la región como Brasil y Colombia (puestos 81 y 83, respectivamente); por encima de Paraguay, Bolivia y Venezuela (puestos 101, 102 y 118, respectivamente); aunque aún se encuentra por debajo de Chile (puesto 41), México (puesto 49), Ecuador (puesto 59), Uruguay (puesto 62) y Argentina (puesto 68); y bastante más lejos de países líderes en este rubro como Singapur, Hong Kong y Suiza, que se encuentran en los 3 primeros lugares del ranking.

El Gráfico 1 muestra la relación positiva existente entre el logaritmo del PBI per cápita y el índice de calidad de infraestructura. Los países que se encuentran por encima de la línea de tendencia son aquellos que presentan un nivel de infraestructura menor que el que deberían tener dado su nivel de ingreso per cápita, mientras que para aquellos que se encuentran por debajo ocurre lo contrario. Aunque Perú se encuentra cerca de la línea, está por encima de la misma, lo cual sugiere que el nivel de infraestructura con el que cuenta es menor que el que debería tener acorde con su nivel de ingreso per cápita.

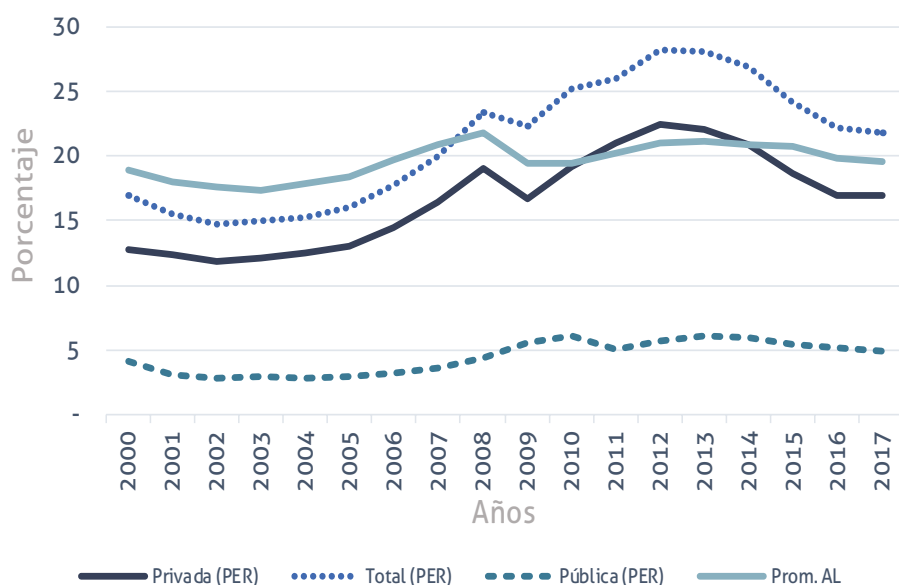
GRÁFICO 1. CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA Y PBI PER CÁPITA



Fuente: *World Economic Forum (2018), World Development Indicators (2019).*
Elaboración propia.

El nivel de la calidad en infraestructura relativamente bajo de Perú respecto de otros países de la región de América Latina y El Caribe (ALC) puede relacionarse con un bajo nivel de gasto en capital que persistió hasta el año 2007 (Gráfico 2). A partir de 2008, la formación bruta de capital del Perú sobrepasó al promedio de ALC (21% del PBI), aunque dicho exceso se ha reducido desde el año 2013. Por su parte, un patrón similar lo muestra la brecha entre la formación bruta de capital privada y la pública del país, la que se reduce, aproximadamente, de 15 a 12 puntos porcentuales entre los años 2013 y 2017.

GRÁFICO 2. FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL (% DEL PBI)



Fuente: INEI, *World Development Indicators (2019).*
Elaboración propia.

En lo que respecta a la inversión en infraestructura en la región, de acuerdo con la base de datos INFRALATAM (IDB, CEPAL, CAF, 2017), que cuenta con data para 18 países de Latinoamérica¹, ésta fue en promedio 3.6% del PBI anual en el período 2008-2015; mientras que para Perú, 5.12% para el mismo periodo. De esta inversión en infraestructura, aproximadamente dos tercios correspondieron a inversión pública, y el tercio restante a inversión privada.

Esta inversión en infraestructura en la región se ha visto reflejada en la mejora en el acceso y la calidad de diferentes tipos de infraestructura. A manera de referencia, Perú está más de una desviación estándar por encima del promedio de Latinoamérica y Caribe en crecimiento porcentual anual de teléfonos móviles per cápita y en la capacidad de generación de energía (Cuadro 1). Por otro lado, en calidad de transporte aéreo, Perú experimentó un crecimiento de más de una desviación estándar, aunque por debajo del promedio de la región.

CUADRO 1. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA (CAMBIO PORCENTUAL ANUAL)

| | Calidad de la infraestructura | Telecomunicaciones | | Electricidad | | Transporte | | | |
|---------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|---|----------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | Teléfonos móviles per capita | Acceso a internet | Capacidad de generación de electricidad | Calidad del suministro eléctrico | Calidad de las vías | Calidad de los puertos | Calidad del transporte aéreo | Calidad de los ferrocarriles |
| Argentina | ● -1,6 | ● 18,2 | ● 15,7 | ● 2,4 | ● -5,0 | ● -0,8 | ● 0,5 | ● -1,3 | ● -1,8 |
| Barbados | ● 0,7 | ● 4,3 | ● 3,4 | ● 0,0 | ● 0,3 | ● 1,4 | ● -0,1 | ● -0,7 | n.a |
| Bolivia | ● 6,3 | ● 19,2 | ● 29,3 | ● 1,7 | ● -0,7 | ● 6,0 | ● 4,3 | ● -0,2 | ● 4,4 |
| Brasil | ● 1,1 | ● 15,7 | ● 17,4 | ● 2,6 | ● -1,8 | ● 1,6 | ● 0,0 | ● -3,2 | ● -0,6 |
| Chile | ● -0,6 | ● 9,0 | ● 10,1 | ● 3,9 | ● -0,5 | ● -0,4 | ● 0,3 | ● -1,3 | ● 2,0 |
| Colombia | ● 3,0 | ● 14,7 | ● 22,8 | ● 1,0 | ● 3,5 | ● 1,5 | ● 2,6 | ● 2,4 | ● 1,8 |
| Costa Rica | ● 2,1 | ● 14,7 | ● 21,5 | ● 3,9 | ● 3,5 | ● 0,4 | ● 2,9 | ● -1,6 | ● -0,3 |
| Ecuador | ● 3,8 | ● 23,6 | ● 7,7 | ● 3,1 | ● 0,5 | ● 3,2 | ● 3,1 | ● 0,4 | ● 4,4 |
| Guyana | ● 4,7 | ● 17,0 | ● 24,9 | ● 1,7 | ● 4,0 | ● 6,1 | ● 4,4 | ● 0,5 | n.a |
| Haití | ● 6,3 | ● 19,8 | ● 6,4 | ● 1,0 | ● 1,7 | ● 1,4 | ● 4,2 | ● 2,3 | n.a |
| Honduras | ● 2,2 | ● 28,4 | ● 21,1 | ● 1,7 | ● 0,7 | ● 3,1 | ● 3,9 | ● 5,1 | n.a |
| Jamaica | ● 1,8 | ● 2,2 | ● -0,6 | ● -2,6 | ● 0,5 | ● 1,1 | ● 0,1 | ● 0,1 | n.a |
| México | ● 1,2 | ● 9,9 | ● 14,0 | ● 1,3 | ● -0,1 | ● -0,2 | ● -0,5 | ● -1,0 | n.a |
| Nicaragua | ● 1,9 | ● 27,0 | ● 24,2 | ● 5,2 | ● 1,7 | ● 1,8 | ● 2,7 | ● -0,6 | ● 2,1 |
| Panamá | ● 3,2 | ● 22,1 | ● 18,3 | ● 5,6 | ● 2,9 | ● 4,3 | ● 3,6 | ● -0,7 | n.a |
| Paraguay | ● 2,5 | ● 15,0 | ● 34,9 | ● 0,9 | ● 0,1 | ● 1,9 | ● 2,1 | ● 2,7 | ● 5,0 |
| Perú | ● 3,7 | ● 23,4 | ● 14,5 | ● 4,3 | ● -0,6 | ● 2,9 | ● 3,2 | ● -1,5 | n.a |
| Trinidad y Tobago | ● 3,5 | ● 12,6 | ● 20,1 | ● 5,0 | ● 0,1 | ● 2,3 | ● 6,4 | ● 2,1 | ● 0,3 |
| Uruguay | ● 3,5 | ● 26,6 | ● 12,0 | ● 2,8 | ● 1,9 | ● 2,8 | ● 3,7 | ● 1,2 | n.a |
| Venezuela, RB | ● 0,5 | ● 13,6 | ● 22,5 | ● 1,9 | ● 0,7 | ● -1,4 | ● 1,0 | ● 1,9 | ● -0,8 |
| ALC | ● 2,3 | ● 15,9 | ● 13,1 | | ● 0,4 | ● 1,7 | ● 2,3 | ● -0,1 | n.a |
| Asia emergente | ● 4,9 | ● 23,2 | ● 16,9 | | ● 4,3 | ● 4,5 | ● 3,7 | ● 2,2 | n.a |
| Europa emergente | ● 4,4 | ● 10,0 | ● 15,7 | | ● 2,9 | ● 3,5 | ● 4,5 | ● 2,5 | n.a |
| África Subsahariana | ● 7,4 | ● 32,4 | ● 26,8 | | ● 4,2 | ● 7,6 | ● 8,0 | ● 5,1 | n.a |
| Economías avanzadas | ● 0,4 | ● 3,9 | ● 5,6 | | ● 0,4 | ● 0,2 | ● 0,5 | ● 0,0 | n.a |

● Más de una desviación estándar sobre la medida de ALC

● Una desviación estándar de distancia a la media de ALC

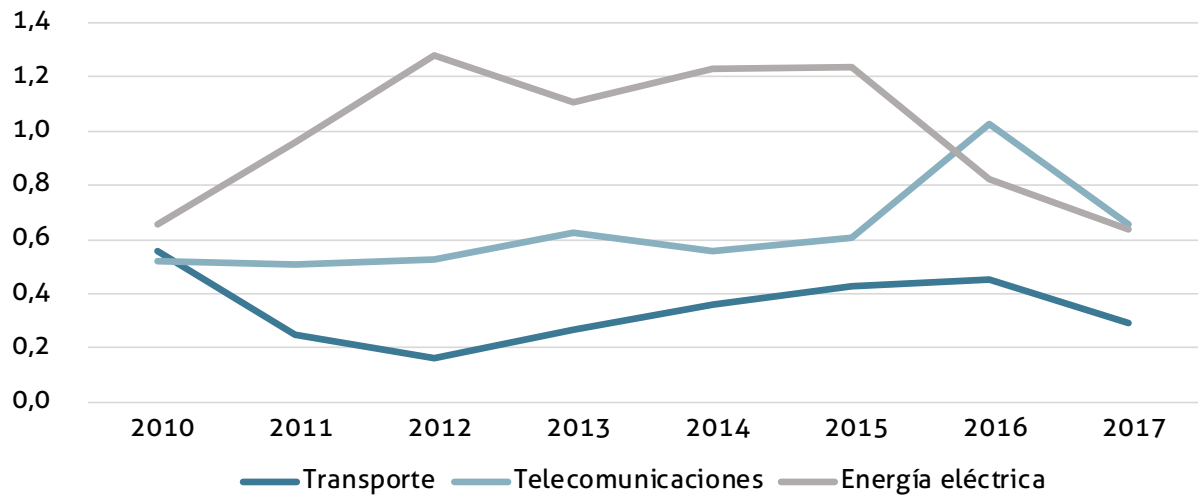
● Más de una desviación estándar bajo la media de ALC

Fuente: Cerra et al., 2016.

1. Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Trinidad y Tobago.

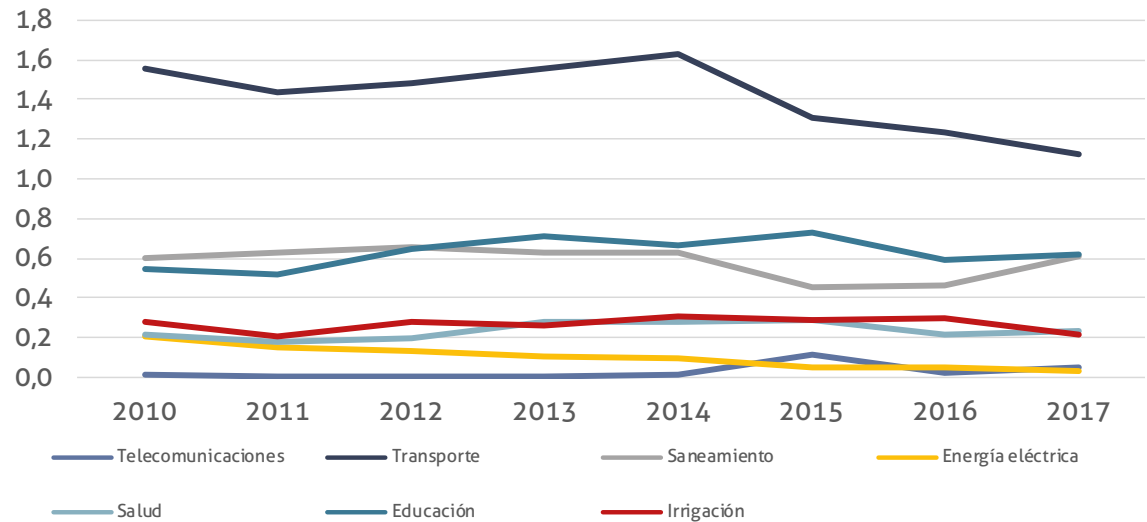
Respecto a la inversión a un nivel más general, en Perú se ha impulsado la inversión privada a través de adjudicaciones de proyectos bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas (APP), las cuales, desde mediados del año 2011 hasta inicios del año 2017, han sido por un monto superior a los US\$ 16,000 millones. De manera desagregada, se ha podido recopilar la inversión privada desplegada en los sectores transporte, telecomunicaciones y energía eléctrica, y se observa que el primero ha recibido menos del 0.6% del PBI entre los años 2010 y 2017 (Gráfico 3). En cambio, este ha sido el sector que principal atención ha recibido por parte de la inversión pública, más del 1% del PBI, durante el mismo periodo (Gráfico 4).

GRÁFICO 3. INVERSIÓN PRIVADA 2010-2017 (% DEL PBI)



Nota: Inversión ejecutada por empresas privadas, de la cual falta información recopilada de los sectores de saneamiento, salud, educación e irrigación.
Fuente: MEF.
Elaboración propia.

GRÁFICO 4. INVERSIÓN PÚBLICA 2010-2017 (% DEL PBI)



Nota: Información obtenida del sistema SIAF del MEF, filtrando por "solo proyectos". Incluye inversión total en los sectores, más allá de inversión específicamente en infraestructura.
Fuente: MEF.
Elaboración propia.

A su vez, se han realizado inversiones a través del mecanismo de Obras por Impuestos, una modalidad de inversión pública con participación del sector privado para su ejecución². No obstante, se observa que estas son de baja magnitud en término del PBI, ya que incluso la suma de los montos de proyectos adjudicados y concluidos no superó el 1% en el periodo 2010 – 2017 (Cuadro 2).

CUADRO 2. INVERSIÓN EN OBRAS POR IMPUESTOS (MILLONES DE US\$)

| Año | Adjudicado | Concluido | Total | % PBI |
|------------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|
| 2010 | 0,2 | 3,64 | 3,84 | 0,00% |
| 2011 | 2,04 | 102,42 | 104,46 | 0,06% |
| 2012 | 13,87 | 66,86 | 80,72 | 0,04% |
| 2013 | 8,87 | 176,76 | 185,63 | 0,09% |
| 2014 | 21,61 | 219,86 | 241,46 | 0,12% |
| 2015 | 4,94 | 108,46 | 113,4 | 0,06% |
| 2016 | 112,49 | 95,38 | 207,86 | 0,11% |
| 2017 | 211,75 | 71,74 | 283,48 | 0,13% |
| Total 2010-2017 | 375,76 | 845,11 | 1.220,87 | 0,08% |

Fuente: ProInversión (2019).
Elaboración propia.

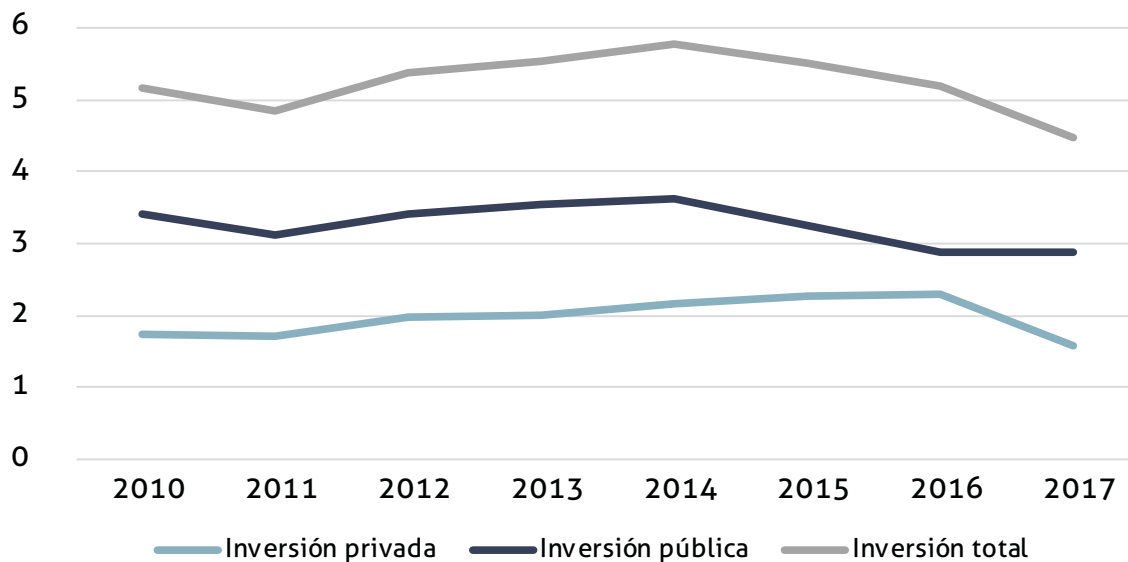
En base a la información recopilada de la inversión privada y a la información disponible del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), se ha calculado que la inversión total (pública y privada) ha representado, en promedio, el 5.2% del PBI durante el periodo 2010 – 2017, mientras que la inversión pública y privada, 3.3% y 2% del PBI, respectivamente (Gráfico 5)³.

Por último, de acuerdo a ProInversión (2019), existen 58 proyectos en el portafolio actual 2019-2021, por un monto aproximado total de US\$ 10,327 millones (Gráfico 6). Los 16 proyectos en el portafolio actual que se estiman ser adjudicados en el año 2019 representan, aproximadamente, US\$ 2,466 millones, de los cuales el 54% son proyectos del sector energía y minas, el 35% del sector transportes y comunicaciones, y el 11% del sector saneamiento (Cuadro 3).

2. Los sectores en los cuales se pueden ejecutar obras por impuestos son Salud, Educación, Agua y Saneamiento, Transporte, Riego, Energía, Telecomunicaciones, Turismo, Limpieza Pública, Esparcimiento, Seguridad, Cultura, Pesca, Medio Ambiente, Seguridad Social, Justicia y otros.

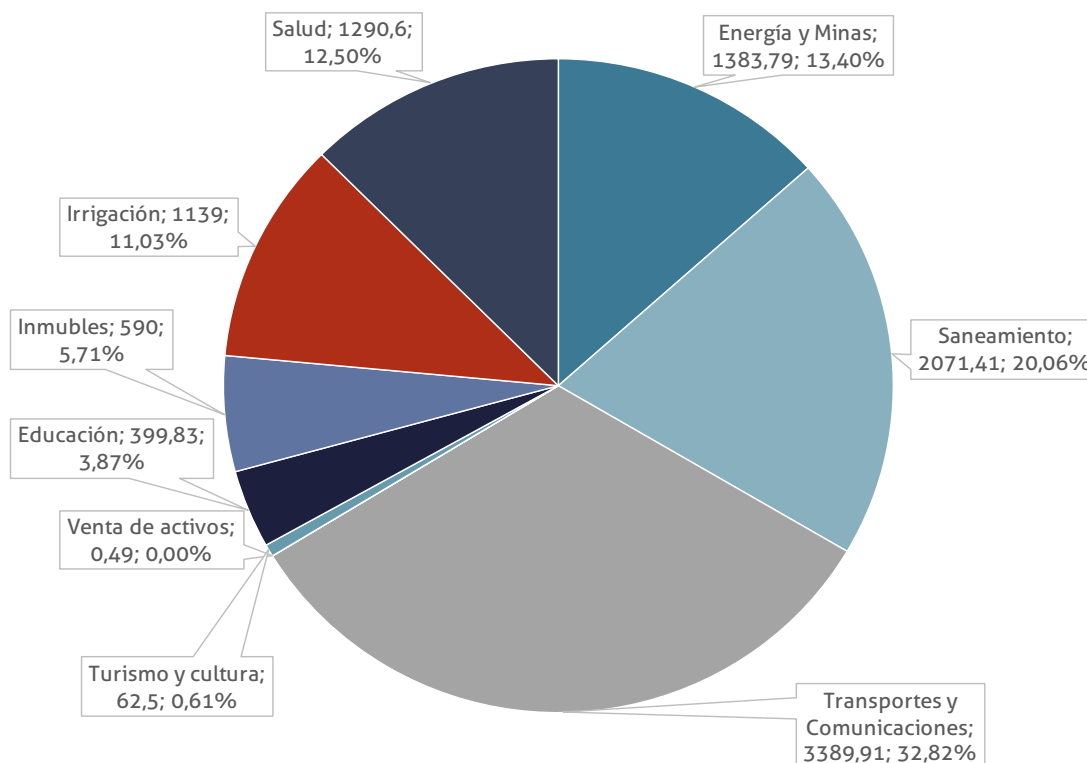
3. Cabe resaltar que la inversión pública recopilada incluye otros aspectos además de la infraestructura. A través de un cálculo a primera vista, utilizando la información de INFRALATAM, la composición de la inversión en infraestructura entre pública y privada se aproxima a una relación de 3/5 y 2/5, respectivamente.

GRÁFICO 5. INVERSIÓN TOTAL 2010-2017 (% DEL PBI)



Fuente: MEF.
Elaboración propia.

GRÁFICO 6. PORTAFOLIO ACTUAL DE PROYECTOS 2019-2021, MONTO (EN MILLONES DE US\$) Y PARTICIPACIÓN, POR SECTOR



Fuente: ProInversión, 2019.
Elaboración propia.

CUADRO 3. PROYECTOS CON AÑO ESTIMADO DE ADJUDICACIÓN 2019, POR SECTOR

| Sector | Proyectos |
|--|---|
| Transportes Monto: US\$ 877 millones | • Ferrocarril Huancayo – Huancavelica |
| | • Terminal Portuario de Chimbote |
| | • Terminal Portuario de Marcona |
| Energía y Minas Monto: US\$ 1,326 millones | • Masificación de gas natural |
| | • Electronoroeste (ENOSA) |
| | • Repotenciación y Compensador reactivo variable en S.E. Trujillo |
| | • Subestación Nueva Carhuaquero |
| | • Compensador reactivo variable en S.E. San Juan |
| | • Línea de transmisión Piura – Nueva Frontera |
| | • Enlace 220 kV Tingo María – Aguaytía |
| | • Enlace 500 kV La Niña - Piura |
| | • Enlace 220 kV Pariñas - Nueva Tumbes |
| | • Proyecto minero Algarrobo |
| Agua y Saneamiento Monto: US\$ 263 millones | Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cuenca del Lago Titicaca - PTAR Titicaca |
| Otros sectores Monto: Por definir | • Centro de Convenciones de Lima |
| | • Tierras no agrícolas de Chavimochic |

Fuente: ProInversión, 2019.
Elaboración propia.

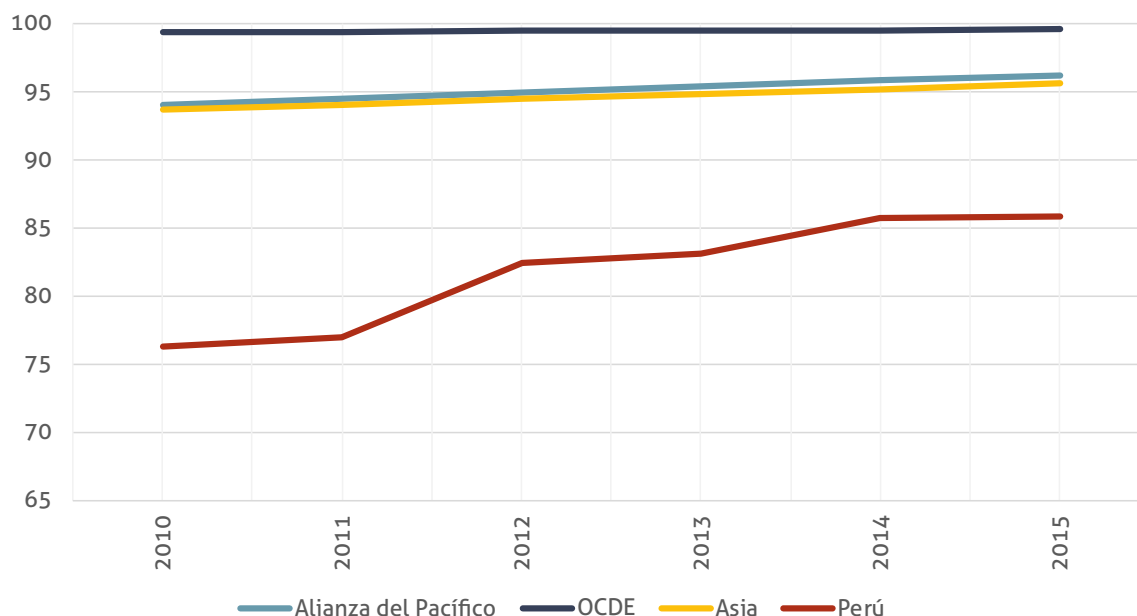
1.2. Situación sectorial

1.2.1. Agua y saneamiento

La cobertura del servicio de agua potable en Perú se ha incrementado de manera sostenida a lo largo de los últimos 15 años. En el siguiente gráfico, sólo para el periodo 2010 – 2015, se puede observar cómo el porcentaje de personas que utilizan al menos servicios básicos de agua potable se ha incrementado de poco más de 76% a más de 85%. Es importante notar que el crecimiento ha sido sostenido y ha seguido la misma tendencia que el acceso promedio en otros grupos de países, respecto de los cuales la brecha del Perú en el sector se viene reduciendo. En efecto, si se compara con los niveles promedio de acceso a agua de los países de la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia y México), Perú se encuentra alrededor de 13 puntos porcentuales por debajo, mientras que respecto a los países asiáticos⁴, se encuentra alrededor de 10 puntos por debajo. Si se compara los niveles de cobertura de Perú con la OCDE, se puede observar una mayor diferencia, estos últimos sobrepasan el 99.6% de cobertura del servicio de agua potable, habiendo una diferencia de casi 14 puntos porcentuales con Perú. Sin embargo, se puede observar una reducción en la brecha de Perú con respecto a dicho grupo de países.

4. Los países asiáticos considerados para la comparación son China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

GRÁFICO 7. PERÚ: PERSONAS QUE UTILIZAN AL MENOS SERVICIOS BÁSICOS DE AGUA POTABLE (% DE LA POBLACIÓN)



Fuente: INEI, SINIA - MINAM, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

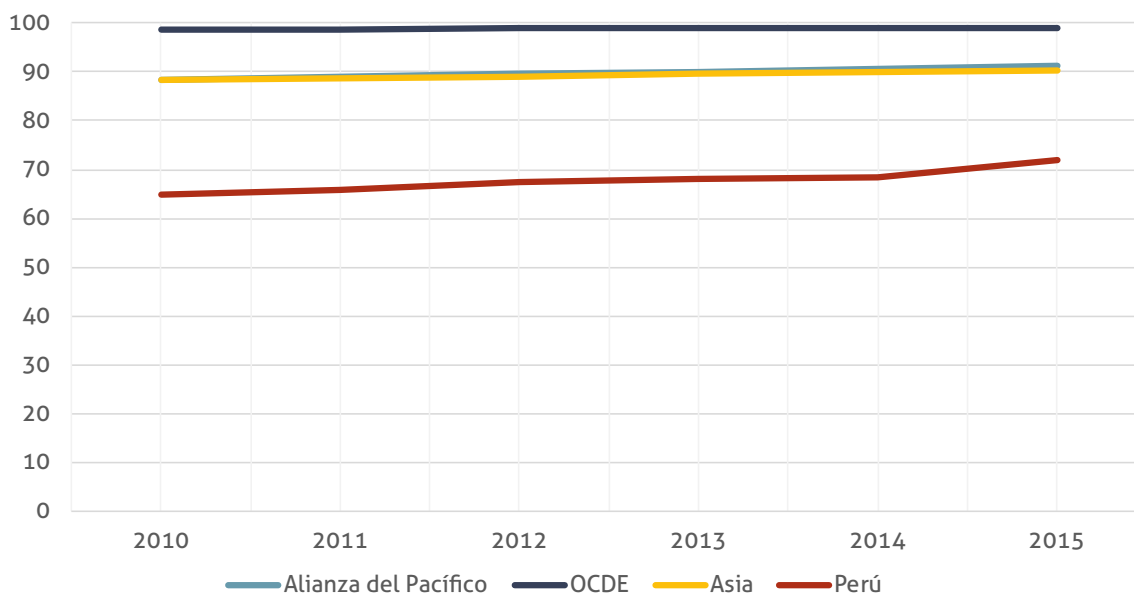
En términos de ámbitos urbano y rural, el nivel de acceso a agua potable en las zonas urbanas es mayor que en las zonas rurales, siendo la diferencia entre ellos cerca de 23 puntos porcentuales. Para el año 2016, las zonas urbanas tuvieron en promedio una cobertura de agua potable del 94.5%, mientras que en las zonas rurales tal cobertura fue de alrededor de 71.2% (VIVIENDA, 2017).

En el caso del saneamiento, la situación es bastante similar. Aproximadamente el 77% de la población de Perú cuenta con el acceso básico al servicio de saneamiento. Al igual que en el caso del acceso básico a agua potable, para el periodo 2010 - 2015 se observa un crecimiento sostenido en la cobertura de saneamiento. Sin embargo, Perú se encuentra lejos de los niveles de cobertura de saneamiento de las agrupaciones de países, siendo la diferencia más grande con los países de la OCDE, alrededor de 22 porcentuales, y entre 13 y 14 puntos porcentuales con los países asiáticos y aquellos de la Alianza del Pacífico.

En materia de inversiones, durante el periodo 2010 – 2015, se invirtió en promedio 0.63% del PBI en ampliar y mejorar la infraestructura de agua potable y alcantarillado en el país. Dicho porcentaje resulta superior a los observados para los otros países de la región (Gráfico 9), cuyo promedio fue de 0.28%. Ciertamente, en el año 2015, se observa una caída pronunciada de la inversión en este rubro, llegando a los US\$ 891.3 millones (0.47% del PBI) (IDB, CEPAL, CAF, 2017).

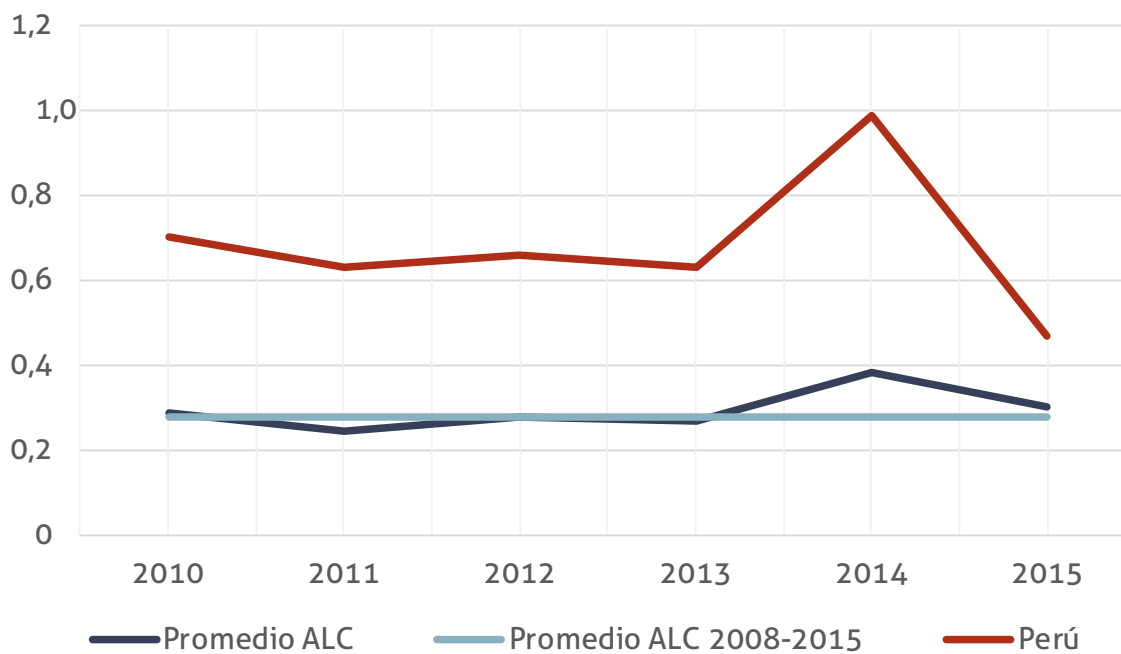
La ejecución total de la inversión pública en proyectos para garantizar el abastecimiento de agua potable, la implementación y mantenimiento del alcantarillado sanitario y pluvial, así como para la mejora de las condiciones sanitarias de la población, para el periodo 2010-2017 ha sido de US\$ 7.9 mil millones (equivalentes a S/ 25.9 mil millones) (Cuadro 4). Asimismo, el avance en la ejecución presupuestal para el período fue de 65.4%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 4.2 mil millones.

GRÁFICO 8. PERÚ: PERSONAS QUE UTILIZAN AL MENOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO BÁSICO (% DE LA POBLACIÓN)



Fuente: INEI, SINIA - MINAM, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

GRÁFICO 9. PERÚ: GASTO ANUAL EN INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO (% DEL PBI)



Fuente: IDB, CEPAL, CAF.

Nota: Comprende inversión pública e inversión privada comprometida al cierre financiero de los proyectos.

Elaboración propia.

CUADRO 4. INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|----------------------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 1.081,82 | 766,97 | 0,60% | 70,90% |
| 2011 | 1.370,91 | 896,06 | 0,60% | 65,40% |
| 2012 | 1.469,39 | 1.010,91 | 0,70% | 68,80% |
| 2013 | 1.617,58 | 1.035,76 | 0,60% | 64,00% |
| 2014 | 1.607,58 | 1.090,00 | 0,60% | 67,80% |
| 2015 | 1.286,36 | 832,42 | 0,50% | 64,70% |
| 2016 | 1.562,42 | 927,58 | 0,50% | 59,40% |
| 2017 | 2.027,27 | 1.298,79 | 0,60% | 64,10% |
| Total 2010-2017 | 12.023,33 | 7.858,49 | 0,60% | 65,40% |

Notas: (1) Inversión en proyectos de saneamiento excluye gastos por gestión y gestión de riesgos y emergencias;

(2) Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

En cuanto a la inversión privada, se han dado en concesión proyectos para la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), tales como 2 plantas de tratamiento de aguas residuales (Taboada y La Chira), nuevas fuentes de agua (Trasvase de Huascacocha-Rímac), producción de agua potable (Consorcio Agua Azul en Río Chillón) y desalinización de agua (Provisur). Estos proyectos suman aproximadamente un monto de inversión de más de US\$ 500 millones. Por otro lado, también se ha ejecutado inversión por medio de Obras por Impuestos. Aproximadamente US\$ 40 millones corresponden a proyectos adjudicados, mientras que US\$ 177 millones se han invertido en proyectos ya concluidos. Cabe resaltar que la cartera de proyectos de ProInversión para el periodo 2020-2021 es igual a US\$ 1.8 mil millones.

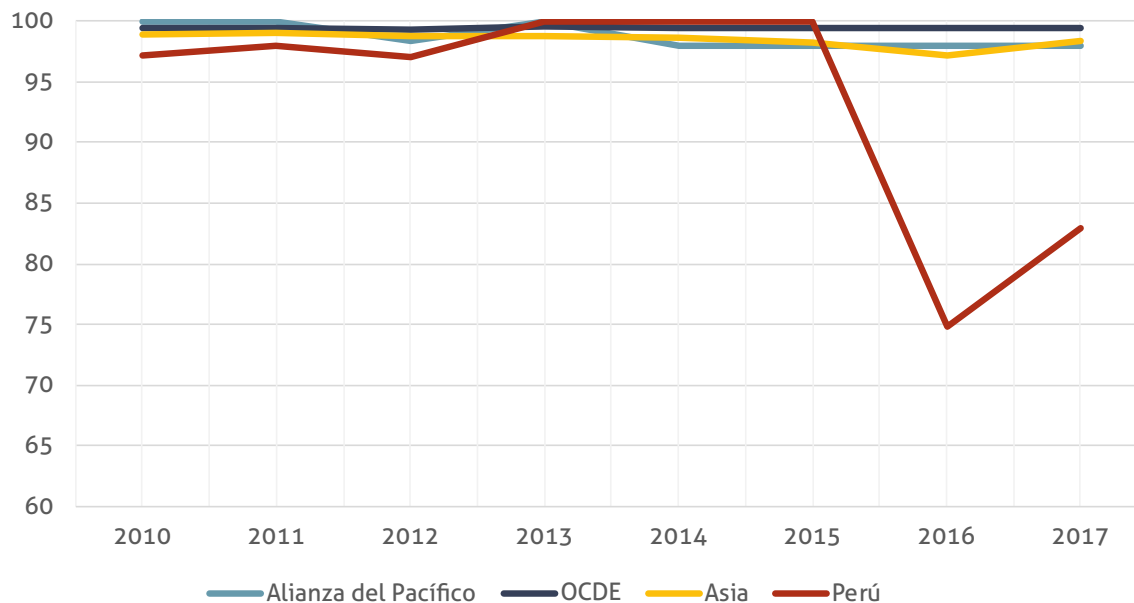
1.2.2. Telecomunicaciones

En el sector telecomunicaciones, Perú se encuentra relativamente peor respecto a los demás países en términos de acceso básico. En el caso de telefonía móvil, en el siguiente gráfico podemos observar que Perú cuenta con un menor porcentaje de la población con acceso a una red móvil, mientras que todos los grupos de países han alcanzado y mantenido niveles prácticamente iguales a 100%.

Con respecto al servicio de internet, Perú cuenta con aproximadamente 7 suscripciones de banda ancha fija a internet con una velocidad mínima entre 255 kilobytes por segundo (kbit/s) y 2 megabytes por segundo (mbit/s), por cada 100 habitantes (Gráfico 11). Este monto es inferior en 5 unidades respecto al número de suscripciones promedio de los países de la Alianza del Pacífico, 14 unidades respecto a los países asiáticos y hasta 27 unidades respecto a los países de la OCDE.

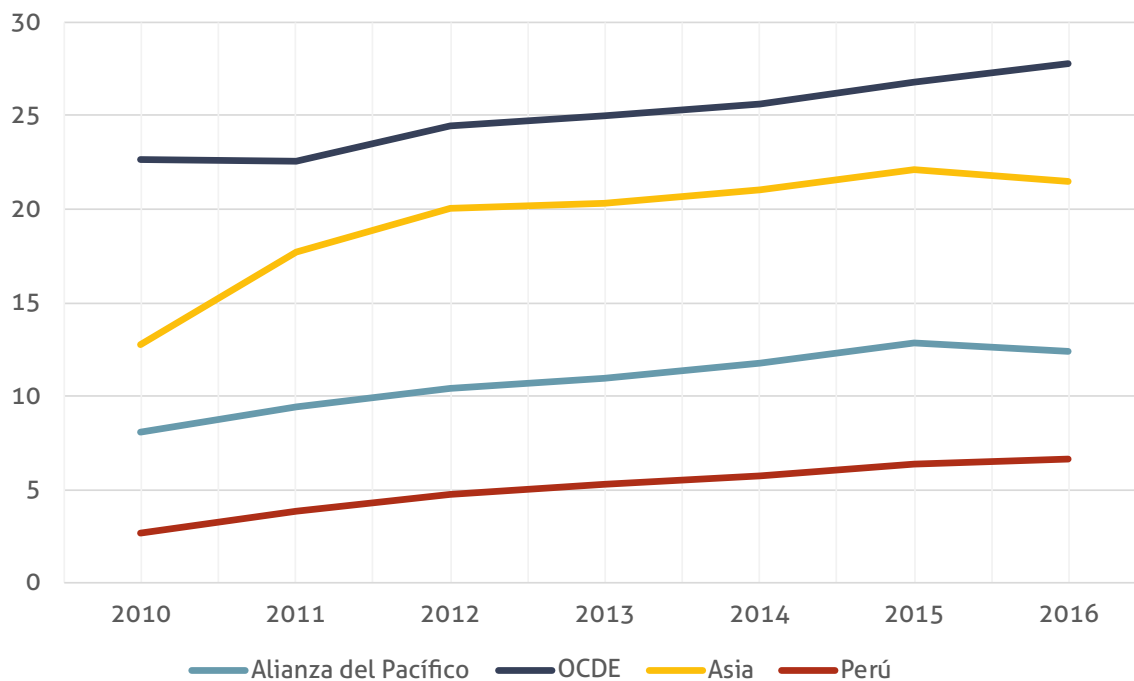
Por otro lado, para el sector comunicaciones, la ejecución total de la inversión pública en el periodo 2010-2017 ha sido de US\$ 466 millones; y el avance en la ejecución presupuestal es de 85.3%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 80.6 millones (Cuadro 5).

GRÁFICO 10. PERÚ: ACCESO A UNA RED MÓVIL (% DE LA POBLACIÓN)



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2019)
Elaboración propia.

GRÁFICO 11. PERÚ: SUSCRIPCIONES DE BANDA ANCHA FIJA (POR CADA 100 PERSONAS)



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2019).
Elaboración propia.

CUADRO 5. INVERSIÓN PÚBLICA EN PROYECTOS DE COMUNICACIONES (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|----------------------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 40,61 | 17,88 | 0,01% | 44,00% |
| 2011 | 22,42 | 12,42 | 0,01% | 55,40% |
| 2012 | 14,85 | 8,79 | 0,01% | 59,20% |
| 2013 | 26,06 | 16,67 | 0,01% | 64,00% |
| 2014 | 44,55 | 27,88 | 0,02% | 62,60% |
| 2015 | 226,97 | 221,82 | 0,12% | 97,70% |
| 2016 | 51,82 | 46,67 | 0,02% | 90,10% |
| 2017 | 119,7 | 113,94 | 0,05% | 95,20% |
| Total 2010-2017 | 546,97 | 466,06 | 0,03% | 85,20% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

Por su parte, la inversión privada en el sector durante el periodo 2010 - 2016 ha sido de US\$ 8.2 mil millones (Cuadro 6).

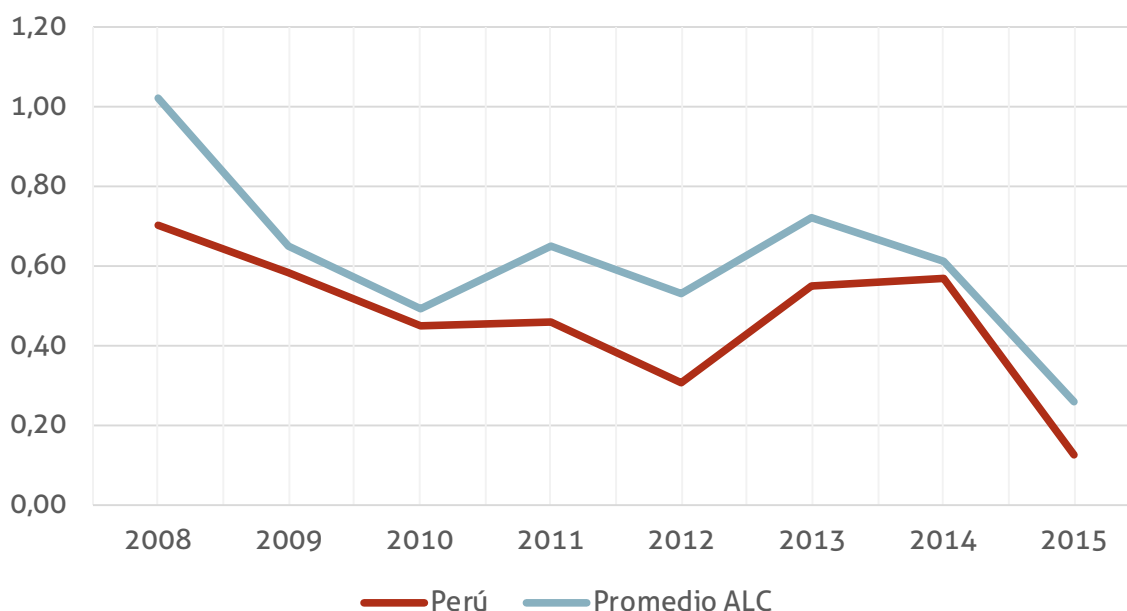
CUADRO 6. INVERSIÓN PRIVADA EN TELECOMUNICACIONES (EN US\$ MILLONES)

| Año | Inversión | % PBI |
|------------------|--------------|--------------|
| 2010 | 774 | 0,52% |
| 2011 | 867 | 0,51% |
| 2012 | 1.019 | 0,53% |
| 2013 | 1.265 | 0,63% |
| 2014 | 1.132 | 0,56% |
| 2015 | 1.158 | 0,61% |
| 2016 | 1.992 | 1,02% |
| Total | 8.207 | 0,60% |
| 2010-2016 | | |

Fuente: Osiptel, 2017. Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de la inversión en infraestructura en telecomunicaciones como porcentaje del PBI, así como el promedio para 18 países de América Latina en el periodo 2008-2015. En Perú se invirtió en promedio 0.47% del PBI al año en desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones. Aun así, esta participación del gasto en infraestructura de telecomunicaciones fue menor que el promedio de América Latina, en todo el periodo mencionado.

GRÁFICO 12. PERÚ: GASTO ANUAL EN INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES (% DEL PBI)



Nota: Comprende inversión pública e inversión privada comprometida al cierre financiero de los proyectos.

Fuente: IDB, CEPAL, CAF.

Elaboración propia.

1.2.3. Transportes

1.2.3.1. Carreteras

El último registro que se tiene sobre la longitud y estado de las carreteras indica un inventario de 168,473.06 kms de carreteras en el país. De este total, aproximadamente el 16% se encuentra pavimentado. En el siguiente cuadro se encuentra un detalle del tipo de superficie de las carreteras peruanas según región geográfica en el año 2018.

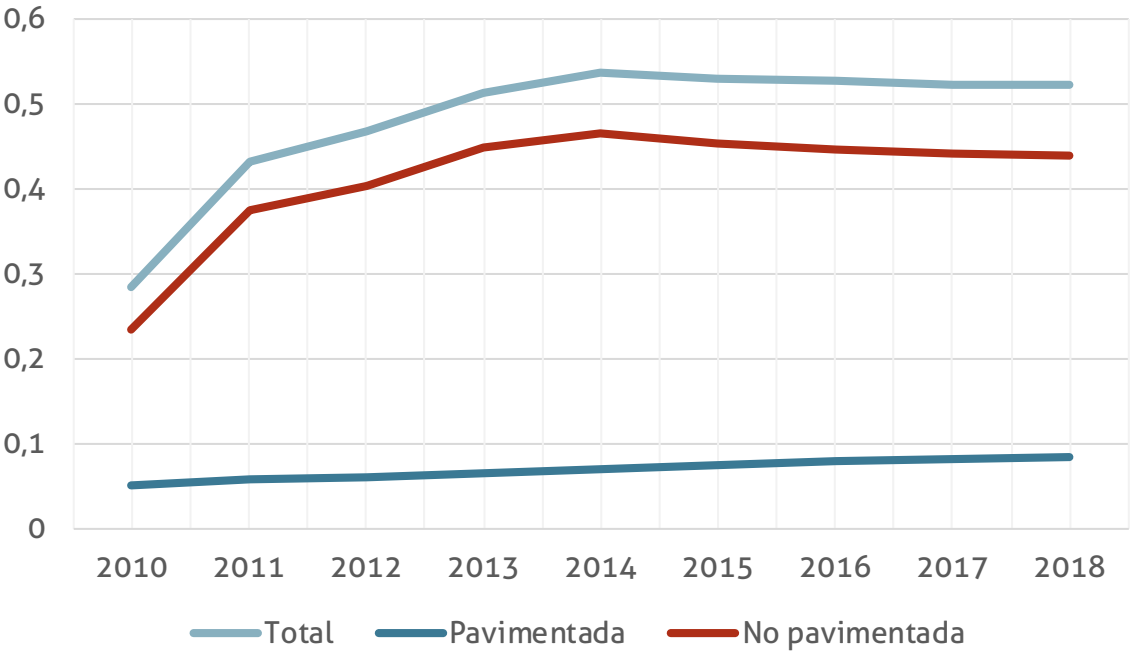
Por otro lado, la longitud de las carreteras en bruto que posee un país no es un buen indicador para conocer su situación en este rubro, pues es natural que países más grandes cuenten con más superficie de kilómetros de carreteras, dado que tienen que conectar puntos más lejanos, y que los países con mayor población cuenten también con una mayor densidad vial debido a que el mayor número de personas implica una mayor necesidad de rutas alternas. En el gráfico siguiente se puede observar la evolución de la infraestructura vial, por superficie de rodadura, en kilómetros de carretera por cada 100 habitantes.

CUADRO 7. INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE DEL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS, AÑO 2018

| Red Vial | Tipo de superficie (kms y %) | | | |
|---------------|------------------------------|--------|----------------|--------|
| | Pavimentado | | No pavimentado | |
| Nacional | 21.434,00 | 79,60% | 5.675,61 | 4,00% |
| Departamental | 3.623,09 | 13,50% | 23.882,46 | 16,90% |
| Vecinal | 1.858,87 | 6,90% | 111.999,04 | 79,10% |
| Total | 26.915,96 | 100% | 141.557,10 | 100% |

Fuente: MTC (2019a).
Elaboración propia.

GRÁFICO 13. PERÚ: KILÓMETROS DE CARRETERAS POR CADA 100 HABITANTES



Fuente: MTC, INEI.
Elaboración propia.

Además, para el periodo 2010-2017, la inversión pública en Perú fue en promedio un 1.2% de su PBI anual en el rubro carreteras. Se debe tener en cuenta que el costo por kilómetro de los caminos sub nacionales (vecinales y/o departamentales) en los terrenos accidentados es mucho mayor al costo de los caminos de la costa, siendo los costos de caminos en la sierra y selva respectivamente un 37.2% y 110% mayores para pavimento estabilizado, y un 14.3% y 54% mayores, en cada terreno, para pavimento afirmado. En los siguientes cuadros se encuentra el detalle del monto de inversión pública y privada, en dólares corrientes y como porcentaje del PBI.

CUADRO 8. INVERSIÓN PÚBLICA EN PROYECTOS DE TRANSPORTE TERRESTRE (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|----------------------------|------------------|------------------|--------------|---------------|
| 2010 | 2.133,64 | 1.789,09 | 1,40% | 83,80% |
| 2011 | 2.158,48 | 1.720,00 | 1,20% | 79,70% |
| 2012 | 2.237,58 | 1.842,42 | 1,20% | 82,30% |
| 2013 | 2.747,27 | 2.396,06 | 1,50% | 87,20% |
| 2014 | 2.566,36 | 2.338,18 | 1,40% | 91,10% |
| 2015 | 2.470,30 | 2.192,12 | 1,20% | 88,70% |
| 2016 | 2.409,70 | 1.923,03 | 1,00% | 79,80% |
| 2017 | 2.633,94 | 1.939,70 | 0,90% | 73,60% |
| Total 2010-2017 | 19.357,27 | 16.140,61 | 1,20% | 83,40% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

CUADRO 9. INVERSIÓN PRIVADA EN CARRETERAS (EN US\$ MILLONES, INCLUYE IGV)

| Año | Carreteras | % PBI |
|----------------------------|---------------|--------------|
| 2010 | 665,7 | 0,45% |
| 2011 | 383,8 | 0,22% |
| 2012 | 170 | 0,09% |
| 2013 | 147,4 | 0,07% |
| 2014 | 229,1 | 0,11% |
| 2015 | 289,4 | 0,15% |
| 2016 | 289 | 0,15% |
| 2017 | 160,7 | 0,07% |
| Total 2010-2017 | 2335,1 | 0,15% |

Nota: Monto de inversión reconocida.

Fuente: OSITRAN, BCRP.

Elaboración propia.

1.2.3.2. Ferrocarriles

En lo que respecta a los kilómetros de vía férrea, Perú posee al año 2018 un sistema ferroviario de aproximadamente 1,940 kilómetros, de los que 1,512 km (78%) se encuentra concesionado al sector privado, mientras que el 12.3% y 9.7% son de propiedad privada y pública (no concesionado), respectivamente. Dicha longitud total representa 0.06 kms de línea ferroviaria por cada 1,000 habitantes. En el siguiente cuadro se detallan las líneas ferroviarias concesionadas y no concesionadas, así como otros detalles.

CUADRO 10. INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA POR EMPRESA, TRAMO Y LONGITUD, AÑO 2018

| Régimen de propiedad | Empresa | Tramo | Longitud (kms) |
|-------------------------|--|--|----------------|
| Público no concesionado | Gobierno Regional de Tacna | Total | 60 |
| | | Tacna – Arica | 60 |
| | Ministerio de Transportes y Comunicaciones | Total | 128,7 |
| | | Huancayo - Huancavelica | 128,7 |
| Público concesionado | Ferrovías Central Andina | Total | 489,6 |
| | | Callao - La Oroya | 222 |
| | | La Oroya - Huancayo | 124 |
| | | La Oroya - Cerro de pasco | 132 |
| | | Cut off (Callao-La Oroya)- Huascacocha | 11,6 |
| | Ferrocarril Transandino | Total | 989,7 |
| | | Matarani - Arequipa | 147,5 |
| | | Arequipa - Juliaca | 304 |
| | | Juliaca – Puno | 47,7 |
| | | Juliaca – Cusco | 337,9 |
| | | Empalme - Mollendo | 17,9 |
| | | Cusco - Hidroeléctrica Machupicchu | 121,7 |
| | | Pachar - Urubamba | 13 |
| | GYM Ferrovías | Total | 33,1 |
| | (Metro de Lima) | Villa El Salvador - Estación Grau | 20,9 |
| | Estación Grau - Estación Bayovar | 12,2 | |
| Privado | Cemento Andino | Total | 13,6 |
| | | Caripa - Condorcoha | 13,6 |
| | Southern Perú Copper Corporation | Total | 217,7 |
| | | Ilo – Toquepala | 186 |
| | | El Sargento - Cuajone | 31,7 |
| | Votorantim Metais | Total | 7,3 |
| | | Santa Clara - Cajamarquilla | 7,3 |
| Total | | | 1939,7 |

Fuente: MTC (2019b).
Elaboración propia.

Por otro lado, para el transporte férreo, la ejecución total de la inversión pública en el periodo 2010-2017 ha sido de US\$ 2.1 mil millones. En el siguiente cuadro se detalla el presupuesto institucional. Se puede observar que el avance en la ejecución presupuestal para el periodo señalado es de 87.2%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 303 millones.

Además, según OSITRAN, el total de inversión privada para el mismo periodo fue de US\$ 1,370 millones, representando un 0.09% del PBI agregado para los mismos 7 años.

CUADRO 11. INVERSIÓN PÚBLICA EN PROYECTOS DE VÍAS FÉRREAS (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 8,18 | 8,18 | 0,01% | 99,60% |
| 2011 | 23,64 | 11,21 | 0,01% | 47,20% |
| 2012 | 417,27 | 408,18 | 0,27% | 97,90% |
| 2013 | 152,73 | 148,48 | 0,09% | 97,20% |
| 2014 | 435,76 | 429,7 | 0,25% | 98,60% |
| 2015 | 197,58 | 186,36 | 0,10% | 94,20% |
| 2016 | 726,67 | 492,12 | 0,25% | 67,70% |
| 2017 | 421,82 | 395,76 | 0,19% | 93,80% |
| Total 2010-2017 | 2.383,64 | 2.080 | 0,15% | 87,20% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

CUADRO 12. INVERSIÓN PRIVADA EN VÍAS FÉRREAS (EN US\$ MILLONES, INCLUYE IGV)

| Año | Vías férreas | % PBI |
|------------------------|-----------------|--------------|
| 2010 | 0,8 | 0,00% |
| 2011 | 0 | 0,00% |
| 2012 | 37,7 | 0,02% |
| 2013 | 165,2 | 0,08% |
| 2014 | 194,4 | 0,10% |
| 2015 | 239,5 | 0,13% |
| 2016 | 348,9 | 0,18% |
| 2017 | 384,2 | 0,18% |
| Total 2010-2017 | 1.370,70 | 0,09% |

Nota: Monto de inversión reconocida.

Fuente: OSITRAN, BCRP.

Elaboración propia.

1.2.3.3. Movilidad urbana

La Red Básica del Metro de Lima - Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao fue aprobada por el Decreto Supremo N° 059-2010-MTC y actualizada mediante Decreto Supremo 009-2013-MTC. Incluye seis líneas, de las que la Línea 1 está en operación, la Línea 2 dispone de contrato de concesión (construcción y operación), y las líneas 3 y 4 se encuentran en fase de preinversión. La cobertura de las dos primeras líneas, cuya longitud es de 34 y 35 kms, respectivamente, es:

CUADRO 13. RECORRIDO DE LÍNEAS 1 Y 2 DEL METRO DE LIMA

| Línea | Cobertura |
|-------|--|
| 1 | Avenida Separadora Industrial, Avenida Pachacutec, Avenida Tomás Marsano, Avenida Aviación, Avenida Grau, Jirón Locumba, Avenida 9 de Octubre, Avenida Próceres de la Independencia, Avenida Fernando Wiese. |
| 2 | Avenida Guardia Chalaca, Avenida Venezuela, Avenida Arica, Avenida Guzman Blanco, Avenida 28 de Julio, Avenida Nicolás Ayllón, Avenida Víctor Raúl Haya de la Torre (Carretera Central). |

Fuente: MTC (2019c).
Elaboración propia.

Por otro lado, el sistema Metropolitano (sistema BRT), cuyas rutas se encuentran dentro de la jurisdicción de Lima Metropolitana, está a cargo de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). La ejecución del Metropolitano fue hecha con fondos propios de la Municipalidad de Lima y el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial. El organismo competente encargado del Metropolitano es Protransporte, organismo público descentralizado de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), que tiene a su cargo el sistema de Corredores Segregados de Buses de Alta Capacidad (COSAC) (GIZ, 2016).

El actual sistema de Metropolitano atiende alrededor de 700 mil viajes diarios. Cuenta con 2 terminales, 35 estaciones intermedias, 1 estación central subterránea y 2 terminales de transferencias. Por otro lado, a diferencia de los sistemas de transporte de Bogotá, Curitiba y México, el Metropolitano opera buses a Gas Natural Vehicular – GNV (Protransporte, 2019).

Los buses articulados miden 18 metros y transportan 160 pasajeros cada uno. El detalle de la Ruta Troncal, que recorre una vía exclusiva que recorre 18 distritos de la ciudad de Lima, se encuentra en detalle en el siguiente cuadro:

CUADRO 14. RUTA TRONCAL DEL METROPOLITANO DE LIMA

| Tramo | Distritos | Recorrido |
|--------|--|--|
| Norte | Rímac, San Martín de Porres e Independencia | Al cruzar el Puente del Ejército, el bus ingresa por la Av. Caquetá, entre los distritos de San Martín de Porres y el Rímac, luego dobla a la izquierda en el inicio de la Av. Túpac Amaru y la recorre en su totalidad, entrando al distrito de Independencia, hasta el Óvalo Naranjal donde se encuentra el Terminal Naranjal. |
| Centro | Cercado de Lima y Breña | Desde la Estación Central subterránea, las vías segregadas se bifurcan una por el Jr. Lampa y otra por la Av. España. Las vías del Jr. Lampa vuelven a la superficie pasando la Av. Roosevelt, donde luego giran a la izquierda en la Av. Emancipación y la recorren hasta la Plaza Castilla. Las vías de la Av. España vuelven a la superficie pasando el Jr. Washington y giran a la derecha en la Av. Alfonso Ugarte en dirección al norte. Ambos tramos se unen en la Plaza Castilla y prosiguen su camino hacia el Puente del Ejército. |
| Sur | Chorrillos, Barranco, Miraflores, Surquillo, San Isidro, Lince y La Victoria | Desde la estación de transferencia Matellini en Chorrillos, los buses recorren la prolongación del Paseo de la República subiendo por la Av. Escuela Militar, entrando a Barranco por la Av. Bolognesi, luego entrando a la Vía Expresa del Paseo de la República hasta llegar a la Plaza Grau en el Cercado de Lima donde se encuentra la Estación Central. |

Fuente: Protransporte (2019).
Elaboración propia.

Por otro lado, para el transporte urbano, la ejecución total de la inversión pública en el periodo 2010-2017 ha sido de US\$ 6 mil. En el siguiente cuadro se encuentra un detalle del total del presupuesto institucional modificado y su ejecución, del periodo 2010-2017, por el concepto de transporte urbano que incluye construcción de puentes, terminales terrestres, pistas y veredas de vías urbanas, intercambios viales, entre otros. Se puede observar que el avance en la ejecución presupuestal para el periodo 2010-2017 es de 69.1%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 2.7 mil millones.

CUADRO 15. INVERSIÓN PÚBLICA EN TRANSPORTE URBANO (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 1.254,55 | 1.044,24 | 0,80% | 83,20% |
| 2011 | 1.226,97 | 848,18 | 0,60% | 69,10% |
| 2012 | 1.227,88 | 836,97 | 0,50% | 68,20% |
| 2013 | 1.189,70 | 877,27 | 0,50% | 73,70% |
| 2014 | 991,21 | 710,3 | 0,40% | 71,70% |
| 2015 | 700,3 | 456,67 | 0,20% | 65,20% |
| 2016 | 1.006,97 | 619,39 | 0,30% | 61,50% |
| 2017 | 1.050,30 | 583,94 | 0,30% | 55,60% |
| Total 2010-2017 | 8.647,88 | 5.976,97 | 0,40% | 69,10% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

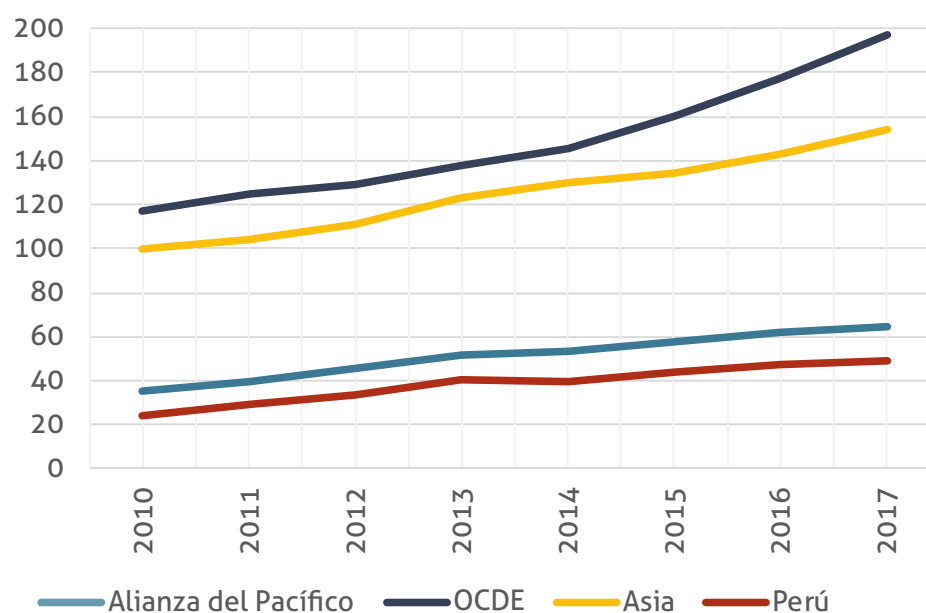
1.2.3.4. Transporte aéreo

En lo que respecta al transporte aéreo, Perú no ha tenido un crecimiento tan pronunciado como otros grupos de países. En el Gráfico 14 se puede observar la evolución de los pasajeros aéreos transportados por cada 100 habitantes. Para este indicador se puede observar un lento incremento hasta el año 2009, cuando se alcanzó la cifra de 20 pasajeros aéreos por cada 100 habitantes. A partir de ese año, el crecimiento ha sido más rápido, alcanzando los 49 pasajeros aéreos por cada 100 habitantes en el año 2017.

Si comparamos este número con el volumen de pasajeros por cada 100 habitantes de los países de la Alianza del Pacífico, Perú se encuentra rezagado, pues este grupo de países actualmente transporta casi 65 pasajeros aéreos por cada 100 habitantes. El indicador para los países asiáticos y los países de la OCDE se encuentra por encima, con más de 154 y 197 pasajeros por cada 100 habitantes, respectivamente.

Por otro lado, en promedio, el 63.4% del tráfico total de pasajeros corresponde a vuelos nacionales, mientras que el 36.6% a vuelos internacionales. Estas proporciones no han variado de manera significativa en los últimos 9 años (DGAC, 2019).

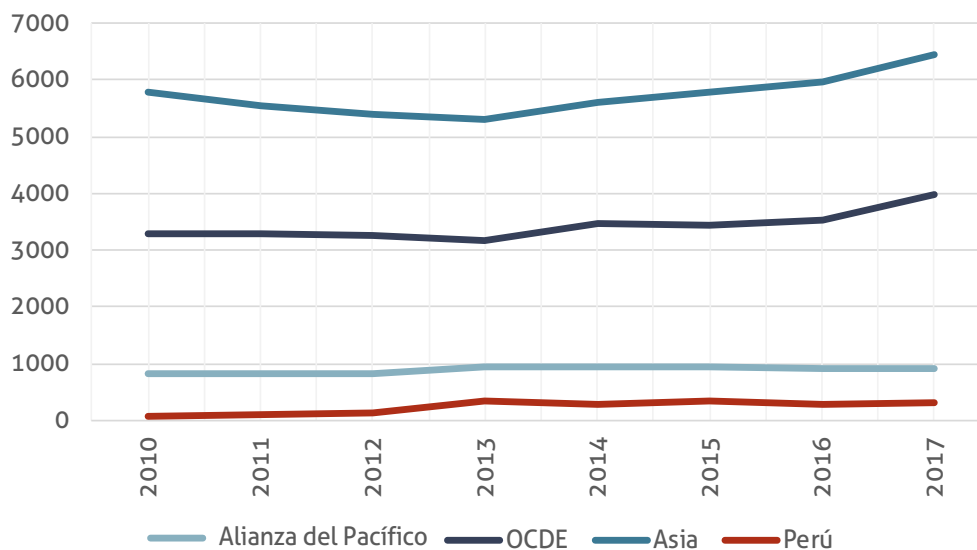
GRÁFICO 14. PERÚ: PASAJEROS AÉREOS (POR CADA 100 HABITANTES)



Fuente: *World Development Indicators (2019)*.
Elaboración propia.

Por otro lado, en el siguiente gráfico se puede observar la evolución en el volumen de carga aérea transportada, medido en toneladas métricas por kilómetros recorridos. Los niveles de Perú se encuentran por debajo de los niveles de la Alianza del Pacífico, pero la diferencia es aún mayor al compararse con la OCDE y países asiáticos. En este caso, cabe resaltar la presencia de países como China o Singapur, que representa el 40% o 12%, respectivamente, del volumen agregado del grupo en el 2017, y que a su vez tienen un nivel de apertura comercial excepcional y son exportadores netos.

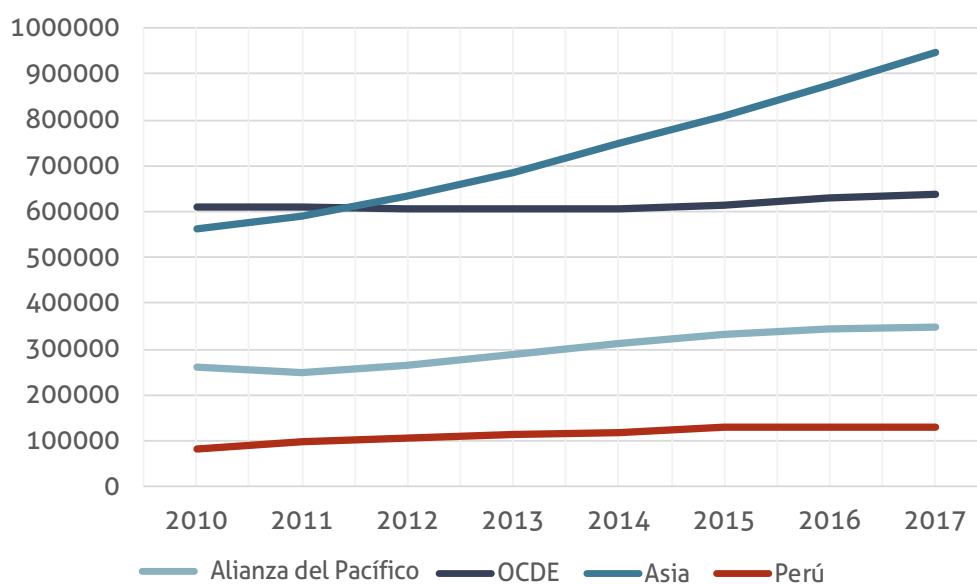
GRÁFICO 15. PERÚ: VOLUMEN DE CARGA AÉREA TRANSPORTADA (MILLONES DE TONS-KMS)



Fuente: *World Development Indicators (2019)*.
Elaboración propia.

De la misma manera, el número de despegues internos y despegues en el exterior de transportistas aéreos registrados en el país es menor que el número registrado para los otros países de la Alianza del Pacífico, y es sobrepasado de manera significativa por el mismo indicador para los países de la OCDE y de los países asiáticos (Gráfico 16). En particular, el último grupo de países ha presentado al 2017 un incremento acumulado de casi un 70%, del nivel del 2010.

GRÁFICO 16. PERÚ: TRANSPORTE AÉREO, NÚMERO DE VUELOS



Fuente: *World Development Indicators (2019)*. Elaboración propia.

Asimismo, el regulador de la infraestructura de transporte de uso público, OSITRAN, tiene bajo su ámbito las siguientes concesiones aeroportuarias:

CUADRO 16. CONCESIONES AEROPORTUARIAS BAJO ÁMBITO DE OSITRAN

| Infraestructura concesionada | Fecha de inicio de la Concesión | Plazo de la Concesión (años) | Fecha de inicio de explotación | Entidad prestadora |
|--|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Aeropuerto Internacional Jorge Chávez | 14/02/2001 | 40 | 14/02/2001 | LIMA AIRPORT PARTNERS S.R.L. |
| Primer Grupo de Aeropuertos de Provincia de la República del Perú | 11/12/2006 | 25 | 11/12/2006 | AEROPUERTOS DEL PERÚ S.A. |
| Segundo Grupo de Aeropuertos de Provincia de la República del Perú | 5/01/2011 | 25 | 5/01/2011 | AEROPUERTOS ANDINOS DEL PERÚ S.A |

Fuente: OSITRAN (2018a).

Elaboración propia.

Por otro lado, para el transporte aéreo, la ejecución total de la inversión pública en el periodo 2010-2017 ha sido de 636.4 millones de dólares. En el siguiente cuadro se encuentra un detalle del total del presupuesto institucional modificado y su ejecución por el concepto de infraestructura aeroportuaria. Se puede observar que el avance en la ejecución presupuestal para el periodo 2010-2017 es de 90.3%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 66.7 millones.

CUADRO 17. INVERSIÓN PÚBLICA EN TRANSPORTE AÉREO (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 584 | 532 | 0,10% | 91,20% |
| 2011 | 912 | 904 | 0,20% | 99,20% |
| 2012 | 77 | 64 | 0,00% | 83,10% |
| 2013 | 62 | 60 | 0,00% | 98,10% |
| 2014 | 193 | 192 | 0,00% | 99,40% |
| 2015 | 94 | 93 | 0,00% | 99,60% |
| 2016 | 239 | 96 | 0,00% | 40,10% |
| 2017 | 119 | 117 | 0,00% | 98,00% |
| Total 2010-2017 | 2.280 | 2.058 | 0,00% | 90,30% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

CUADRO 18. INVERSIÓN PRIVADA EN AEROPUERTOS (EN US\$ MILLONES, INCLUYE IGV)

| Año | Aeropuertos | % PBI |
|-----------------|-------------|-------|
| 2010 | 42,6 | 0,03% |
| 2011 | 30,8 | 0,02% |
| 2012 | 31,4 | 0,02% |
| 2013 | 51,3 | 0,03% |
| 2014 | 56,6 | 0,03% |
| 2015 | 21,6 | 0,01% |
| 2016 | 14,7 | 0,01% |
| 2017 | 19,5 | 0,01% |
| Total 2010-2017 | 268,5 | 0,02% |

Nota: Monto de inversión reconocida.
Fuente: OSITRAN, BCRP.
Elaboración propia.

1.2.3.5. Puertos

El Perú cuenta con 22 puertos de uso público, siendo 13 de éstos de alcance nacional (Gráfico 17). Por otro lado, las concesiones portuarias bajo ámbito de la entidad reguladora OSITRAN se muestran en el cuadro 19, que incluye detalles de las concesiones como plazo de las mismas y entidad prestadora.

GRÁFICO 17. PUERTOS DEL PERÚ



CUADRO 19. CONCESIONES PORTUARIAS BAJO ÁMBITO DE OSITRAN

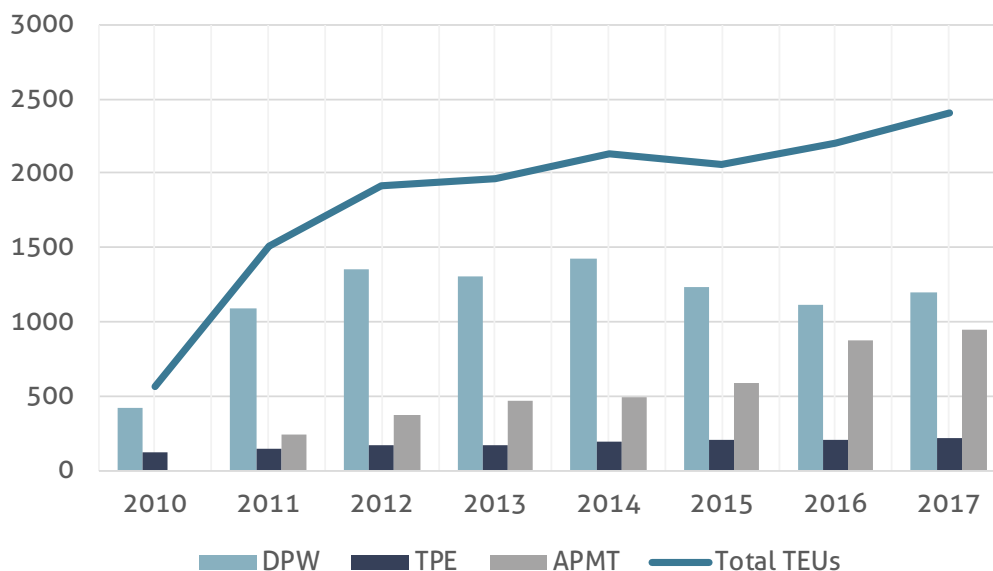
| Infraestructura concesionada | Fecha de inicio de la Concesión | Plazo de la Concesión (años) | Fecha de inicio de explotación | Entidad prestadora |
|---|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|
| Terminal Portuario de Matarani | 17/08/1999 | 30 | 17/08/1999 | Terminal Internacional del Sur S.A |
| Nuevo Terminal de Contenedores en el Terminal Portuario del Callao - Zona Sur | 24/07/2006 | 30 | 22/05/2010 | DP World Callao S.R.L. |
| Terminal Portuario de Paita | 9/09/2009 | 30 | 7/10/2009 | Terminales Portuarios Euroandinos Paita S.A. |
| Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Terminal Portuario del Callao | 28/01/2011 | 20 | 23/05/2014 | Transportadora Callao S.A. |
| Terminal Norte Multipropósito en el Terminal Portuario del Callao | 11/05/2011 | 30 | 1/07/2011 | APM Terminals Callao S.A |
| Nuevo Terminal Portuario de Yurimaguas - Nueva Reforma | 31/05/2011 | 30 | 15/12/2016 | Concesionaria Puerto Amazonas S.A |
| Terminal Portuario General San Martín - Pisco | 21/07/2014 | 30 | 20/08/2014 | Terminal Portuario Paracas S.A. |
| Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry | 1/10/2018 | 30 | 1/10/2018 | Concesionaria Salaverry Terminal Internacional S.A. |

Fuente: OSITRAN (2018b).

Elaboración propia.

De la misma manera, el siguiente gráfico muestra la evolución en el movimiento de contenedores de los últimos 10 años.

GRÁFICO 18. MOVIMIENTO DE CONTENEDORES (MILES DE TEU), 2007-2017



Fuente: OSITRAN (2018b).

Por otro lado, para el transporte hidroviario, la ejecución total de la inversión pública en el periodo 2010-2017 ha sido de US\$ 118.8 millones. En el siguiente cuadro se encuentra un detalle del total del presupuesto institucional modificado y su ejecución, del periodo 2010-2017, por el concepto de transporte hidroviario, que incluye entre sus elementos a la infraestructura portuaria e infraestructura de vías interiores de navegación en todo el territorio nacional. Se puede observar que el avance en la ejecución presupuestal es de 73.9%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 42.2 millones. Por otro lado, la inversión privada en puertos ha representado un 0.08% del PBI agregado para el mismo periodo.

CUADRO 20. INVERSIÓN PÚBLICA EN TRANSPORTE HIDROVIARIO (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|----------------------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 38,79 | 20,91 | 0,02% | 54,10% |
| 2011 | 45,15 | 38,48 | 0,03% | 85,30% |
| 2012 | 19,39 | 13,94 | 0,01% | 71,60% |
| 2013 | 12,12 | 6,97 | 0,00% | 57,00% |
| 2014 | 8,18 | 7,58 | 0,00% | 93,80% |
| 2015 | 7,88 | 7,88 | 0,00% | 97,00% |
| 2016 | 10,3 | 8,79 | 0,00% | 83,50% |
| 2017 | 18,48 | 14,24 | 0,01% | 76,90% |
| Total 2010-2017 | 160,3 | 118,79 | 0,01% | 73,90% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

CUADRO 21. INVERSIÓN PRIVADA EN PUERTOS (EN MILLONES DE US\$, INCLUYE IGV)

| Año | Puertos | % PBI |
|----------------------------|-----------------|--------------|
| 2010 | 122,6 | 0,08% |
| 2011 | 15,7 | 0,01% |
| 2012 | 73,7 | 0,04% |
| 2013 | 171,8 | 0,09% |
| 2014 | 245,5 | 0,12% |
| 2015 | 273,8 | 0,14% |
| 2016 | 227,3 | 0,12% |
| 2017 | 55,2 | 0,03% |
| Total 2010-2017 | 1.185,60 | 0,08% |

Nota: Monto de inversión reconocida.

Fuente: OSITRAN, BCRP.

Elaboración propia.

1.2.3.6. Proyectos en transporte

Por otro lado, el detalle de proyectos de infraestructura en transporte en la cartera de proyectos actuales, con fecha de adjudicación del año 2019, se encuentra en el siguiente cuadro:

CUADRO 22. PROYECTOS DE TRANSPORTE EN LA CARTERA DE PROYECTOS ACTUALES, 2019

| Proyecto | Objetivo | Entidad Competente | Modalidad | Monto de Inversión (sin IGV) y plazo | Zona de Influencia | Fecha estimada de adjudicación |
|---|--|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|
| Ferrocarril Huancayo - Huancavelica | El proyecto rehabilitación integral del ferrocarril Huancayo-Huancavelica, consiste en el diseño, financiamiento, ejecución de obras, adquisición de material rodante, operación y mantenimiento | Ministerio de Transportes y Comunicaciones | Iniciativa Estatal Cofinanciada | US\$ 226,91 millones, 30 años. | Junín y Huancavelica | 2do semestre de 2019 |
| Nuevo terminal portuario de San Juan de Marcona | Concesión para el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de un nuevo terminal portuario de uso público, especializado en brindar servicios de almacenamiento y embarque de concentrados de hierro y cobre, así como los insumos de producción minera. | Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Autoridad Portuaria Nacional | Iniciativa Privada Autofinanciada | US\$ 540 millones, 30 años | Regiones de Ica, Ayacucho, zona norte de Arequipa, Apurímac y Cusco | 2do semestre de 2019 |

Fuente: ProInversión.

Elaboración propia.

Para el sector transportes, la ejecución total en el periodo 2010-2017 ha sido de US\$ 25 mil millones (Cuadro 23). El avance en la ejecución presupuestal de la inversión pública en promedio para dicho periodo 2010-2017 es de 79.9%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 6.3 mil millones. Asimismo, la inversión pública representó casi 1.9 puntos porcentuales del PBI.

CUADRO 23. INVERSIÓN PÚBLICA EN TRANSPORTE (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|------------------------|------------------|------------------|--------------|---------------|
| 2010 | 3.613,03 | 3.024,24 | 2,40% | 83,70% |
| 2011 | 3.732,42 | 2.893,03 | 2,00% | 77,50% |
| 2012 | 3.928,79 | 3.123,33 | 2,00% | 79,50% |
| 2013 | 4.123,03 | 3.448,18 | 2,10% | 83,60% |
| 2014 | 4.062,12 | 3.545,76 | 2,10% | 87,30% |
| 2015 | 3.405,45 | 2.871,82 | 1,60% | 84,30% |
| 2016 | 4.227,27 | 3.086,36 | 1,60% | 73,00% |
| 2017 | 4.161,52 | 2.981,82 | 1,40% | 71,70% |
| Total 2010-2017 | 31.253,64 | 24.974,55 | 1,90% | 79,90% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

Por su parte, la inversión privada como parte de los contratos de concesión en infraestructura de transporte entre los años 2010 y 2017 sumó unos US\$ 5 mil millones (0.34% en promedio del PBI).

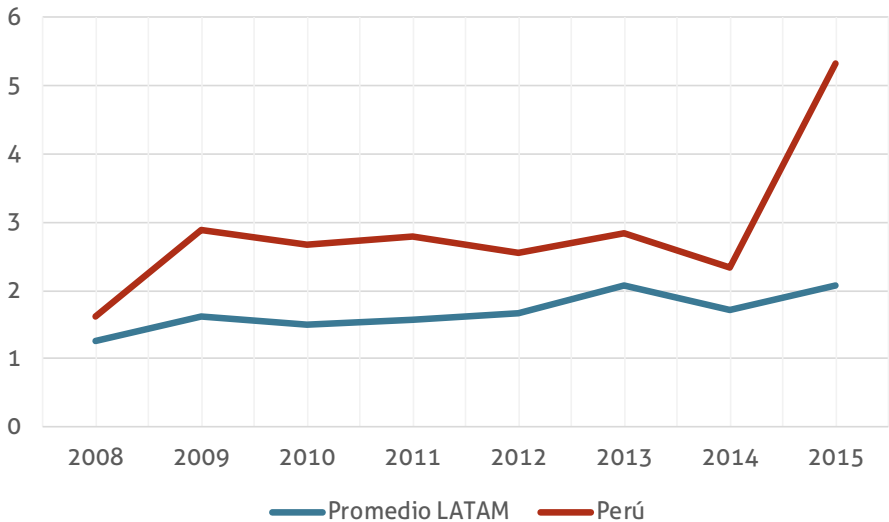
CUADRO 24. INVERSIÓN PRIVADA EN TRANSPORTE (EN US\$ MILLONES, INCLUYE IGV)

| Año | Total | % PBI |
|-----------------|--------|-------|
| 2010 | 831,7 | 0,56% |
| 2011 | 430,3 | 0,25% |
| 2012 | 312,8 | 0,16% |
| 2013 | 535,7 | 0,27% |
| 2014 | 725,6 | 0,36% |
| 2015 | 824,3 | 0,43% |
| 2016 | 879,9 | 0,45% |
| 2017 | 619,6 | 0,29% |
| Total 2010-2017 | 5159,9 | 0,34% |

Nota: Monto de inversión reconocida. Incluye carreteras, aeropuertos, puertos y vías férreas.
Fuente: OSITRAN, BCRP.
Elaboración propia.

Finalmente, en el siguiente gráfico se puede observar la evolución de la inversión en infraestructura de transporte como porcentaje del PBI, así como el promedio para 18 países de América Latina en el período 2008-2015. En dicho período, en el Perú se invirtió en promedio 2% del PBI al año en desarrollo de infraestructura de transportes en el país. Así, la participación del gasto total en infraestructura de transportes fue mayor en 1.19 puntos porcentuales en promedio, que el gasto de América Latina, en todo el periodo mencionado.

GRÁFICO 19. PERÚ: GASTO ANUAL EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE (% DEL PBI)



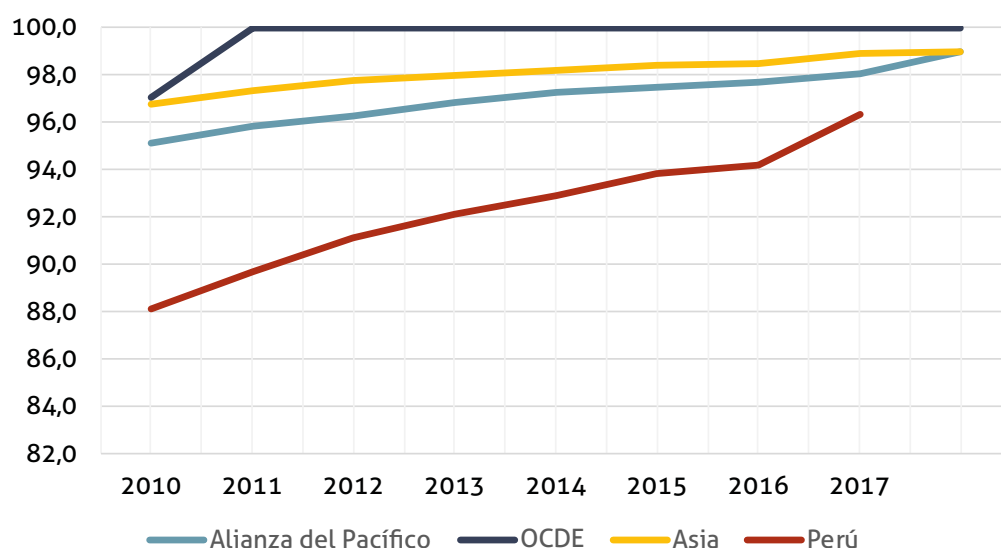
Nota: Comprende inversión pública e inversión privada comprometida al cierre financiero de los proyectos.
Fuente: IDB, CEPAL, CAF.
Elaboración propia.

1.2.4. Energía

Al año 2017, Perú tuvo cifras de acceso a electricidad alrededor del 96.4%. Este es el nivel de cobertura más bajo de los países de la Alianza del Pacífico y otros países de Latinoamérica (por ejemplo, Brasil, Argentina y Ecuador tienen un 100% de cobertura al año 2017), excediendo sólo la cobertura de electricidad de Bolivia por dos puntos porcentuales para el año mencionado.

Los niveles de cobertura de electricidad de Perú se encuentran por debajo del promedio de los países asiáticos, Alianza del Pacífico y del promedio de los países de la OCDE, donde la cobertura es prácticamente 100% al 2017 (Gráfico 20).

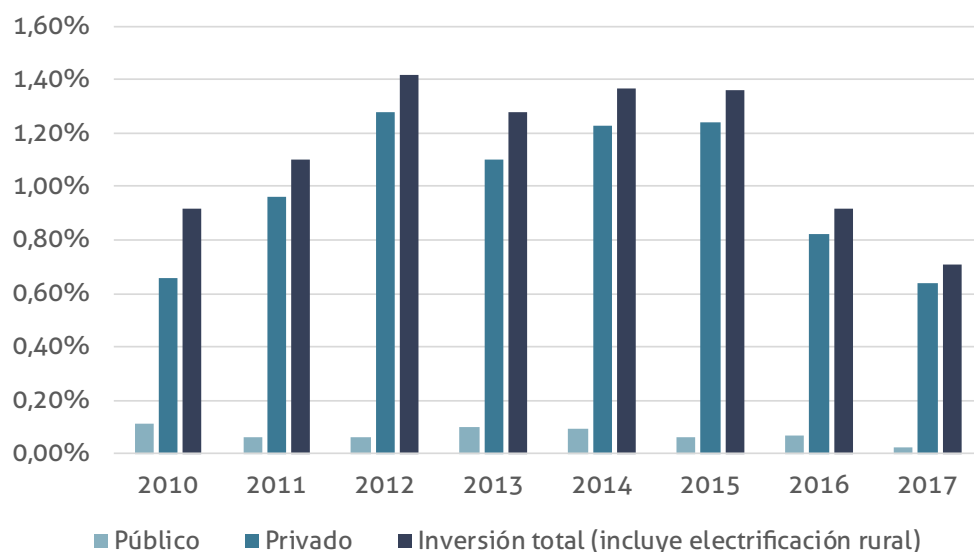
GRÁFICO 20. PERÚ: EVOLUCIÓN DEL ACCESO A LA ELECTRICIDAD (% POBLACIÓN)



Fuente: MINEM, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

En 2017, en Perú se llevó a cabo una inversión total de US\$ 1.5 mil millones en proyectos de electrificación, con la finalidad de ampliar el porcentaje de la población que tiene acceso a electricidad. La cifra total para el periodo 2010-2017 fue de US\$ 17.3 mil millones. El detalle de la evolución de las inversiones ejecutadas en el sector eléctrico, por empresa estatal y privada, se encuentra en el siguiente gráfico:

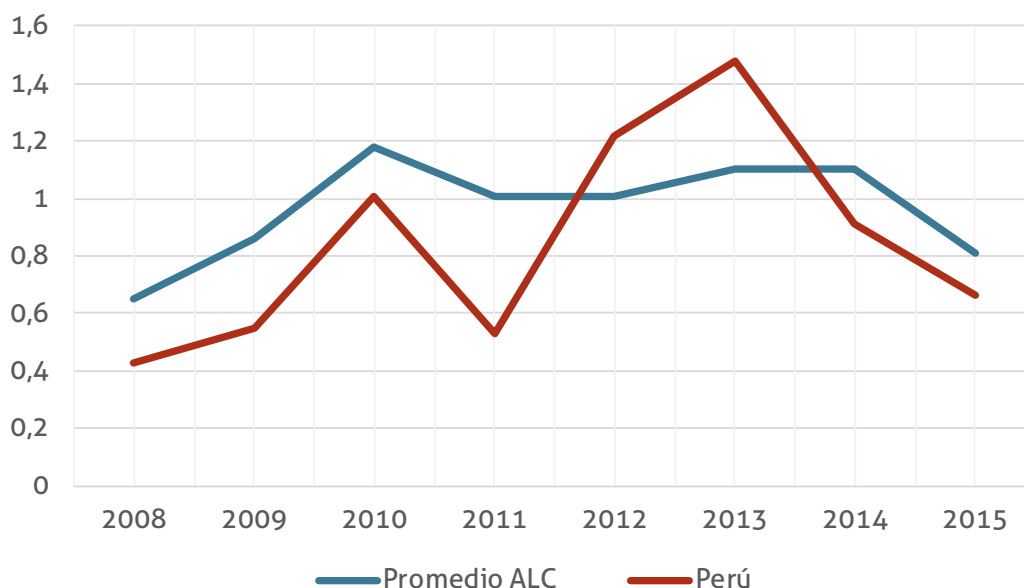
GRÁFICO 21. INVERSIÓN EN ENERGÍA ELÉCTRICA EJECUTADAS POR SECTOR (% DEL PBI)



Fuente: MINEM. Elaboración propia.

De manera similar, en el siguiente gráfico se puede observar la evolución de la inversión en infraestructura de energía como porcentaje del PBI, así como el promedio para 18 países de América Latina en el período 2008-2015.

GRÁFICO 22. PERÚ: GASTO ANUAL EN INFRAESTRUCTURA DE ENERGÍA (% DEL PBI)



Nota: Comprende inversión pública e inversión privada comprometida al cierre financiero de los proyectos.

Fuente: IDB, CEPAL, CAF.

Elaboración propia.

De otro lado, Perú cuenta con una importante cartera de proyectos de electricidad. Los proyectos con fecha estimada de adjudicación 2019 se encuentran en el siguiente cuadro:

CUADRO 25. PROYECTOS DE ENERGÍA EN LA CARTERA DE PROYECTOS ACTUALES, 2019

| Proyecto de electricidad | Objetivo | Entidad Competente | Modalidad | Monto de Inversión (sin IGV) y plazo | Zona de Influencia | Fecha estimada de adjudicación |
|--|--|-------------------------------|--|---|----------------------------------|--------------------------------|
| Repotenciación a 1000 MVA de la L.T. Carabayllo-Chimbote - Trujillo 500 KV y compensador reactivo variable (SVC o similar) +400/-150 MVAR en SE Trujillo 500 KV | El Proyecto consiste en el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de una repotenciación de tramo de la línea de transmisión en 500 kV en el norte medio del país y un equipo de compensación Reactiva Variable en la SE Trujillo. Estas inversiones reforzarán el sistema de transmisión en 500 kV del Sistema eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) | Ministerio de Energía y Minas | Iniciativa Estatal Autofinanciada | USD 90 millones. Plazo: 30 años más el periodo de construcción (33 meses) | Lima, Ancash y La Libertad | 1er Semestre de 2019 |
| Modernización de la empresa regional de servicio público de electricidad Electro Noroeste S.A. | Modernizar la gestión de ELECTRONOROESTE S.A., a través de la adquisición de nuevas acciones con la finalidad de brindar un mejor servicio a los clientes de su zona de influencia. ELECTRONOROESTE S.A. es la empresa encargada de la distribución y comercialización de energía eléctrica dentro del área de sus concesiones, comprendidas en las regiones de Piura y Tumbes. Atendiendo a más de 405,586 mil clientes. | Ministerio de Energía y Minas | Iniciativa Privada –Proyectos en activos y/o bajo el marco del D. Leg. 674 | USD 105 millones | Tumbes y Piura | 1er Semestre de 2019 |
| SE Nueva Carhuaquero 220 KV(*) y compensador reactivo variable (SCV o similar) +400/-100 MVAR en la SE San Juan 220 KV | Los proyectos tiene como finalidad otorgar la concesión para el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de Subestaciones (Patio de llaves) que servirán para facilitar las maniobras de las líneas en la zona de Chiclayo y Cajamarca en el norte del país; así como permitir una mayor confiabilidad en el suministro de energía en el departamento de Lima | Ministerio de Energía y Minas | Iniciativa Estatal Autofinanciada | USD 29 millones. Plazo: Por definir | Cajamarca, Lambayeque y Lima | 2do Semestre de 2019 |
| Línea de transmisión 500 KV subestación Piura Nueva-Frontera | El proyecto Integral de Interconexión Perú-Ecuador, comprende la construcción de una Línea de Transmisión en 500 kV que enlazará la Subestación Chorrillos en Ecuador con la Subestación La Niña en Perú (La Línea). La Línea incluye la construcción de dos subestaciones intermedias nuevas: SE Pasaje en Ecuador y SE Piura Nueva en Perú. | Ministerio de Energía y Minas | Iniciativa Estatal Autofinanciada | USD 144 millones. Plazo: Por definir | Tumbes y Piura | 2do Semestre de 2019 |
| Enlace 220 KV Tingo María - Aguaytía, subestaciones, líneas y ampliaciones asociadas; enlace 500 KV La Niña - Piura, subestaciones, líneas y ampliaciones asociadas y enlace 220 KV Pariñas - Nueva Tumbes, subestaciones, líneas y ampliaciones asociadas | (i) La Línea de Transmisión 220 kV Tingo María Nueva - Aguaytía (73 km) parte de la futura SE Tingo María Nueva en el Distrito de Rupa Rupa, Departamento de Huánuco y llega hasta S.E. Aguaytía de propiedad de Aguaytía Energy ubicada en el Departamento de Ucayali. (ii) El proyecto Línea de Transmisión 500 kV La Niña - Piura, conectará a la Subestación La Niña con la futura Subestación Piura Nueva con una longitud aproximada de 87 km. (iii) La Línea de Transmisión en 220 kV Pariñas - Nueva Tumbes (158 km) incluye la derivación de Línea de Transmisión en 220 kV L-2280- Nueva Tumbes, la construcción de la Subestación Nueva Tumbes y la ampliación de una celda en S.E. Pariñas para la salida hacia S.E. Nueva Tumbes. | Ministerio de Energía y Minas | Iniciativa Estatal Autofinanciada | USD 208.81 millones. Plazo: Por definir | Tumbes, Piura, Huánuco y Ucayali | 1er Semestre de 2019 |

Fuente: ProInversión.
Elaboración propia.

Finalmente, la ejecución total de la inversión pública en el periodo 2010-2017 ha sido, aproximadamente, US\$ 1.3 mil millones. En el siguiente cuadro se encuentra un detalle del total del presupuesto institucional modificado y su ejecución, del periodo 2010-2017. Se puede observar que el avance en la ejecución presupuestal en promedio para el periodo 2010-2017 es de 75.8%, siendo el monto que no se ha invertido de US\$ 393.9 millones.

CUADRO 26. INVERSIÓN PÚBLICA EN ENERGÍA ELÉCTRICA (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance % |
|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 341,82 | 263,03 | 0,20% | 76,90% |
| 2011 | 302,42 | 214,24 | 0,10% | 70,80% |
| 2012 | 260,61 | 210,91 | 0,10% | 80,90% |
| 2013 | 224,24 | 174,24 | 0,10% | 77,70% |
| 2014 | 189,7 | 165,45 | 0,10% | 87,10% |
| 2015 | 120 | 95,76 | 0,10% | 79,90% |
| 2016 | 150,91 | 94,24 | 0,00% | 62,50% |
| 2017 | 97,88 | 60,91 | 0,00% | 62,20% |
| Total 2010-2017 | 1.687,58 | 1.278,79 | 0,10% | 75,80% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

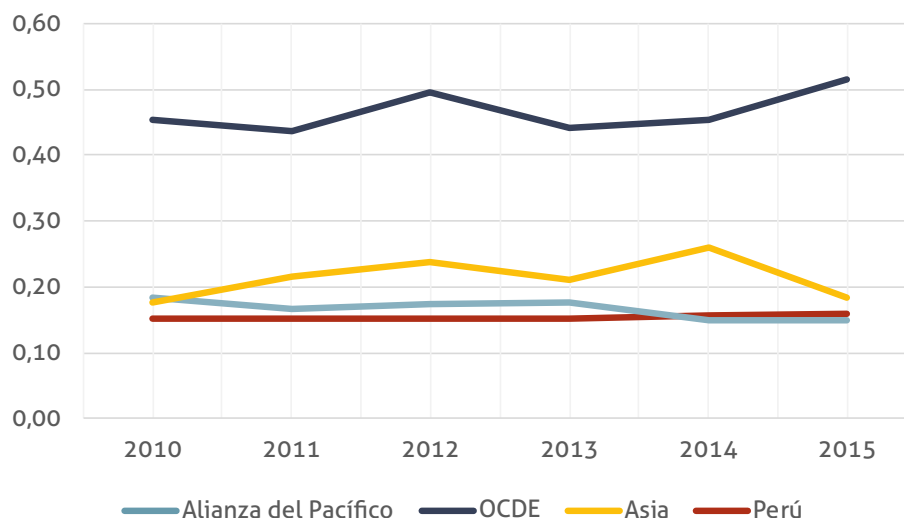
Fuente: MEF.

Elaboración propia.

1.2.5. Salud

A nivel internacional, Perú posee un número promedio de camas por cada 100 habitantes similar al promedio de los países de la Alianza del Pacífico, y algo por debajo de los países asiáticos (Gráfico 23). Sin embargo, el país está muy por debajo del promedio de los países de la OCDE (aproximadamente 0.35 unidades menos).

GRÁFICO 23. GRÁFICO 23 NÚMERO DE CAMAS POR CADA 100 HABITANTES



Fuente: INEI, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

El siguiente cuadro muestra el nivel de inversión pública y su ejecución en el periodo 2010-2017. En total se ejecutó un 64.18% del PIM en este periodo, es decir, se invirtieron US\$ 3.3 mil millones, cifra equivalente al 0.24% del PBI acumulado en esos años; mientras que el monto no invertido fue igual a US\$ 1.8 mil millones.

CUADRO 27. INVERSIÓN PÚBLICA EN EL SECTOR SALUD (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % PBI | Avance (%) |
|------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 664,85 | 277,27 | 0,22% | 41,71% |
| 2011 | 569,7 | 259,7 | 0,18% | 45,58% |
| 2012 | 483,64 | 301,82 | 0,20% | 62,42% |
| 2013 | 597,58 | 460 | 0,28% | 77,00% |
| 2014 | 678,18 | 495,76 | 0,28% | 73,09% |
| 2015 | 673,64 | 533,03 | 0,29% | 79,14% |
| 2016 | 626,06 | 424,55 | 0,21% | 67,80% |
| 2017 | 769,7 | 497,27 | 0,23% | 64,60% |
| Total 2010-2017 | 5.063,33 | 3.249,39 | 0,24% | 64,18% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3
Fuente: MEF.
Elaboración propia.

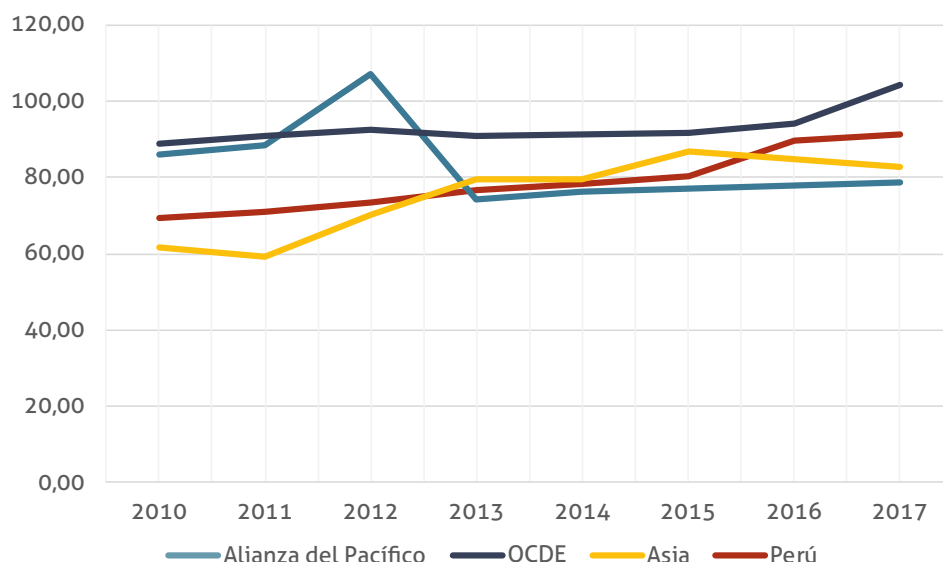
En cuanto a la inversión privada en el sector, ésta consiste primordialmente en Obras por Impuestos⁵. La inversión en proyectos priorizados equivale a US\$ 36 millones, mientras que en el resto de proyectos es igual a US\$ 106.5 millones. De este total, US\$ 33.3 millones corresponden a proyectos concluidos. Asimismo, la cartera de proyectos de ProInversión para el periodo 2020-2021 es igual a US\$ 1.3 mil millones.

Se debe señalar que, según cálculos del Ministerio de Salud (MINSA), la brecha de infraestructura y equipamiento del sector asciende aproximadamente a S/ 52 mil millones o US\$ 16 mil millones. Esta brecha es estimada en base a la proporción de establecimientos de salud del primer, segundo y tercer nivel de atención con capacidad instalada inadecuada, descritos estos como aquellos que no cuentan con los recursos físicos adecuados para atender las necesidades de salud de la población correspondiente a su ámbito⁶.

1.2.6. Educación

En términos de acceso, medido a través de las tasas de matrícula, se observa que Perú ha experimentado en cierta medida una tendencia similar al resto de grupos de países (Gráficos 24, 25 y 26). Sobresalen los niveles de la tasa de matrícula en educación inicial y secundaria, los cuales son solamente inferiores al promedio de los países de la OCDE en el año 2017. En cambio, el nivel de la tasa de matrícula promedio en educación primaria en el país es menor que el resto de agrupaciones de países (dicho ello, ésta es la tasa más alta para Perú entre los tres niveles de educación).

GRÁFICO 24. TASA DE MATRÍCULA BRUTA⁷ EN EDUCACIÓN INICIAL



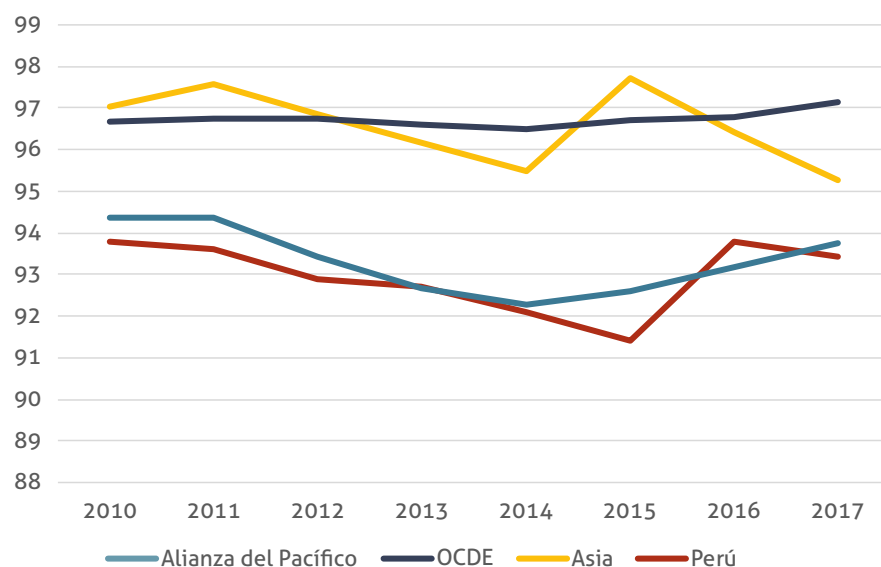
Fuente: INEI, MINEDU, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

5. A esto se le añade un contrato de gerencia sobre la gestión del Instituto Nacional del Niño – San Borja, adjudicado en 2014 y con un plazo de concesión de 10 años. No incluye un monto de inversión.

6. De acuerdo con el documento "Estimación de la brecha en infraestructura a nivel nacional de establecimientos de salud del primer nivel de atención y hospitales en el marco del Invierte.pe" del MINSA.

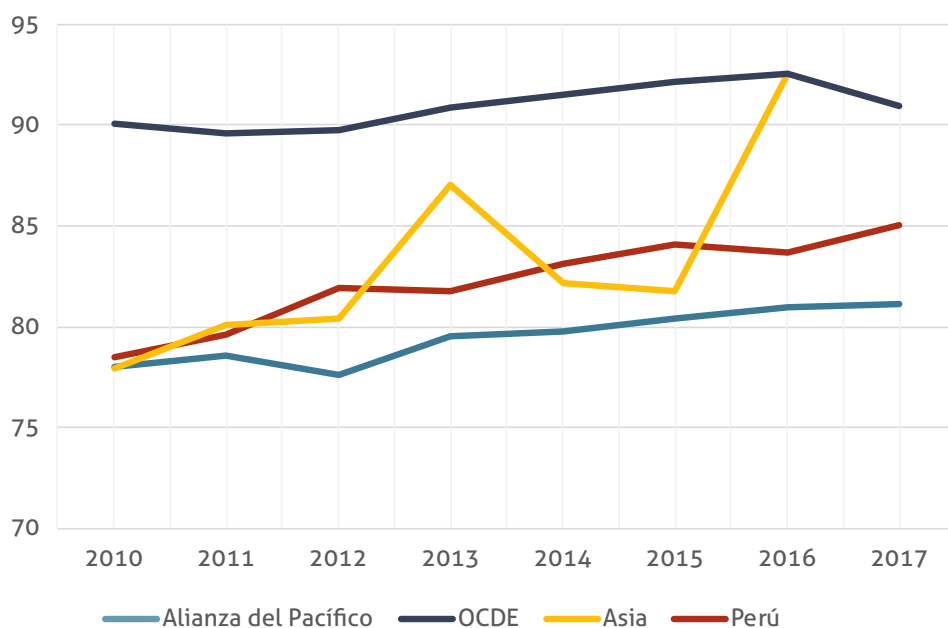
7. A diferencia del resto de indicadores de educación, se utilizó la tasa de matrícula bruta, ya que era el único indicador disponible para la comparación a nivel de países. Este indicador se define como el total de personas matriculadas respecto de la población en la edad correspondiente al nivel de educación. Ello significa que la tasa puede ser mayor a 100 si hay personas matriculadas con una edad mayor al rango del nivel educativo. Este "error de medida" no ocurre con la tasa de matrícula neta, razón por la cual es un mejor indicador, y es el que se utiliza en el resto de casos.

GRÁFICO 25. TASA NETA DE MATRÍCULA EN EDUCACIÓN PRIMARIA



Fuente: INEI, MINEDU, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

GRÁFICO 26. TASA NETA DE MATRÍCULA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA



Fuente: INEI, MINEDU, *World Development Indicators* (2019).
Elaboración propia.

Con respecto a la inversión pública, el cuadro 28 muestra que en el periodo 2010 - 2017 el monto ejecutado fue igual a US\$ 8.6 mil millones, es decir, un 0.63% del PBI total; mientras que el monto no invertido fue igual a US\$ 4.6 mil millones.

CUADRO 28. INVERSIÓN PÚBLICA EN EL SECTOR EDUCACIÓN (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % del PBI | Avance (%) |
|------------------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 1.114,55 | 691,82 | 0,54% | 62,08% |
| 2011 | 1.269,39 | 738,79 | 0,52% | 58,19% |
| 2012 | 1.677,58 | 994,55 | 0,65% | 59,28% |
| 2013 | 1.794,24 | 1.173,03 | 0,71% | 65,38% |
| 2014 | 1.656,97 | 1.162,42 | 0,67% | 70,15% |
| 2015 | 1.893,03 | 1.340,30 | 0,73% | 70,81% |
| 2016 | 1.852,73 | 1.172,73 | 0,59% | 63,29% |
| 2017 | 1.885,76 | 1.303,03 | 0,62% | 69,10% |
| Total | 13.144,24 | 8.576,67 | 0,63% | 65,25% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

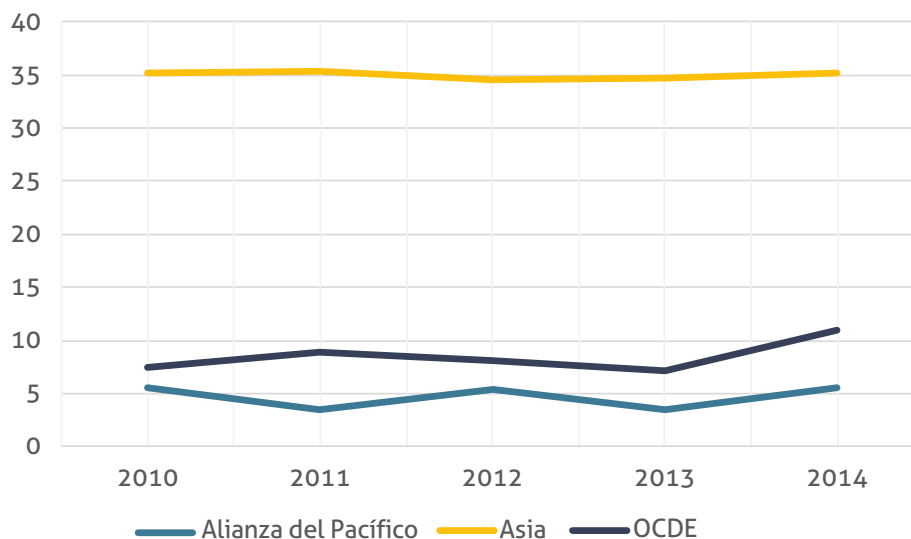
La inversión privada en el sector se ha ejecutado a través del mecanismo de Obras por Impuestos. En los proyectos priorizados la inversión equivale a US\$ 267 millones, y a US\$ 232 millones en el resto de proyectos. De este último grupo, US\$ 138 millones corresponden a proyectos concluidos. En adición, la cartera de proyectos de ProInversión para el periodo 2020 - 2021 es igual a US\$ 400 millones.

Ahora bien, aunque los indicadores de matrícula reflejarían a primera vista que no existiría un valor elevado para la brecha en el sector educación, esta solo se refiere a una brecha de infraestructura de acceso básico. El Ministerio de Educación (MINEDU), a través del Programa Nacional de Infraestructura Educativa, estimó que las necesidades de inversión (partiendo del año 2016) equivalen a S/ 100.5 mil millones o US\$ 30.5 mil millones. Este total se divide en S/ 72.8 mil millones que se requieren para asegurar condiciones básicas en la infraestructura existente, S/ 21 mil millones para generar la infraestructura faltante ante la demanda no cubierta y proyectada, S/ 6.6 mil millones para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura, y S/ 140 millones para fortalecer la gestión de infraestructura.

1.2.7. Riego

De acuerdo al Censo Nacional Agrario 2012, la superficie agrícola bajo riego es igual a 2,579.9 miles de hectáreas. Si bien ello simboliza un aumento importante respecto a la última información censal, de acuerdo a datos del Banco Mundial, Perú solo contaría con aproximadamente un 6% de tierra agrícola irrigada. Aunque este valor es similar al promedio de los países de la Alianza del Pacífico, es mucho menor que el porcentaje de tierra irrigada de los países asiáticos (Gráfico 27).

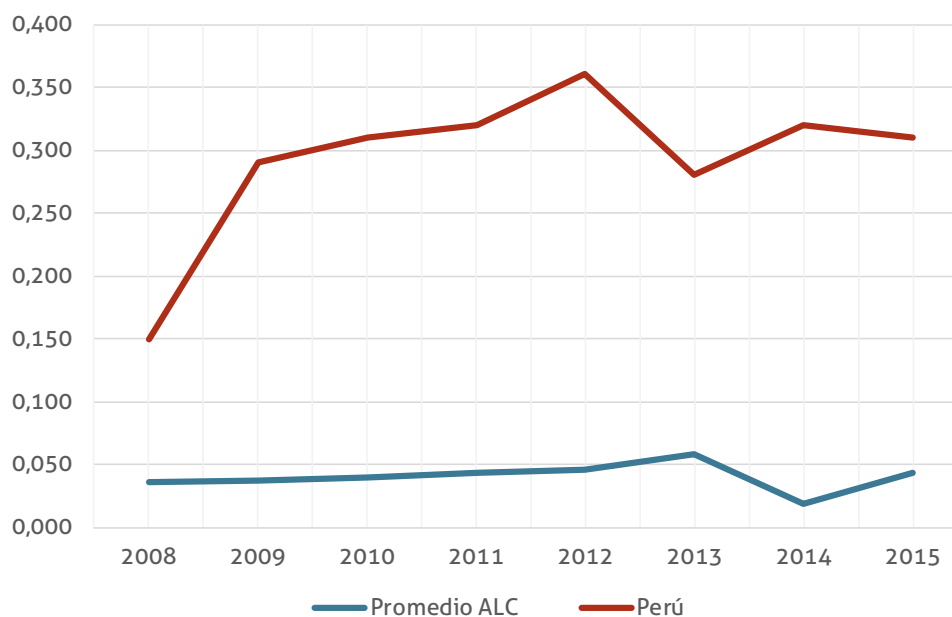
GRÁFICO 27. PORCENTAJE DE TIERRA AGRÍCOLA IRRIGADA



Fuente: World Development Indicators (2019). Elaboración propia.

Respecto a la inversión del país destinada al riego, el siguiente gráfico muestra que, en comparación con los países de Latinoamérica, Perú ha invertido un mayor porcentaje de su PBI en infraestructura para el sector. Resalta que a partir del año 2009 la inversión se duplicó aproximadamente, manteniéndose en niveles cercanos al 0.3% del PBI (Gráfico 28).

GRÁFICO 28. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE RIEGO (% DEL PBI)



Nota: Inversión toma en cuenta tanto inversión pública como privada.

Fuente: IDB, CEPAL, CAF.

Elaboración propia.

A su vez, el siguiente cuadro muestra que la inversión pública en riego en el periodo 2010-2017 representó aproximadamente un 0.27% del PBI total, igual a US\$ 3,6 mil millones o 63.94% del PIM. Ello significa que no se invirtieron US\$ 2.1 mil millones.

CUADRO 29. INVERSIÓN PÚBLICA EN EL SECTOR IRRIGACIÓN (EN US\$ MILLONES)

| Ejercicio presupuestal | PIM | Total ejecución | % del PBI | Avance (%) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| 2010 | 576,36 | 362,73 | 0,28% | 62,94% |
| 2011 | 543,64 | 296,36 | 0,21% | 54,51% |
| 2012 | 714,85 | 439,39 | 0,29% | 61,47% |
| 2013 | 714,85 | 439,39 | 0,27% | 61,47% |
| 2014 | 808,79 | 531,52 | 0,31% | 65,73% |
| 2015 | 717,58 | 541,82 | 0,29% | 75,50% |
| 2016 | 807,58 | 597,27 | 0,30% | 73,96% |
| 2017 | 842,12 | 452,73 | 0,21% | 53,74% |
| Total 2010-2017 | 5.725,76 | 3.661,21 | 0,27% | 63,94% |

Nota: Tipo de cambio: US\$1 = S/. 3.3

Fuente: MEF.

Elaboración propia.

Por otro lado, la inversión privada en irrigación de mayor envergadura se realizó en tres grandes concesiones: Proyecto Olmos, con un monto de inversión proyectada de US\$ 184.4 millones; Majes - Siguanilla, con una inversión proyectada de US\$ 360.1 millones; y Proyecto Chavimochic - Tercera etapa, con una inversión proyectada de US\$ 573.7 millones. Sumado a ello, la inversión privada por Obras por Impuestos suma, en el caso de proyectos priorizados, un total de US\$ 27.1 millones, y US\$ 28.1 millones en el resto de proyectos, de los cuales US\$ 11.4 millones corresponden a proyectos concluidos. La cartera de proyectos de ProInversión para el periodo 2020-2021 es igual a US\$ 1.1 mil millones.

2



SUSTENTO METODOLÓGICO DEL CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA DE LARGO PLAZO (2019 – 2038) EN BASE A EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y/O NACIONALES

En esta sección, se procederá con el desarrollo metodológico a emplearse para el cálculo de la brecha de infraestructura de largo plazo para el periodo de 20 años 2019 – 2028. Cabe mencionar que el presente estudio tiene muchas diferencias metodológicas respecto de un estudio anterior (AFIN – EGP, 2015)⁸, en el que se calculó la brecha de infraestructura de largo plazo para un periodo de 10 años (2016 – 2025). En consecuencia, es importante recalcar que los cálculos obtenidos sobre la brecha no son pueden ser comparados, toda vez que en el presente estudio: (i) se utiliza datos más recientes; (ii) se mejoran los indicadores utilizados con la finalidad de incrementar la comparabilidad de los mismos con una muestra más grande de países; (iii) se definen mejores grupos de comparación que reflejen la distribución de los indicadores en los países que lo componen, utilizando cuartiles y mediana en contraposición al uso de promedios simples; (iv) se incorporan en los grupos de comparación países de ingresos similares al Perú y un grupo de comparación ad-hoc que contemple similitudes geográficas, poblacionales y de ingresos; (v) en donde es posible, se calculan brechas a nivel urbano y rural; (vi) se interactúa con los ministerios sectoriales y sus especialistas, para mejorar la información de manera cualitativa; (vii) se emplean costos unitarios validados por los propios ministerios sectoriales; (viii) se realiza también un análisis de sensibilidad para considerar variaciones de los costos unitarios; y, (ix) se calcula una porción de lo que sería la brecha de calidad de algunos sectores, en base a información disponible.⁹

8. AFIN-EGP (2015). “Plan Nacional de Infraestructura 2016 – 2025”.

9. En el Anexo 1, se detallan diferencias metodológicas adicionales entre cada estudio.

2.1. Marco metodológico de la estimación de brecha horizontal

Según Perrotti y Sánchez (2011), la brecha horizontal en infraestructura puede estimarse a partir de las diferencias que separan los indicadores de stock de infraestructura en el país analizado con los de los países o regiones objetivo. Sin embargo, para realizar una estimación más precisa, debe seguirse una estrategia econométrica que tome en cuenta las características inherentes a cada país que podrían contribuir a la determinación de su stock óptimo de infraestructura, tales como el tamaño de la economía, densidad poblacional, condiciones geográficas particulares y características socio-económicas de la población.

De esta manera, si se cuenta con un modelo bien especificado, se puede estimar consistentemente la brecha horizontal de infraestructura de cada país, pues se está teniendo en consideración el que algunos países enfrenten condiciones más favorables que otros para el desarrollo de la infraestructura (mayor tamaño de la economía, menores dificultades geográficas, mejores indicadores de desarrollo económico, entre otros). Esto es relevante especialmente para países como Perú, que presenta características geográficas particulares que pueden imponer restricciones e incidir en un menor stock de infraestructura *per cápita*, y que pueden generar complicaciones mayores para la rápida expansión del mismo.

La estrategia cuantitativa propuesta se basa en una estimación de datos de panel para un total de 214 países y territorios a nivel mundial. Esta estimación econométrica permite encontrar la relación en un momento del tiempo existente entre el stock de cada tipo de infraestructura y los distintos factores macroeconómicos, socio-económicos y geográficos relevantes de cada país. Así, se puede identificar cuáles son las variables que explican las diferencias entre los stocks de cada tipo de infraestructura de cada país. El modelo propuesto se presenta en la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} y_{it}^j = & \beta_0 + \beta_1 OECD_{it} + \beta_2 pbipc_{it} + \beta_3 litrate_{it} + \beta_4 rural_{it} + \beta_5 agro_{it} \\ & + \beta_6 denspob_{it} + \beta_7 elevmed_i + \beta_8 dumpbi1_{it} + \beta_9 dumpbi2_{it} \\ & + \beta_{10} dumpbi1_{it} * pbipc_{it} + \beta_{11} dumpbi2_{it} * pbipc_{it} + \beta_{12} agreste_i \\ & + \epsilon_{it} \end{aligned}$$

Donde es el stock del tipo de infraestructura para el país en el año , utilizándose para ello los indicadores del cuadro 30.

CUADRO 30. INDICADORES DE BRECHA DE ACCESO BÁSICO A INFRAESTRUCTURA

| Sector / Indicador | Definición | Fuente |
|--------------------------------|---|---------------|
| 1.- Agua y Saneamiento: | | |
| 1.1.- Agua potable nacional | % de la población con acceso al servicio básico de provisión de agua | WDI |
| 1.1.a.- Agua potable urbano | | |
| 1.1.b.- Agua potable rural | | |
| 1.2.- Saneamiento nacional: | % de la población con acceso al servicio básico de saneamiento | WDI |
| 1.2.a.- Saneamiento urbano | | |
| 1.2.b.- Saneamiento rural | | |
| 2.- Telecomunicaciones: | | |
| 2.1.- Móvil | % de la población con acceso a una red móvil | ITU |
| 2.2.- Banda ancha | # de suscripciones de banda ancha fija a internet con una velocidad mínima entre 255 kilobytes por segundos (kbit/s) y 2 megabytes por segundo (mbit/s) (por cada 100 habitantes) | ITU |
| 3.- Transportes: | | |
| 3.1.- Ferrocarriles | Kilómetros de vías férreas (por cada 100 habitantes) | WDI |
| 3.2.- Carreteras | Kilómetros de vías pavimentadas (por cada 100 habitantes) | CIA |
| 3.3.- Aeropuertos | # de vuelos (por cada 100 habitantes) | WDI |
| 3.4.- Puertos | TEU por toneladas de bienes importados y exportados | WDI; TRADEMAP |
| 4.- Electricidad | % de la población con acceso a electricidad | WDI |

Nota: Las fuentes de datos fueron: (i) World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial¹⁰; (iii) The World Factbook CIA (CIA)¹¹; (iv) International Telecommunications Union (ITU)¹², y (iv) International Trade Center (Trademap)¹³.

10. Disponible en: <https://databank.worldbank.org/data/source/world-development-indicators>

11. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>

12. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>

13. Disponible en: <https://www.trademap.org/Index.aspx?lang=es>

β_0 es la constante del modelo, $OCDE_i$ es una variable dicotómica que recoge si el país pertenece a la OCDE; $pbipc_i$ es el logaritmo del PBI per cápita en US\$ del año 2000, corregido por paridad de poder de compra; $litrates_i$ es el porcentaje de alfabetización de cada país (sobre el total de la población mayor de 15 años); $rural_i$ es el porcentaje de la población del país i que vive en áreas rurales; $agro_i$ es el porcentaje del PBI relacionado al sector agrícola de cada país; $denspob_i$ es el logaritmo de la densidad poblacional (en habitantes por kilómetro cuadrado) del país i ; $elevmed_i$ es el logaritmo de la elevación media del territorio nacional para el país i ; $agreste_i$ es el logaritmo de la densidad poblacional en zonas agrestes para el país i y ϵ_i es el error del modelo, cuya media es cero. Por otro lado, $dumpbi1_i$ y $dumpbi2_i$ son variables dicotómicas que indican si el país i pertenece al grupo de países de ingreso medio o ingreso alto (según clasificación del Banco Mundial), respectivamente, que sirven para modelar efectos diferenciados en países con niveles de ingreso distintos. Las variables como densidad poblacional, elevación territorial y densidad poblacional en zonas agrestes, buscan recoger el impacto de las dificultades geográficas en el acceso a los distintos tipos de infraestructura. Los coeficientes de la ecuación (1) serán estimados por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Tomando como base los resultados de las estimaciones econométricas, se estima el stock de infraestructura que debería tener cada país en función de sus características (macroeconómicas, socio-económicas y geográficas) y, en particular, el nivel de infraestructura que debería tener Perú o su nivel potencial. Luego, se contrasta el nivel real de cada tipo de infraestructura en Perú con el nivel de infraestructura potencial para el país. Para fines de mejorar la comparación se toma en consideración un contraste con ocho grupos de países: (i) un grupo de control (GC) con países propuesto por el BID, que tienen cierta similitud al Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente (Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia); (ii) los países de la Alianza del Pacífico (AP), excluyendo a Perú (Chile, Colombia y México); (iii) países de Ingreso Medio Alto (IMA) y Ingreso Alto Bajo (IAB), este último sólo con países reportando PBI per cápita inferior a US\$ 20,578 (ajustado por poder de paridad de compra)¹⁴; (iv) cuarto cuartil (Q4) de países IMA; (v) primer cuartil (Q1) de Países Asiáticos (PA) (conformado por China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam); (vi) mediana (Q1 + Q2) de PA; (vii) Q1 de países OCDE; y, (viii) Q1 + Q2 de países OCDE.

2.2. Aplicación de la metodología econométrica para la brecha horizontal

Cabe indicar que la aplicación de esta metodología tiene con objetivo únicamente estimar la brecha horizontal de acceso básico a infraestructura en el corto plazo. Como se explicará más adelante, a partir del cálculo resultante utilizando los parámetros estimados, se arribará a los niveles potenciales de infraestructura que debería tener Perú, en promedio y con relación a otros países. Estos niveles serán definidos como "Perú potencial".

Para ello, se realizó primero una depuración de la data para eliminar cualquier irregularidad. A través de los histogramas de cada variable, se identificaron los valores extremos o *outliers*. A simismo, se prescindió de la variable de control "porcentaje de alfabetización", ya que ésta contaba con muy pocas observaciones, producto de que países con un porcentaje igual a 100% ya no la reportan.

14. Este grupo se define en función al ingreso per cápita de Perú, asumiendo que este es el "punto centro" entre los ingresos per cápita del resto de países. Se encontró la diferencia entre el ingreso per cápita de Perú y el límite inferior considerado por el Banco Mundial para clasificar a un país como "ingreso medio alto", y se aplicó dicha diferencia hacia arriba al ingreso de Perú. De esta manera, la cota superior de este grupo resultó igual a US\$ 20,576 (ajustado por poder de paridad de compra).

Con relación a la estimación econométrica, puesto que se quiso aprovechar la estructura de datos de panel de la base de datos, aquellas estimaciones que aprovecharan la variabilidad en el tiempo tendrían prioridad. En otras palabras, los modelos pool, de efectos aleatorios y efectos fijos se escogerían por encima del modelo de corte transversal. Entre los primeros, el control de efectos fijos y aleatorios dan usualmente una mejor especificación que el modelo pool, por lo que tienen prioridad sobre este último; y entre estos dos, se utiliza el test de Hausman para escoger el mejor modelo.

Adicionalmente, para mantener en lo posible una estructura de panel de datos balanceado para cualquier muestra (misma cantidad de años con data para cada país), se realizó también un análisis de la data para encontrar la muestra máxima de países con los cuales podía mantenerse dicho panel balanceado. Sin embargo, una vez realizadas las primeras estimaciones, los resultados no eran los esperados en términos del signo de los coeficientes, su significancia y, sobre todo, los valores estimados de Perú potencial.

Como alternativa, se restringieron los países de la muestra a aquellos con un PBI per cápita PPP entre US\$ 3,896 y US\$ 20,576. Este rango hace referencia al grupo de países de ingreso medio alto y a un subconjunto de países de ingreso alto. Se esperaba que, al contar con países más parecidos en términos de ingreso a Perú, los valores estimados de los indicadores para Perú potencial fueran más adecuados. No obstante, los problemas anteriores persistieron, y además se generó uno nuevo, ya que al acotar el número de países las corridas contaban con muy pocas observaciones, lo cual generó que ciertas variables perdieran poder explicativo, y que otras fueran eliminadas del modelo producto de colinealidad.

Sumado a lo anterior, se produjo una vasta diferencia entre los modelos escogidos según el test de Hausman para cada indicador. Sobresale que esto ocurría incluso entre indicadores de un mismo sector, por ejemplo, los modelos de servicios básicos desagregados en urbano y rural eran distintos a los modelos sin división. Particularmente el modelo de efectos fijos presentaba la problemática de eliminar de la regresión los controles de densidad poblacional en zonas agrestes y elevación media, ya que estos son invariables en el tiempo. Dado que estas variables recogen diferencias significativas entre los países, su no inclusión fue considerada como otra circunstancia en contra.

Finalmente, aunque se trató de diversas maneras de corregir los pormenores de las estimaciones de panel, los resultados seguían siendo insatisfactorios para los modelos de efectos fijos y aleatorios. Una razón muy plausible es que estos modelos instauran una parte de la variabilidad de la data dentro de la constante, pues ésta refleja las particularidades de cada país que no son controladas. El modelo de efectos fijos castiga más este factor ya que, como se comentó, elimina dos variables de control de la regresión.

Como consecuencia, en aras de buscar una mejor estimación, y de generar una mayor uniformidad en las regresiones (es decir, un mismo modelo para cada indicador, en la medida de lo posible), se determinó escoger el modelo pool para estimar los valores de "Perú potencial", sin ninguna restricción en cuanto a la muestra. Solo en el caso del indicador de carreteras pavimentadas, por restricciones en la disponibilidad de los datos, se utilizó el modelo de corte transversal. Los cuadros 31 y 32 muestran los resultados de las estimaciones econométricas finales, y el efecto de los principales determinantes de las diferencias en el stock de los distintos tipos de infraestructura de los países de la muestra.

CUADRO 31. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ECONÓMETRICA DE BRECHA HORIZONTAL DE ACCESO BÁSICO A LA INFRAESTRUCTURA (1/2)

| Sectores | Acceso a agua básica | Acceso a agua básica, urbano | Acceso a agua básica, rural | Acceso a saneamiento básico | Acceso a saneamiento básico, urbano | Acceso a saneamiento básico, rural | Acceso a electricidad | Acceso a red móvil ^c | Internet 256 kbit/s - 2 mbit/s ^c |
|--|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---|
| Variables ^a | (% de la población) | | | | | | | | (por cada 100 habitantes) |
| Log (PBI per cápita PPP) | 22.01*** | 6.091*** | 23.75*** | 23.05*** | 24.37*** | 22.37*** | 45.66*** | 19.01*** | 0,965 |
| | (2.237) | (1.239) | (3.169) | (3.652) | (3.32) | (4.455) | (4.348) | (1.917) | (1.932) |
| Densidad poblacional | 0.0125*** | 0.00460** | 0.0236*** | 0,00684 | -0,00178 | 0,0108 | 0.0175*** | 0,00291 | -0.00595** |
| | (0.0033) | (0.00211) | (0.00539) | (0.00539) | (0.00566) | (0.00759) | (0.00633) | (0.00223) | (0.00261) |
| Log (elevación media) | -1.886*** | -0.571*** | -2.174*** | 0,377 | 0,112 | -0,0987 | 0,117 | -0,0705 | -1.573*** |
| | -0,359 | -0,207 | -0,53 | -0,586 | -0,556 | -0,746 | -0,696 | -0,253 | -0,298 |
| Densidad poblacional en zonas agrestes | 0.0131** | 0.00563* | 0.0209*** | 0.0272*** | 0.0233*** | 0.0379*** | 0.0244** | 0,00249 | 0.0117*** |
| | (0.00525) | (0.00313) | (0.008) | (0.00856) | (0.00838) | (0.0112) | (0.0101) | (0.00358) | (0.0042) |
| Log (PBI per cápita PPP) * Dummy PBI 1 | -6.998*** | -0,0739 | -5.589* | 3,579 | -5,339 | 5,539 | -13.29*** | -13.63*** | 3.671* |
| | (2.366) | (1.314) | (3.36) | (3.861) | (3.519) | (4.722) | (4.594) | (1.993) | (2.03) |
| Log (PBI per cápita PPP) * Dummy PBI 2 | -21.05*** | -6.358*** | -22.81*** | -20.61*** | -24.18*** | -15.96*** | -43.57*** | -18.40*** | 2,827 |
| | (2.637) | (1.539) | (3.934) | (4.306) | (4.125) | (5.534) | (5.107) | (2.135) | (2.219) |
| OCDE | 4.753*** | 2.834*** | 10.25*** | 0,774 | 1,123 | 3,726 | 1,772 | -0,0456 | 10.38*** |
| | (1.228) | (0.766) | (1.958) | (2.005) | (2.058) | (2.762) | (2.352) | (0.865) | (0.989) |
| Dummy PBI 1 ^b | 53.40*** | 1,563 | 39,76 | -29,37 | 44.74* | -49,25 | 102.0*** | 103.3*** | -30.89** |
| | (17.92) | (9.951) | (25.45) | (29.25) | (26.66) | (35.77) | (34.85) | (15.01) | (15.33) |
| Dummy PBI 2 ^b | 186.0*** | 60.90*** | 203.4*** | 211.0*** | 232.4*** | 166.2*** | 393.6*** | 149.9*** | -22,71 |
| | (22.19) | (13.22) | (33.8) | (36.22) | (35.46) | (47.57) | (42.88) | (17.42) | (18.4) |
| Porcentaje de población rural | | | | | | | | 0.0388** | 0.0371* |
| | | | | | | | | (0.019) | (0.0219) |
| Constante | -93.18*** | 41.09*** | -116.5*** | -144.0*** | -138.9*** | -142.7*** | -322.6*** | -59.20*** | -1,397 |
| | (16.61) | (9.193) | (23.51) | (27.11) | (24.63) | (33.04) | (32.36) | (14.56) | (14.46) |
| Observaciones | 843 | 798 | 795 | 846 | 792 | 792 | 966 | 780 | 945 |
| R cuadrado | 0,717 | 0,573 | 0,663 | 0,732 | 0,686 | 0,68 | 0,706 | 0,418 | 0,483 |

a. Errores estándar en paréntesis; Significancia estadística ***p<0.001, **p<0.05, *p<0.1

b. Dummy PBI 1 es una variable dicotómica igual a 1 si el país está en la clasificación de ingreso medio, mientras que Dummy PBI 2 es otra variable dicotómica igual a 1 si el país pertenece a la clasificación de ingreso alto.

c. Para las regresiones de estos indicadores también se controló por una tendencia de tiempo para todos los años, ya que los coeficientes resultaban estadísticamente significativos. En el resto de indicadores, esto no generó dicho resultado en ningún caso.

CUADRO 32. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ECONÓMÉTRICA DE BRECHA HORIZONTAL DE ACCESO BÁSICO A LA INFRAESTRUCTURA (2/2)

| Sectores | Kilómetros de vía férrea | Kilómetros de vía pavimentada ^c | Vuelos registrados | Millones de TEU | Camas de hospital | Matrícula inicial | Matrícula primaria | Matrícula secundaria | Tierra irrigada ^d |
|--|---------------------------|--|--------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------|--|
| Variables ^a | (por cada 100 habitantes) | | | (por tonelada de bienes comerciados) | (por cada 100 habitantes) | (% de personas) | (de personas en la edad relevante) | | (% de tierra irrigada sobre el total de tierra agrícola) |
| Log (PBI per cápita PPP) | 0.0393*** | 0,123 | 0,325 | -0.112*** | 1.499* | 14.38*** | 12.61*** | 27.34*** | 24.53*** |
| | (0.01) | (0.183) | (0.232) | (0.0243) | (0.873) | (5.129) | (2.162) | (3.001) | (5.433) |
| Densidad poblacional | -0.000128*** | -0.000714* | -0,000328 | 0.0000693*** | -0.00279*** | 0,00691 | 0,00278 | -0,00421 | 0.0704*** |
| | (0.0000108) | (0.000361) | (0.000282) | (0.00000859) | (0.00103) | (0.00737) | (0.00294) | (0.00409) | (0.00533) |
| Log (elevación media) | -0.0106*** | -0.0653** | -0.0640* | 0,00056 | -0.248** | -2.319*** | 0,353 | -0,505 | 3.674*** |
| | (0.00114) | (0.0326) | (0.033) | (0.00122) | (0.112) | (0.805) | (0.306) | (0.458) | (0.621) |
| Densidad poblacional en zonas agrestes | 0.000100*** | 0,000343 | -0.00181*** | -0.0000736*** | 0.00584*** | 0.0345*** | 0.00758* | 0.0167*** | -0.0274*** |
| | (0.0000171) | (0.000672) | (0.000446) | (0.0000136) | (0.00144) | (0.0114) | (0.00416) | (0.00615) | (0.00731) |
| Log (PBI per cápita PPP) * Dummy PBI 1 | -0.0194* | 0,104 | -0,068 | 0.101*** | 0,96 | 1,08 | -5.334** | -5.642* | -17.47*** |
| | (0.0104) | (0.194) | (0.243) | (0.0244) | (0.918) | (5.413) | (2.269) | (3.162) | (5.349) |
| Log (PBI per cápita PPP) * Dummy PBI 2 | -0.0234** | 0,372 | 2.615*** | 0.0838*** | -2.126** | -14.49** | -11.37*** | -26.86*** | -22.05*** |
| | (0.0107) | (0.241) | (0.263) | (0.0246) | (0.941) | (5.937) | (2.43) | (3.303) | (5.764) |
| OCDE | 0,00422 | 0.634*** | 0.552*** | -0,000405 | 1.020*** | 19.79*** | 4.328*** | 2.653* | -7.863*** |
| | (0.00386) | (0.113) | (0.109) | (0.00446) | (0.332) | (2.746) | (0.998) | (1.446) | (1.819) |
| Dummy PBI 1 ^b | 0,127 | -0,956 | 0,344 | -0.721*** | -9,491 | 1,278 | 36.17** | 40.13* | 144.1*** |
| | (0.0797) | (1.461) | (1.84) | (0.179) | (7.039) | (41.18) | (17.19) | (23.7) | (41.25) |
| Dummy PBI 2 ^b | 0.166* | -3.798* | -27.07*** | -0.536*** | 20.63*** | 150.6*** | 91.08*** | 251.9*** | 196.5*** |
| | (0.085) | (2.14) | (2.168) | (0.182) | (7.554) | (49.74) | (19.82) | (26.58) | (47.66) |
| Porcentaje de población rural | 0.000279*** | 0.00482* | 0,00138 | -0.000197** | 0.0266*** | -0.147** | -0,00049 | 0.0587* | 0,0132 |
| | (0.0000762) | (0.00248) | (0.00235) | (0.0000926) | (0.00823) | (0.0634) | (0.0238) | (0.035) | (0.0462) |
| Constante | -0.222*** | -0,669 | -1,866 | 0.854*** | -9,719 | -65.52* | -14,96 | -167.1*** | -237.5*** |
| | (0.0746) | (1.415) | (1.731) | (0.178) | (6.659) | (38.98) | (16.1) | (22.52) | (42.55) |
| Observaciones | 506 | 88 | 992 | 273 | 429 | 801 | 766 | 632 | 290 |
| R cuadrado | 0,509 | 0,731 | 0,573 | 0,381 | 0,295 | 0,569 | 0,377 | 0,791 | 0,57 |

a. Errores estándar en paréntesis; Significancia estadística ***p<0.001, **p<0.05, *p<0.1

b. Dummy PBI 1 es una variable dicotómica igual a 1 si el país está en la clasificación de ingreso medio, mientras que Dummy PBI 2 es otra variable dicotómica igual a 1 si el país pertenece a la clasificación de ingreso alto.

c. Para este indicador se utilizó una regresión de corte transversal, ya que la disponibilidad de la data de la CIA no permitió armar una base de panel de datos.

d. Para este indicador se incluyó un control de PBI agrícola, el cual fue significativo y con signo positivo.

2.3. Marco metodológico de la estimación de brecha vertical

La brecha vertical de infraestructura se debe estimar a través de una metodología que contemple las presiones de demanda en los distintos tipos de infraestructura. Una metodología que incorpora un modelo que recoge estas presiones es la propuesta por Fay y Yepes (2003)¹⁵. Estos autores desarrollan una estimación por medio de un panel dinámico, lo cual permite incorporar la demanda por infraestructura de cada país en respuesta al crecimiento de la economía. Es importante indicar que esta estimación, a diferencia del cálculo de la brecha horizontal (basado en un punto en el tiempo) debe de trabajarse en un contexto de series de tiempo para así poder incorporar la dinámica temporal de los determinantes de la demanda en cada tipo de infraestructura.

Teniendo en cuenta la propuesta de Fay y Yepes (2003), y considerando las limitaciones de la data disponible, que no permiten construir una base de datos de panel para todos los tipos de infraestructura hasta el 2018, se propondrá para la estimación de las brechas en infraestructura un modelo auto regresivo de primer orden con un componente estructural (el PBI *per cápita*); es decir:

$$I_t^i = \alpha_0 + \alpha_1 I_{t-1}^i + \alpha_2 \log(PBI_t) + \epsilon_t \quad (2)$$

donde I_t^i es el stock de la infraestructura i en el período t , $\log(PBI_t)$ es el logaritmo del PBI per cápita en el período t y ϵ_t es el error del modelo, y se distribuye $iid(0, \sigma^2)$.

Es frecuente en la literatura de macroeconomía considerar al PBI *per cápita* como una variable integrada de primer orden, lo cual significa que los shocks a esta variable no se diluyen en el tiempo, sino que permanecen, afectando su nivel de largo plazo. Dado que la infraestructura es un stock, esta variable se comporta de manera similar, y podría considerársele también como una variable integrada de primer orden. Por este motivo, lo anterior pareciera indicar que lo más adecuado para la estimación de la ecuación (2) es estimar un vector de cointegración y su modelo de corrección de errores asociado.

Sin embargo, dado que el objetivo de este documento no es explicar la relación de largo plazo entre los distintos stocks de infraestructura y el PBI *per cápita*, ni explicar los mecanismos por el cual los niveles de ambas variables se ajustan en respuesta a shocks en la otra variable, el enfoque escogido para estimar la ecuación (2) será el de una estimación estática por mínimos cuadrados. La estimación estática consiste en estimar la ecuación (2) sin ninguna transformación, por mínimos cuadrados ordinarios. Si bien este tipo de estimación en un contexto de cointegración no es la mejor para explicar la relación entre las variables, no presenta mayores problemas al momento de ser utilizada para predecir.

Una vez estimada la ecuación (2), se utilizarán los valores del PBI *per cápita* predichos por el Fondo Monetario Internacional (FMI) para predecir cada uno de los niveles de infraestructura. Con el objetivo de incorporar en estas proyecciones la incertidumbre respecto a la situación económica, se incluirá tres escenarios distintos de crecimiento económico. Esto se mencionará en más detalle en la sección correspondiente a la estimación de la demanda en cada escenario.

15. Ver la metodología en Anexo 2.

2.4. Aplicación de la metodología econométrica para la brecha vertical

Un primer análisis de la data correspondiente a los indicadores de infraestructura mostró que en algunos sectores la variable de PBI en niveles era una mejor opción a incluir en la regresión que el PBI per cápita. Se trata de sectores cuya actividad está altamente relacionada con el producto del país, y no tanto con la capacidad adquisitiva de las personas (aspecto que refleja el producto per cápita). Tal es el caso del sector ferrocarriles, carreteras, puertos, riego y electricidad. Cabe mencionar que, en relación a este último sector, para la estimación de la brecha vertical se utiliza como indicador el consumo de kilowatts per cápita, ya que se busca captar la futura demanda de electricidad sujeta a presiones de la actividad económica, como por ejemplo la actividad minera.

Para el resto de sectores se planteó el uso del modelo original de la ecuación (2). No obstante, se consideró de gran importancia incluir a la población en aquellos indicadores que reflejasen el acceso de esta a servicios. Por ende, en los sectores agua, saneamiento, educación, salud y telecomunicaciones se incluyó esta variable en las estimaciones econométricas. No obstante, los resultados no favorecían la inclusión del logaritmo del PBI per cápita y el logaritmo de la población al mismo tiempo, generando signos no esperados y falta de significancia estadística. A raíz de ello, se tomó la decisión de incluir solo una de ambas variables en las regresiones finales, tratando de mantener uniformidad en todos los modelos, y a su vez ser coherentes con la teoría económica. De esta forma, las estimaciones resultantes se presentan en los siguientes cuadros.

CUADRO 33. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ECONOMÉTRICA DE BRECHA VERTICAL (1/2)

| Sector | Acceso a agua básica | Acceso a saneamiento básico | Acceso a red móvil ^b | Suscripciones de internet | Camas de hospital | Vuelos | Matrícula Inicial | Matrícula Primaria ^c | Matrícula Secundaria |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|--|----------------------|
| Variables ^a | (% de la población) | | | (por cada 100 habitantes) | | | (% de la población matriculada) | (% de la población matriculada en la edad relevante) | |
| Variable dependiente rezagada | 0.983*** (0.0135) | 0.993*** (0.0222) | 0.525** (0.222) | 0.903*** (0.0802) | 0,0458 (0.556) | 0.565*** (0.132) | 0.509*** (0.155) | 0.626*** (0.141) | 0.706*** (0.137) |
| Logaritmo del PBI per cápita | | | | | 0.0432* (0.0226) | 0.170*** (0.048) | | | |
| Logaritmo del población | 0,706 (0.699) | 0,443 (1.691) | 9,081 (56.49) | 9.801** (4.077) | | | 99.72*** (32.69) | 0,402 (6.673) | 26,22 (17.25) |
| Constante | -10,03 (10.88) | -6,223 (27.51) | -110,1 (975.5) | -167.7** (69.85) | -0,228 (0.179) | -1.307*** (0.371) | -1,675*** (550.6) | 29,22 (112.4) | -427,6 (286.8) |
| Observaciones | 25 | 25 | 11 | 17 | 10 | 27 | 28 | 23 | 21 |
| R ² | 0,99 | 0,99 | 0,722 | 0,99 | 0,38 | 0,96 | 0,97 | 0,568 | 0,96 |

a. Errores estándar en paréntesis; Significancia estadística ***p<0.001, **p<0.05, *p<0.1

b. Incluye una variable dummy correspondiente al año 2016, ya que se produce un quiebre en la tendencia en dicho año.

c. Incluye una variable dummy correspondiente al año 2012, ya que se produce un quiebre en la tendencia en dicho año.

CUADRO 34. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ECONÓMÉTRICA DE BRECHA VERTICAL (2/2)

| Sectores | Consumo de electricidad | Tierra irrigada | TEU | Vías férreas | Vías pavimentadas |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|--------------|-------------------|
| Variables | (Kwatts per cápita) | (hectáreas) | (contenedores) | (kilómetros) | (kilómetros) |
| Variable dependiente rezagada | 0.661*** | 0.818*** | 0.466** | 0,472 | 0.920*** |
| | (0.116) | (0.0944) | (0.205) | (0.289) | (0.0577) |
| Logaritmo del PBI | 306.6*** | 26692 | 1.214e+06** | -18,89 | 2,286** |
| | (86.86) | (16690) | (465142) | (17.88) | (830.4) |
| Constante | -7,467*** | -435689 | -3.030e+07** | 1513 | -56,403** |
| | (2112) | (318125) | (11660000) | (949.4) | (20417) |
| Observaciones | 24 | 21 | 17 | 13 | 28 |
| R ² | 0,99 | 0,97 | 0,97 | 0,57 | 0,99 |

Nota: Errores estándar en paréntesis; Significancia estadística ***p<0.001, **p<0.05, *p<0.1

Como se observa, en casi todos los modelos la variable dependiente rezagada es estadísticamente significativa al 1% o al 5%. En el caso del sector ferrocarriles y salud, la poca cantidad de observaciones puede ser un problema, ya que ello refleja una menor variación en el tiempo de los indicadores, con lo cual el componente autorregresivo pierde poder explicativo. Ya sea el logaritmo del PBI, el PBI per cápita o la población, todos los sectores poseen el signo esperado en las regresiones, aunque no siempre cuentan con significancia estadística¹⁶. La excepción es el sector ferrocarriles, pues existe una relación inversa con el PBI. Esto es debido a que la serie ha disminuido en el tiempo, mientras que el PBI ha crecido.

16. Dicho esto, la gran mayoría de sectores cuenta con un R² elevado, con lo cual se tiene más confianza en las proyecciones que se generen a partir de estos modelos. No obstante, los resultados generados por el modelo del sector salud debieran tomarse con cautela.

3



CÁLCULO DE LA BRECHA DE ACCESO BÁSICO A INFRAESTRUCTURA DE LARGO PLAZO

3.1. Costos unitarios de la infraestructura

El siguiente cuadro muestra los costos unitarios preliminares utilizados para cada indicador de infraestructura del sector.

CUADRO 35. COSTOS UNITARIOS APLICABLES A LOS INDICADORES (EN US\$)

| Sector | Costo unitario de la infraestructura |
|---------------------------|--|
| Agua | |
| Agua urbano | US\$ por habitante |
| Agua rural | US\$ por habitante |
| Saneamiento | |
| Saneamiento urbano | US\$ por habitante |
| Saneamiento rural | US\$ por habitante |
| Electricidad | |
| Electricidad urbana | US\$ por habitante |
| Electricidad rural | US\$ por habitante |
| Telecomunicaciones | |
| Móvil | US\$ por habitante |
| Banda ancha | US\$ por habitante |
| Transportes | |
| Ferrocarriles | US\$ por Kilómetro de vía |
| Carreteras | US\$ por Kilómetro de vía pavimentada |
| Aeropuertos | US\$ de infraestructura por vuelo |
| Puertos | US\$ de infraestructura por TEU movilizada |

Cada uno de los costos fue calculado a partir de información provista por los ministerios correspondientes a los sectores. En el caso de agua y saneamiento, el costo unitario a ser utilizado fue determinado a partir de información provista por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (VIVIENDA). Es así que se trabajó con los costos per cápita del Plan Nacional de Saneamiento (PNS) 2017-2021. Estos consisten en la inversión per cápita promedio de proyectos de inversión pública destinados a la ampliación de cobertura de estos servicios (proyectos de ampliación y/o instalación). En el ámbito urbano estos proyectos comprenden principalmente el sistema de agua y alcantarillado, mientras que en el ámbito rural se toman en cuenta diferentes tipologías de saneamiento (arrastre hidráulico, compostera, hoyo seco y alcantarillado).

CUADRO 36. CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS PARA AGUA Y SANEAMIENTO

| Ámbito | Concepto | Costo unitario por habitante | |
|--------|-------------|------------------------------|----------|
| | | S/ | US\$ |
| Urbano | Agua | 1.171 | 354,85 |
| | Saneamiento | 2.798 | 847,88 |
| Rural | Agua | 2.665 | 807,58 |
| | Saneamiento | 4.108 | 1.244,85 |

Nota: Tipo de cambio: US\$ 1.00 = S/ 3.3

Fuente: Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021

Elaboración propia

En el caso de telecomunicaciones, el cálculo del costo unitario a ser utilizado fue determinado a partir de información provista por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), específicamente, de la Secretaría Técnica del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL). Tanto para telefonía móvil como para banda ancha, FITEL brindó información de inversiones per cápita de proyectos, considerando la población beneficiaria de los mismos (Cuadro 37). En el primer caso, se tomó como referencia el proyecto denominado Móvil Norte¹⁷ formulado por dicha secretaría entre los años 2015 – 2016, el cual consideró como solución tecnológica la implementación de estaciones de telefonía móvil 3G (celular)¹⁸. En el segundo caso, se tomó como referencia inversiones de 21 proyectos regionales de FITEL.

CUADRO 37. CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS PARA TELECOMUNICACIONES

| Concepto | Costo unitario por habitante | |
|-----------------|------------------------------|--------|
| | S/ | US\$ |
| Telefonía móvil | 2.725 | 825,76 |
| Banda ancha | 1.120 | 339,39 |

Notas: (i) Tipo de cambio: US\$ 1.00 = S/ 3.3; (ii) Ambos casos corresponden a costos por línea, asumiéndose una línea = un habitante.

Fuente: MTC

Elaboración propia

En el caso del sector transportes, los costos unitarios a ser utilizados se determinaron a partir de información provista por el MTC (Cuadro 38). En el caso de líneas férreas por km, el costo fue obtenido como resultado

17. Proyecto "Instalación del servicio de telefonía móvil para la conectividad y desarrollo social en los distritos más pobres del País – Zona Norte".

18. Que incluye, desde luego, la posibilidad de brindar el servicio 2G, que es sobre el cual se calcula la brecha de acceso básico.

de las conferencias telefónicas con funcionarios del MTC, quienes, en base a proyectos futuros en cartera (principalmente, Huancayo-Huancavelica y tren de cercanías Barranca-Lima-Ica) indicaron que el costo por Kilómetro de infraestructura férrea se encuentra entre los US\$ 8 millones y US\$ 12 millones. Para fines del cálculo, se utilizó el valor más bajo. El costo de carretera pavimentada por km se obtuvo como un promedio ponderado del costo de asfaltado y el costo de pavimentar a través de una solución básica, según la relación de carreteras a pavimentar de acuerdo al Programa de Pavimentado de la Red Nacional. El costo por vuelo se obtuvo como un promedio entre la inversión por vuelo de Aeropuertos Andinos del Perú y de Aeropuertos del Perú (montos calculados como la inversión, según el Plan Maestro de Desarrollo, entre los vuelos, dada una capacidad estimada). Por último, en el caso del sector puertos, se realizó un promedio ponderado del costo por TEU de los principales terminales portuarios del país (costo obtenido como el ratio de inversión y movimiento de contenedores).

CUADRO 38. CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS PARA TRANSPORTE

| Sector | US\$ | por... |
|---------------|--------------|-----------|
| Ferrocarriles | 8.000.000,00 | Kilómetro |
| Carreteras | 585.399,00 | Kilómetro |
| Aeropuertos | 10.000,00 | Vuelo |
| Puertos | 339,37 | TEU |

Fuente: MTC

Elaboración propia

Para el sector eléctrico rural, se halló la inversión per cápita necesaria para cubrir a la población sin electrificar, proceso que involucra ampliación de redes y la implementación de paneles solares (sistemas fotovoltaicos). A partir de información provista por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), específicamente, del Viceministerio de Electricidad, el costo fue estimado en US\$ 515 por habitante.

CUADRO 39. CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS PARA ENERGÍA

| Concepto | Viviendas | Inversión | Comentario |
|--|-----------|-----------------|---|
| | | (US\$ millones) | |
| Viviendas pendientes de ser electrificadas (1) | 535.663 | - | Viviendas rurales con datos de censo INEI 2017. |
| Programa masivo de paneles solares en ejecución 2018-2019 que benefició a: (2) | 189.942 | (*) | (*) Inversión a cargo de empresa privada |
| Saldo viviendas sin electrificar: (1) - (2) = a + b | 345.721 | - | Viviendas rurales por electrificar tanto con redes como con paneles |
| a.- Proyectos DGER | 241.679 | 608 | Monto estimado de inversión en redes |
| b.- Masivo II | 104.042 | 104 | Monto estimado de inversión en paneles |
| Población sin electrificar | 1.382.884 | 712 | Se asume una vivienda rural con 4 habitantes |
| Inversión per cápita | - | 515 | US\$/Habitante |

Fuente: MINEM – Viceministerio de Electricidad

Elaboración propia

En el caso de salud, el costo unitario a utilizarse en el cálculo de la brecha de infraestructura fue proporcionado

por el MINSA, equivalente a US\$ 277,401 por cama. El costo de las camas fue calculado como un promedio ponderado del costo promedio de la inversión por cama en hospitales de la categoría más básica posible: categoría II (no fue posible usar información de hospitales de categoría I al contar estos con pocas o ninguna cama).

Para educación, los costos unitarios a utilizarse en el cálculo de la brecha de infraestructura fueron proporcionados por el MINEDU.

CUADRO 40. COSTOS UNITARIOS PARA EL SECTOR EDUCACIÓN

| Nivel | US\$ por persona matriculada |
|------------|------------------------------|
| Inicial | 5.868,24 |
| Primaria | 5.408,33 |
| Secundaria | 6.707,38 |

Fuente: MINEDU

Finalmente, en el caso del sector irrigación, el costo unitario a utilizarse en el cálculo de la brecha de infraestructura fue proporcionado por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), y se calculó como el ratio de inversión total de los principales proyectos del sector y hectáreas beneficiadas, dando lugar a US\$ 8,989.39 por hectárea.

3.2. Cálculo de la Brecha de acceso básico

El cálculo de la brecha de acceso de infraestructura tiene dos componentes. Uno de ellos consiste en un ejercicio econométrico, a partir del cual, utilizando un modelo de regresión, se relativiza el déficit actual de la infraestructura del Perú con respecto a un conjunto comparable de países. Una vez estimado el modelo, los parámetros resultantes servirán para predecir el stock de infraestructura que Perú debería tener en un corto plazo. Este resultado recibe el nombre de “Perú Potencial”. El segundo ejercicio, es un cálculo que resulta de la diferencia entre el promedio del indicador de infraestructura de determinado sector para un grupo de países (por ejemplo, los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE) y el indicador de infraestructura del mismo sector más reciente del Perú.

En el Cuadro 41, se detallan los valores físicos de los indicadores de brecha para cada sector (definidos en el Cuadro 30). Cada valor de la columna (1) corresponde al más reciente valor disponible del indicador de acceso a infraestructura en el Perú, según fuente oficial. En la columna (2), se señalan los valores predichos para Perú por el modelo de brecha horizontal resultante de la estimación econométrica. Mientras que los valores de las columnas (3) a la (10), son aquellos valores promedio que distintos grupos de países poseen en el último año de información disponible y reportados por WDI, CIA o ITU, según corresponda.

CUADRO 41. INDICADORES FÍSICOS DE ACCESO BÁSICO A INFRAESTRUCTURA

| Sector | Perú - Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--|------------------------|---------------------------------------|
| | | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d -IMA | Q1d – PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d - PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d OCDE |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| 1.1.- Agua | | | | | | | | | | |
| 1.1.1.- Urbano | 94,4 | 95,27 | 98,19 | 99,76 | 96,55 | 96,45 | 95 | 95,92 | 99,58 | 99,73 |
| 1.1.2.- Rural | 72,2 | 79,05 | 87,62 | 93,23 | 89,37 | 87,05 | 85,96 | 90,29 | 98,28 | 98,98 |
| 1.2.- Saneamiento | | | | | | | | | | |
| 1.2.1.- Urbano | 88,9 | 86,04 | 91,22 | 93,24 | 89,96 | 89,26 | 82,37 | 85,43 | 98,22 | 98,75 |
| 1.2.2.- Rural | 48,3 | 70,76 | 84,05 | 83,89 | 81,22 | 81,31 | 66,88 | 71,58 | 95,68 | 97,35 |
| 2.- Electricidad ^f | 86,7 | 85,67 | 93,77 | 98,58 | 93,29 | 93,14 | 93,68 | 96,21 | 100 | 100 |
| 3.- Telecomunicaciones | | | | | | | | | | |
| 3.1.- Móvil | 82,89 | 97,16 | 99,45 | 98 | 97,84 | 97,87 | 97,53 | 98,02 | 99,23 | 99,33 |
| 3.2.- Banda ancha | 6,59 | 2,95 | 9,57 | 13,21 | 13,24 | 15,77 | s.i. | 6,25 | 22,83 | 24,85 |
| 4.- Transportes | | | | | | | | | | |
| 4.1.- Ferrocarriles | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0.01 ^g | 0,04 | 0,04 | 0,002 | 0,004 | 0,04 | 0,04 |
| 4.2.- Carreteras | 0,09 | 0,11 | 0,22 | 0,09 | 0,26 | 0,32 | 0,11 | 0,15 | 0,44 | 0,83 |
| 4.3.- Aeropuertos | 0,67 | 0,43 | 0,67 | 0,61 | 0,66 | 0,66 | 0,33 | 0,39 | 0,98 | 1,08 |
| 4.4.- Puertos | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,005 | 0,08 | 0,08 | 0,02 | 0,03 |
| 5- Educación | | | | | | | | | | |
| 5.1.- Inicial | 91,4 | 61,56 | 82,64 | 70,09 | 76,9 | 79,06 | 80,85 | 79,64 | 77,13 | 92,12 |
| 5.2.- Primaria | 93,4 | 92,47 | 94,18 | 93,22 | 92,95 | 94,06 | 92,92 | 94,6 | 93,97 | 95,65 |
| 5.3.- Secundaria | 85 | 74,92 | 82,78 | 81,03 | 82,44 | 86 | 71,36 | 73,33 | 88,2 | 91,65 |
| 6.- Salud | 0,16 | 0,26 | 0,2 | 0,17 | 0,37 | 0,47 | 0,19 | 0,27 | 0,43 | 0,46 |
| 7.- Riego | 5,56 | 8,72 | 4,34 | 5,49 | 12,48 | 12,42 | 9,27 | 9,88 | 7,97 | 8,94 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso AltoBajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576.

(ajustado por poder de paridad de compra)¹⁹.

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

^f Sólo rural porque la brecha a nivel urbano prácticamente está cerrada.

^g Sólo para este sector, el grupo de países de AP comprende a Colombia y México, debido a la similitud del uso predominante que tendrían los proyectos ferroviarios en el Perú (principalmente, carga)²⁰; s.i.: sin información.

Elaboración propia.

19. Esto, debido a que, como el PBI per cápita de Perú está prácticamente al nivel superior de los IMA, se consideró apropiado balancear el grupo de países, de tal forma que Perú esté casi en el medio. Así se consideraron como países del IAB a aquellos países con PBI per cápita inferior a la suma del PBI per cápita de Perú (US\$ 12,237 ajustado por poder de paridad de compra) y la diferencia entre ésta cifra y el PBI per cápita más bajo del grupo IMA (US\$ 3,896 ajustado por poder de paridad de compra).

20. Mayor detalle al respecto será desarrollado más adelante.

El Cuadro 42 muestra las diferencias físicas entre los grupos de países de comparación - columnas de la (2) a la (10) - y el más reciente valor del indicador de acceso a infraestructura en el Perú, es decir, la columna (1).

CUADRO 42. BRECHA FÍSICA DE ACCESO BÁSICO A INFRAESTRUCTURA

| Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------------------------|--|
| | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d - PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d - OCDE |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| 1.1.- Agua | | | | | | | | | |
| 1.1.1.- Urbano | 0,87 | 3,79 | 5,36 | 2,15 | 2,05 | 0,6 | 1,52 | 5,18 | 5,33 |
| 1.1.2.- Rural | 6,85 | 15,42 | 21,03 | 17,17 | 14,85 | 13,76 | 18,09 | 26,08 | 26,78 |
| 1.2.- Saneamiento | | | | | | | | | |
| 1.2.1.- Urbano | -2,86 | 2,32 | 4,34 | 1,06 | 0,36 | -6,53 | -3,47 | 9,32 | 9,85 |
| 1.2.2.- Rural | 22,46 | 35,75 | 35,59 | 32,92 | 33,01 | 18,58 | 23,28 | 47,38 | 49,05 |
| 2.- Electricidad ^f | -1,03 | 7,07 | 11,88 | 6,59 | 6,44 | 6,98 | 9,51 | 13,3 | 13,3 |
| 3.- Telecomunicaciones | | | | | | | | | |
| 3.1.- Móvil | 14,27 | 16,56 | 15,11 | 14,95 | 14,98 | 14,64 | 15,13 | 16,34 | 16,44 |
| 3.2.- Banda ancha | -3,64 | 2,98 | 6,62 | 6,65 | 9,18 | - | -0,34 | 16,24 | 18,26 |
| 4.- Transportes | | | | | | | | | |
| 4.1.- Ferrocarriles | 0,01 | 0,01 | 0.006 ^g | 0,03 | 0,04 | 0 | 0 | 0,04 | 0,04 |
| 4.2.- Carreteras | 0,03 | 0,14 | 0,001 | 0,18 | 0,24 | 0,02 | 0,07 | 0,35 | 0,75 |
| 4.3.- Aeropuertos | -0,24 | 0 | -0,05 | -0,01 | -0,01 | -0,34 | -0,28 | 0,31 | 0,41 |
| 4.4.- Puertos | 0 | -0,02 | -0,01 | 0,01 | -0,03 | 0,05 | 0,05 | -0,01 | 0 |
| 5.- Educación | | | | | | | | | |
| 5.1.- Inicial | -29,84 | -8,76 | -21,31 | -14,5 | -12,34 | -10,55 | -11,76 | -14,27 | 0,72 |
| 5.2.- Primaria | -0,93 | 0,78 | -0,18 | -0,45 | 0,66 | -0,48 | 1,2 | 0,57 | 2,25 |
| 5.3.- Secundaria | -10,08 | -2,22 | -3,97 | -2,56 | 1 | -13,64 | -11,67 | 3,2 | 6,65 |
| 6.- Salud | 0,1 | 0,03 | 0,01 | 0,21 | 0,3 | 0,03 | 0,1 | 0,26 | 0,3 |
| 7.- Riego | 3,16 | -1,22 | -0,07 | 6,92 | 6,86 | 3,71 | 4,32 | 2,41 | 3,38 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576.

(ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

^f Sólo rural porque la brecha a nivel urbano prácticamente está cerrada.

^g Sólo para este sector, el grupo de países de AP comprende a Colombia y México, debido a la similitud del uso predominante que tendrían los proyectos ferroviarios en el Perú (principalmente, carga); s.i.: sin información.

Elaboración propia.

Finalmente, en el siguiente cuadro se muestra el valor de la brecha de acceso básico a infraestructura, cuyas magnitudes son el resultado de multiplicar los costos unitarios descritos en el Cuadro 35 por las magnitudes de brecha física del Cuadro 42.

CUADRO 43. VALOR DE LA BRECHA DE ACCESO BÁSICO A INFRAESTRUCTURA DE LARGO PLAZO (en US\$ millones)

| Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | | Brecha total de largo plazo |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|------------------------|---|-----------------------------|
| | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d - PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d - OCDE | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | |
| 1.1.- Agua | | | | | | | | | | 7.347,50 |
| 1.1.1.- Urbano | 96,08 | 420,19 | 594,33 | 238,6 | 227,57 | 66,5 | 168,49 | 574,38 | 591,08 | |
| 1.1.2.- Rural | 1.728,39 | 3.890,72 | 5.305,35 | 4.331,16 | 3.745,71 | 3.470,41 | 4.562,42 | 6.578,90 | 6.756,43 | |
| 1.2.- Saneamiento | | | | | | | | | | 21.679,65 |
| 1.2.1.- Urbano | - | 613,82 | 1.148,99 | 281,16 | 94,59 | - | - | 2.467,24 | 2.607,93 | |
| 1.2.2.- Rural | 8.733,30 | 13.903,03 | 13.839,02 | 12.802,47 | 12.835,57 | 7.226,56 | 9.051,27 | 18.422,62 | 19.071,72 | |
| 2.- Electricidad ^f | - | 1.136,56 | 1.909,83 | 1.059,15 | 1.035,93 | 1.122,16 | 1.528,88 | 2.138,96 | 2.138,96 | 2.138,96 |
| 3.- Telecomunicaciones | | | | | | | | | | |
| 3.1.- Móvil | 3.681,48 | 4.272,22 | 3.897,55 | 3.857,12 | 3.864,53 | 3.777,18 | 3.902,71 | 4.215,19 | 4.240,10 | 4.240,10 |
| 3.2.- Banda ancha | - | 315,44 | 702 | 704,64 | 973,23 | - | - | 1.721,73 | 1.935,39 | 1.935,39 |
| 4.- Transportes | | | | | | | | | | |
| 4.1.- Ferrocarriles | 6.191,00 | 29.456,88 | 13.976,58 ^g | 86.960,87 | 92.525,22 | - | - | 89.786,69 | 92.703,70 | 13.976,58 |
| 4.2.- Carreteras | 4.708,62 | 25.209,72 | 237,03 | 32.005,48 | 43.682,41 | 3.981,06 | 12.436,10 | 64.765,57 | 136.680,90 | 32.005,48 |
| 4.3.- Aeropuertos | - | 3,99 | - | - | - | - | - | 976,21 | 1.289,39 | 1.289,39 |
| 4.4.- Puertos | - | - | - | 257,42 | - | 1.503,58 | 1.503,58 | - | - | 1.503,58 |
| 5.- Educación ^h | | | | | | | | | | |
| 5.1.- Inicial | - | - | - | - | - | - | - | - | 72,23 | 72,23 |
| 5.2.- Primaria | - | 146,76 | - | - | 124,68 | - | 226,43 | 107,64 | 423,69 | 423,69 |
| 5.3.- Secundaria | - | - | - | - | 194,71 | - | - | 623,84 | 1.296,71 | 1.296,71 |
| 6.- Salud | 8.347,08 | 2.918,82 | 781,38 | 17.796,03 | 26.380,07 | 2.225,60 | 8.868,98 | 22.925,99 | 25.927,69 | 17.796,03 |
| 7.- Riego | 2.023,96 | - | - | 4.431,73 | 4.391,01 | 2.373,61 | 2.765,96 | 1.543,38 | 2.164,33 | 4.431,73 |
| Total Brecha de Corto plazo: | 35.509,92 | Total Brecha de Largo Plazo: | | | | | | | | 110.137,03 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576.

(ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

^f Sólo rural porque la brecha a nivel urbano prácticamente está cerrada.

^g Sólo para este sector, el grupo de países de AP comprende a Colombia y México, debido a la similitud del uso predominante que tendrían los proyectos ferroviarios en el Perú (principalmente, carga).

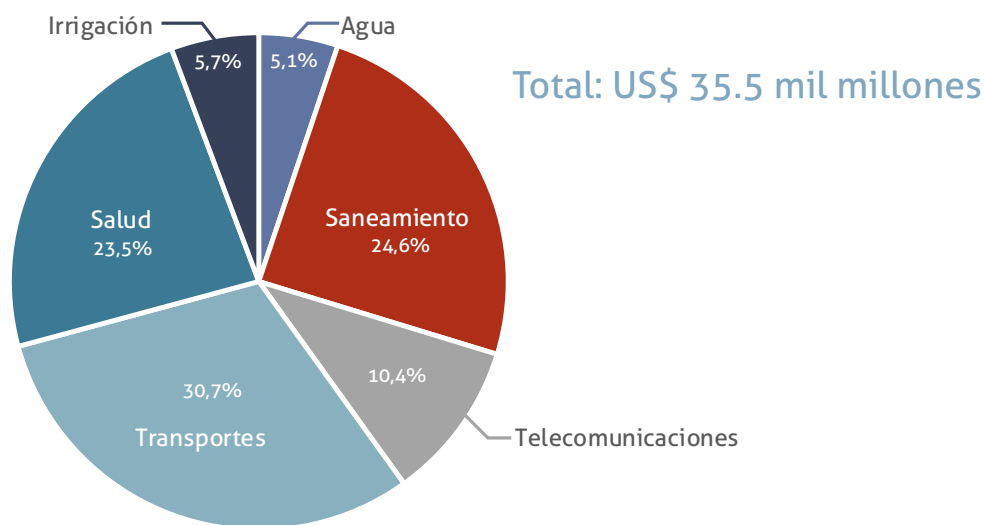
^h Brecha únicamente de acceso. El sector posee cálculos de una brecha considerablemente mayor, que incluye cuestiones de sostenibilidad y funcionalidad.

Elaboración propia.

3.3. Interpretación de los resultados del cálculo de la brecha de acceso básico a infraestructura de largo plazo (2019 – 2038)

En la columna (1) del cuadro 43, se muestra para cada sector lo que sería la brecha de acceso básico a la infraestructura en el corto plazo (a 5 años), de acuerdo a los parámetros estimados, producto del ejercicio econométrico realizado. Esta totaliza un monto de aproximadamente US\$ 35.5 mil millones. Es decir, para alcanzar su nivel potencial de infraestructura, Perú debería invertir dicho monto, dadas sus características. De dicha cifra, el sector transportes (ferrocarriles y carreteras) requiere el 30.7% de dicha inversión, seguido de los sectores saneamiento (a nivel rural), salud, telecomunicaciones, irrigación y agua, en ese orden (Gráfico 29).

GRÁFICO 29. COMPOSICIÓN SECTORIAL DE LA BRECHA DE ACCESO BÁSICO A LA INFRAESTRUCTURA DE CORTO PLAZO



Elaboración propia

Por su parte, en la parte inferior de la columna (10) del cuadro 43 se reporta un monto de aproximadamente US\$ 110 mil millones como brecha de acceso básico a la infraestructura en el largo plazo (a 20 años). El gráfico 30 muestra la distribución por sectores de dicha brecha de largo plazo. Como se puede apreciar, el 44% de la brecha calculada se concentra en el sector transporte (explicada por carreteras y ferrocarriles, principalmente), seguido de los sectores agua y saneamiento con 26% conjuntamente, salud con 16%, telecomunicaciones con 6%, irrigación con 4%, electricidad y educación con 2%, cada uno.

Toda vez que es de interés del país formar parte de la OCDE, para esta brecha de acceso básico se toma como comparación, en esencia, la mediana de los países OCDE (véase columna 9 del cuadro 43) Tal es el caso de los sectores agua y saneamiento, electricidad, telecomunicaciones, aeropuertos y educación.

No obstante ello, en el caso particular del sector de ferrocarriles, toda vez que los proyectos pensados para Perú tienen una mayor orientación al servicio de transporte de carga, se considera más razonable hacer la

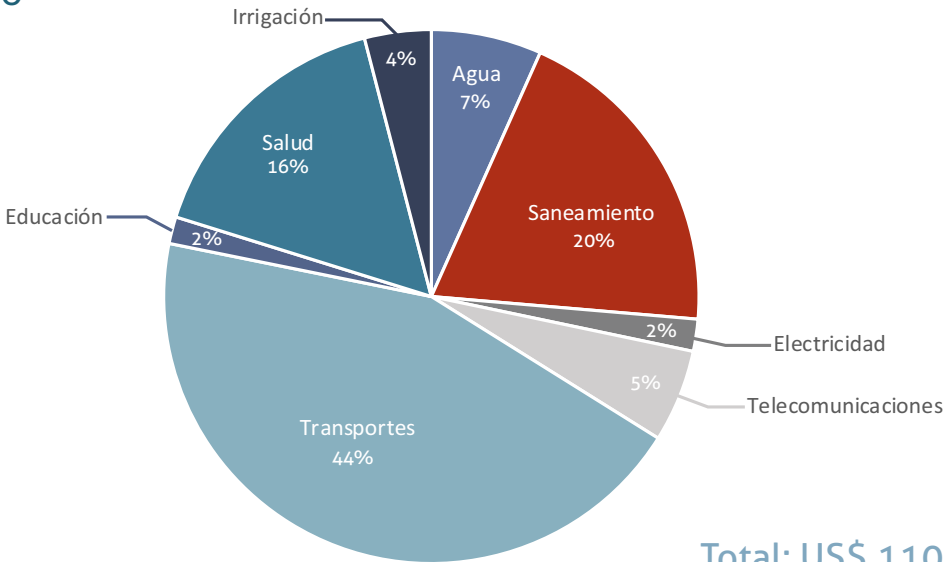
comparación con los países de la Alianza del Pacífico con características similares, como lo son Colombia y México. Ciertamente, se está excluyendo a Chile, toda vez que en dicho país el transporte ferroviario, si bien tiene un uso también de carga, tiende a tener un mayor énfasis en el transporte de pasajeros. Además, es imposible aspirar a poseer sistemas ferroviarios como los que tienen los países OCDE o países asiáticos.

Por su parte, para el caso del sector de carreteras, la comparación es con el grupo de países IMA +IAB (véase columna 4 del Cuadro 43), porque resulta difícil alcanzar a los países OCDE y porque, dada las características geográficas del Perú y necesidades principalmente en la sierra, Países Asiáticos no resulta un comparador adecuado.

En el caso de los sectores riego y salud, la comparación se hace también con dicho grupo de países (IMA +IAB). En el primer caso, por la similar composición del PBI de los países de dicho grupo de comparación, en los que la distribución del sector agricultura es, en promedio, similar a la del Perú. En el segundo caso, porque en el grupo de países de la OCDE el nivel de los hospitales es, en promedio, más avanzado o sofisticado, mientras que para el costo unitario se ha utilizado el valor promedio de camas de hospitales de un nivel más básico; entonces, por consistencia, la brecha debería calcularse con países más parecidos a Perú. Ciertamente, en este último caso, cabe aclarar que el indicador utilizado (# de camas por cada 100 habitantes) no es la variable más idónea para reflejar la necesidad de infraestructura en tal sector, toda vez que resulta más idóneo emplear variables físicas, aunque desafortunadamente no disponibles para fines de las estimaciones realizadas, que se refieran a aspectos de prevención –por ejemplo, postas médicas de atención primaria, o variables de costos que reflejen cuánto costaría reducir un punto porcentual la anemia, neumonía o Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA).

Finalmente, una mención aparte merece el sector educación. El cálculo realizado se centra en una brecha de acceso básico, razón por la cual el monto es de sólo US\$ 1,792 millones. En realidad, en Perú hoy por hoy no se tiene problemas de acceso a colegios, sino de la calidad de los mismos, en términos de funcionalidad y sostenibilidad. El MINEDU cuenta con estimaciones más elevadas de brecha educativa que comprende estas dos últimas dimensiones, las que serán explicadas más adelante.

GRÁFICO 30. COMPOSICIÓN SECTORIAL DE LA BRECHA DE ACCESO BÁSICO A LA INFRAESTRUCTURA DE LARGO PLAZO



Total: US\$ 110.1 mil millones

Elaboración propia

4



IMPACTOS ECONÓMICOS

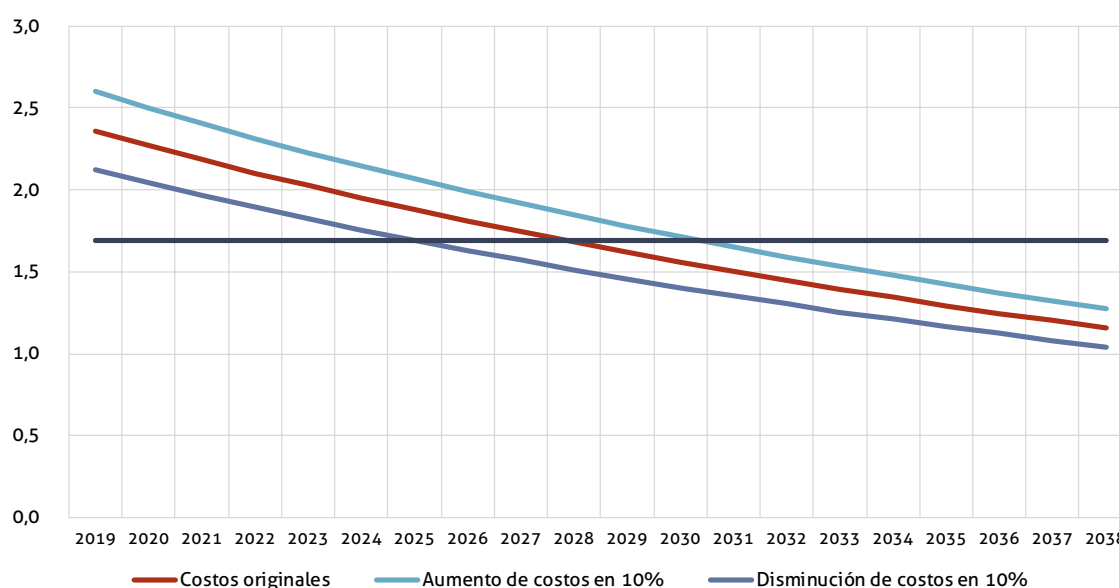
Una vez estimada la brecha de acceso básico de infraestructura, se realizará un análisis de sensibilidad sobre dos aspectos. En el primero, se parte tomando en cuenta el resultado de la brecha producto de comparar los valores de los indicadores de Perú con una agrupación de países *benchmark* específica, para luego distribuir el monto de la brecha de forma uniforme en el periodo proyectado de 20 años, con lo cual se estimará cuánto representa “cerrar la brecha” con respecto al PBI en cada uno de esos años. En el segundo, se reestima el monto total de la brecha de acceso básico de infraestructura cambiando los grupos de países de comparación utilizados en la brecha original, para después distribuir la inversión necesaria que haga posible anualmente cerrar la brecha de forma uniforme en el periodo 2019-2038.

Para realizar estos ejercicios se requiere proyectar el PBI del país de los próximos 20 años, lo cual involucra trabajar con tasas de crecimiento estimadas. Se tomará en consideración las tasas de crecimiento del FMI durante el periodo 2019-2024. Para el resto de años, se mantendrá constante la última tasa de crecimiento. Adicionalmente, se presentará un escenario conservador, que asume tasas de crecimiento 2 puntos porcentuales menores al escenario base; y un escenario optimista, que asume tasas 2 puntos porcentuales por encima. Asimismo, se realizará una variación de los costos unitarios de cada infraestructura, con un aumento y disminución de 10%.

4.1. Sensibilidad de la brecha de acceso básico de infraestructura

El punto inicial para el cálculo de la sensibilidad es el PBI (en valores nominales) de 2018 según el BCRP en dólares²¹. Este valor se proyecta utilizando las tasas de crecimiento del FMI. Una vez obtenido el PBI hasta 2038, se calcula el monto de inversión anual necesario para cerrar la brecha de acceso como el porcentaje del PBI, dados los tres costos (base, +10% y -10%). El siguiente gráfico muestra que en los primeros años el cierre de brecha demanda un esfuerzo entre aproximadamente un 2.1% y 2.6% del PBI, dado cierto nivel de costos; mientras que en los últimos años se requieren niveles menores al 1.5% del PBI. La línea horizontal muestra el promedio de la inversión anual con los costos originales, indicando que en promedio se necesitaría invertir 1.7% del PBI en cada año²².

GRÁFICO 31. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, EN EL ESCENARIO BASE (% DEL PBI)



Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

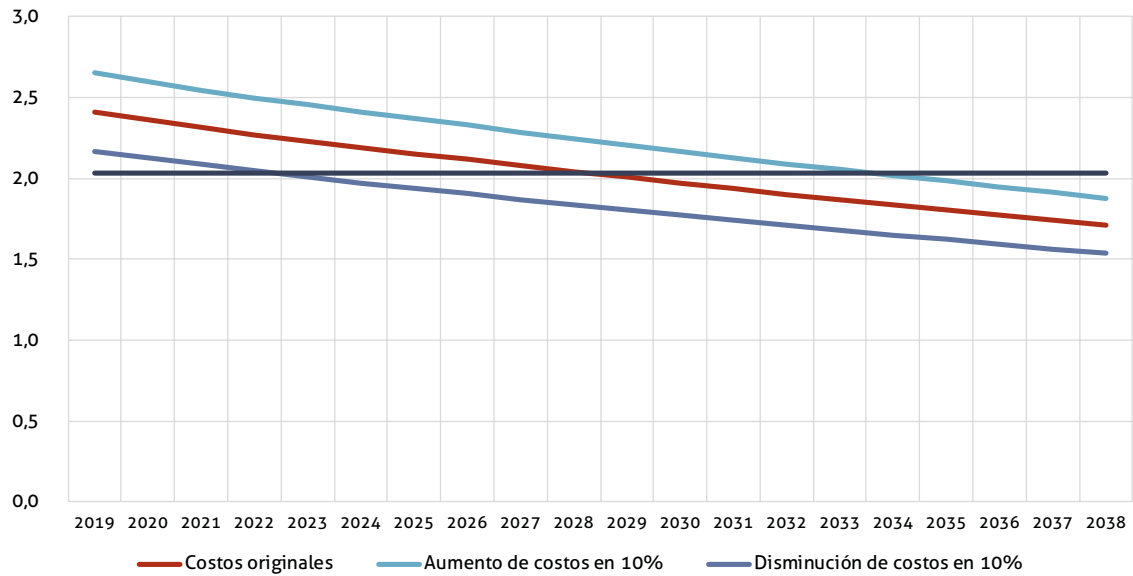
Los gráficos 32 y 33 muestran los escenarios conservador y optimista, respectivamente. En el primero, el PBI proyectado es menor en todos los años con respecto al escenario base, por lo que “cuesta más” cerrar la brecha en relación al PBI. Se observa que, aunque en los primeros años se necesitan montos de inversión similares al gráfico anterior, la inversión anual nunca baja del 1.5% del PBI. En promedio, se requeriría, entonces, un

21. Tipo de cambio aproximado de 3.3 soles por dólar para todos los años.

22. Ver en el Anexo 3, los cuadros que reportan estas sensibilidades.

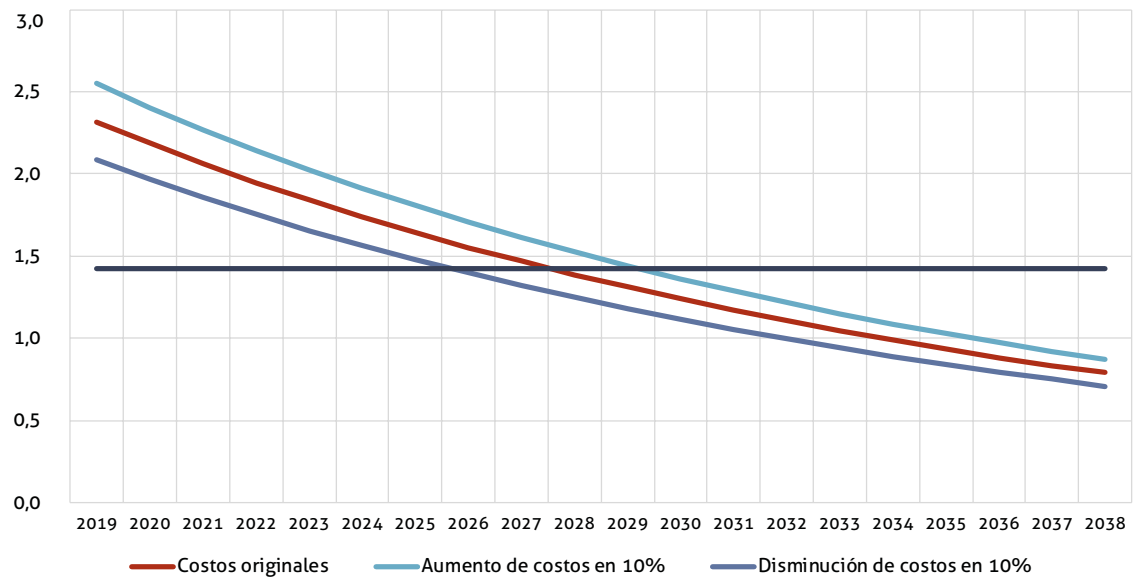
esfuerzo de 2.0% del PBI durante los próximos 20 años en el escenario conservador. En cambio, en el segundo ocurre lo opuesto, es “más barato” cerrar la brecha pues el PBI crece a un mayor ritmo. Dependiendo de la variación de los costos, la inversión anual es menor a 1.5% del PBI antes del 2030, e inclusive en los últimos años es menor del 1.0%. En promedio, se requeriría un esfuerzo de 1.4% del PBI durante los próximos 20 años en este mejor escenario.

GRÁFICO 32. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, EN EL ESCENARIO CONSERVADOR (% DEL PBI)



Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

GRÁFICO 33. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, EN EL ESCENARIO OPTIMISTA (% DEL PBI)



Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

4.2. Sensibilidad de la brecha de acceso básica de infraestructura con *benchmarks* específicos

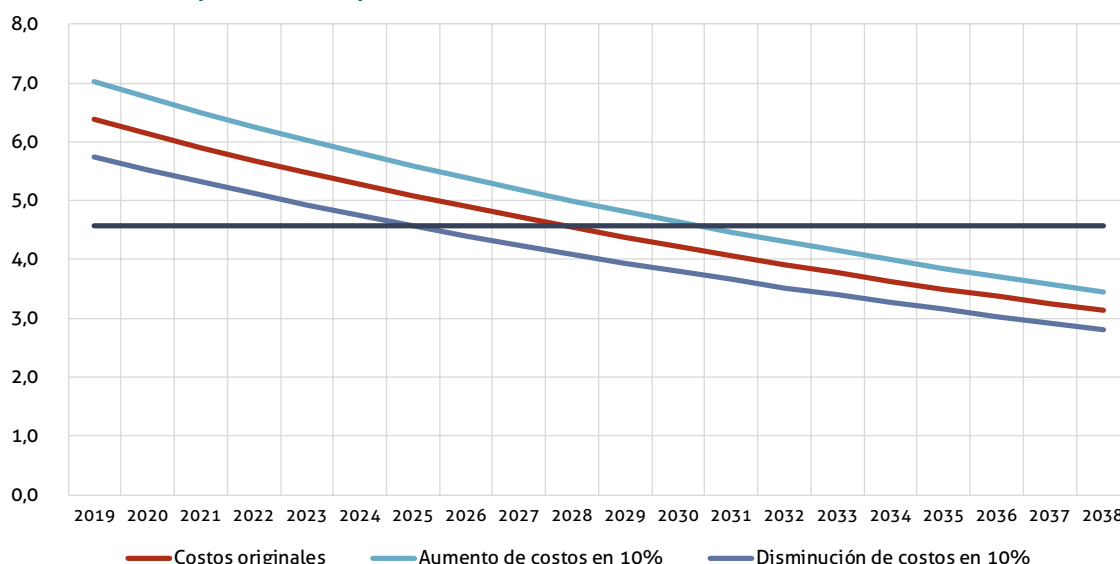
En esta sección, el monto total de la brecha de acceso básico de infraestructura se reestimaré cambiando los grupos de países benchmark utilizados en la brecha original. El siguiente cuadro muestra los nuevos totales de acuerdo a qué benchmark se realizan las comparaciones de indicadores.

CUADRO 44. BRECHA DE ACCESO BÁSICO DE INFRAESTRUCTURA CON DISTINTOS GRUPOS DE COMPARACIÓN Y COSTOS UNITARIOS

| Grupos de comparación/Costos unitarios | Valor de Brecha (US\$ millones) | | |
|--|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Costos originales | Δ costos: +10% | Δ costos: -10% |
| OCDE - Mediana | 297.900 | 327.690 | 268.110 |
| Países asiáticos - Mediana | 45.015 | 49.516 | 40.513 |
| <i>Ingreso Medio Alto y Ingreso Medio Bajo</i> | 164.726 | 181.198 | 148.253 |
| Alianza del Pacífico | 42.392 | 46.631 | 38.153 |

A partir de estos totales, se distribuye la inversión anual necesaria para cerrar la brecha de forma uniforme en el periodo 2019-2038. Los gráficos del 34 al 37 muestran, para cada benchmark, los ratios de inversión-PBI bajo los tres escenarios de costos.²³

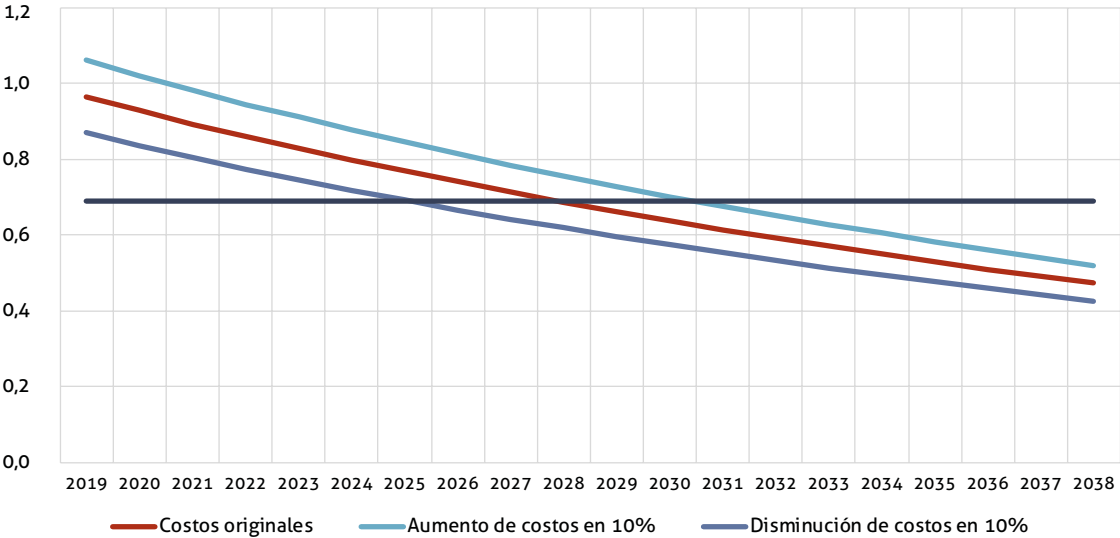
GRÁFICO 34. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, COMPARÁNDOSE CON OCDE – MEDIANA (% DEL PBI)



Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

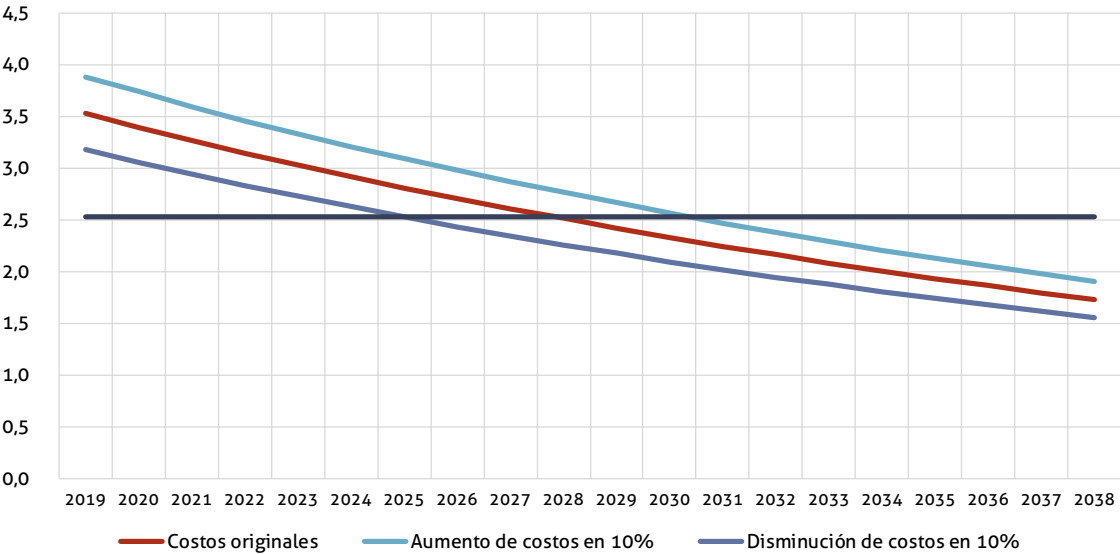
23. Ver en el Anexo 3, los cuadros que reportan estas sensibilidades.

GRÁFICO 35. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, COMPARÁNDOSE CON PAÍSES ASIÁTICOS – MEDIANA (% DEL PBI)



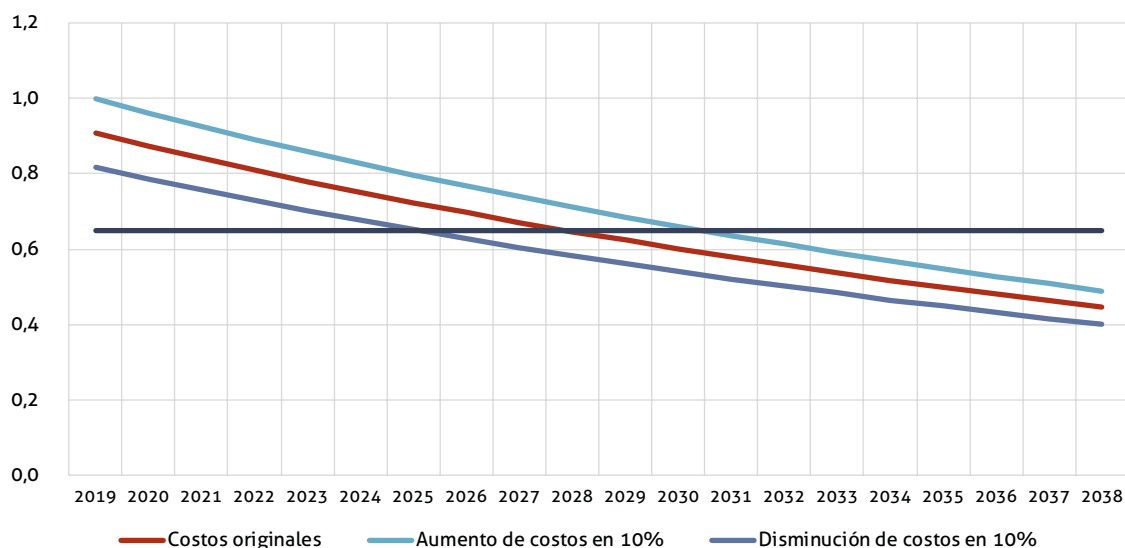
Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

GRÁFICO 36. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, COMPARÁNDOSE CON IMA-IAB (% DEL PBI)



Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

GRÁFICO 37. INVERSIÓN NECESARIA PARA EL CIERRE DE BRECHA DE LARGO PLAZO, COMPARÁNDOSE CON ALIANZA DEL PACÍFICO (% DEL PBI)



Nota: línea horizontal color azul oscuro muestra la inversión anual promedio con costos originales.
Elaboración propia.

Es claro que la inversión necesaria es menor en los casos en los que la brecha es menor. Por ello, al compararse con la Alianza del Pacífico y aquellos pertenecientes a la mediana de la distribución de ingresos de los países asiáticos, se requiere montos de inversión como máximo iguales a 1.0% del PIB. En cambio, usar como benchmark al grupo de países de ingreso medio alto e ingreso alto más bajos o los que pertenecen a la mediana de la distribución de ingresos de los miembros de la OCDE implica niveles de inversión máximos de 3.9% y 7.0% del PIB, respectivamente. En promedio, viendo la línea horizontal morada en los gráficos, cerrar una brecha de largo plazo respecto a la OCDE implica una inversión anual de 4.6% del PIB; respecto a los países asiáticos, 0.69%; respecto al grupo IMA-IAB, 2.5%; y respecto a la Alianza del Pacífico, 0.65%.

5



BRECHA DE CALIDAD EN ALGUNOS SECTORES

Los cálculos previos de la brecha de infraestructura se centraron únicamente en la dimensión del acceso básico por parte de la población, y no consideraron o incluyeron en su medición la dimensión de calidad. En este acápite, se abordará de manera complementaria esta dimensión para los sectores: (i) agua y saneamiento; (ii) telecomunicaciones; (iii) carreteras, y (iv) educación.

Cabe mencionar que para los dos primeros sectores, se realiza un ejercicio similar al de la brecha horizontal de infraestructura de acceso básico; para el sector (iii) la brecha de calidad se calcula como el diferencial de costos unitarios para alcanzar una mejor infraestructura, y, para educación, se utiliza el trabajo realizado por el MINEDU, entidad que cuenta con un cálculo de brecha de calidad de la infraestructura del sector. En el cuadro 45, se describen los indicadores correspondientes utilizados; y en el cuadro 46, los resultados de las regresiones estimadas.

Algo importante a señalar es que el ejercicio realizado no puede aproximar completamente la inversión necesaria para cerrar la brecha de calidad en la infraestructura de los sectores considerados, toda vez que las dimensiones de lo que la “calidad” propiamente comprende son multidimensionales en todos ellos. Por ejemplo, en el caso de agua potable, hablar de calidad de la infraestructura comprende múltiples aspectos, tales como: la continuidad del servicio, la presión del agua con la que el servicio es abastecido, la densidad de las roturas en la red de agua potable, etc. Por lo tanto, una medición de la brecha de calidad a nivel de cada uno de estos aspectos excede las pretensiones de este acápite. No obstante, en base a información disponible, ha sido posible, al menos, calcular una porción del valor de la brecha de calidad en cada sector considerado.

CUADRO 45. INDICADORES DE BRECHA DE CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA

| Sector / Indicador | Definición | Fuente |
|------------------------|--|--------|
| 1.- Agua y Saneamiento | | |
| 1.1.- Agua potable | % de la población con acceso a un servicio de agua segura | WDI |
| 1.2.- Saneamiento | % de la población con acceso a un servicio de saneamiento seguro | WDI |
| 2.- Telecomunicaciones | | |
| 2.1.- Móvil | (a) % de la población con acceso a una red de 3G (b) % de la población con acceso a una red de LTE/WiMAX (≈ 4G) | ITU |
| 2.2.- Banda ancha | (a) # de suscripciones de banda ancha fija a internet con una velocidad mínima entre 2 y 10 mbit/s (por cada 100 habitantes) (b) # de suscripciones de banda ancha fija a internet con una velocidad mínima mayor que 10 mbit/s (por cada 100 habitantes) | ITU |
| 3.- Carreteras | Kilómetros de vías pavimentadas (por cada 100 habitantes) | CIA |

Nota: El indicador del sector carreteras es el mismo que para el caso del acceso básico, debido a que el cálculo de la brecha de calidad consideró únicamente los diferenciales en costos unitarios (entre el de calidad y el de acceso básico), como se explica luego.

CUADRO 46. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ECONÓMETRICA DE BRECHA HORIZONTAL DE CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA

| Sectores | Acceso a agua segura | Acceso a saneamiento seguro | Acceso a 3G | Acceso a 4G | Internet 2 - 10 mbit/s | Internet 10 mbit/s a más |
|--|----------------------|-----------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Variables | % de la población | | | | Suscripciones por cada 100 habitantes | |
| Log (PBI per cápita PPP) | 48.73*** | 10,38 | 33.92*** | 32.92*** | 0,664 | 0,0413 |
| | (6.62) | (123.5) | (5.833) | (9.943) | (1.843) | (1.5) |
| Densidad poblacional | -0.0206*** | 0,00862 | 0.0140** | 0.0164* | -0.00502** | -0,00222 |
| | (0.00578) | (0.00769) | (0.00614) | (0.00864) | (0.00249) | (0.00203) |
| Log (elevación media) | -1.455** | -3.767*** | 1.737** | 0,797 | -1.543*** | -1.067*** |
| | (0.652) | (0.821) | (0.728) | (1.056) | (0.284) | (0.231) |
| Densidad poblacional en zonas agrestes | 0.0409*** | 0.0614*** | -0,00167 | -0,00183 | 0.0100** | 0.00538* |
| | (0.00988) | (0.0124) | (0.00985) | (0.0145) | (0.00401) | (0.00326) |
| Log (PBI per cápita PPP) * Dummy PBI 1 | -26.15*** | 5,498 | -17.19*** | -18.55* | 2,722 | 0,873 |
| | (6.784) | (123.5) | (6.043) | (10.15) | (1.937) | (1.576) |
| Log (PBI per cápita PPP) * Dummy PBI 2 | -43.26*** | 11,89 | -27.86*** | -20.82** | 3,191 | 3.400** |
| | (7.029) | (123.5) | (6.301) | (10.49) | (2.117) | (1.722) |
| OCDE | -4.682** | 8.443*** | 5.860*** | 11.12*** | 11.16*** | 9.381*** |
| | (2.274) | (2.231) | (2.26) | (3.028) | (0.943) | (0.767) |
| Dummy PBI 1 | 193.9*** | -37,79 | 130.9*** | 135.7* | -22,96 | -7,492 |
| | (52.58) | (834.9) | (45.36) | (77.16) | (14.62) | (11.9) |
| Dummy PBI 2 | 371.2*** | -94,65 | 237.4*** | 172.6** | -27,53 | -33.25** |
| | (56.76) | (834.8) | (50.18) | (82.98) | (17.55) | (14.28) |
| Porcentaje de población rural | -0.211*** | 0.128** | -0,000637 | -0,0886 | 0,0342 | -0,00371 |
| | (0.0548) | (0.0648) | (0.0518) | (0.0745) | (0.0209) | (0.017) |
| Constante | -316.4*** | -50,52 | -232.7*** | -260.7*** | 0,519 | 4,769 |
| | (51.92) | (834.5) | (43.81) | (76.16) | (13.8) | (11.23) |
| Observaciones | 453 | 390 | 769 | 517 | 945 | 945 |
| R cuadrado | 0,775 | 0,704 | 0,55 | 0,652 | 0,491 | 0,432 |

Nota: Como se explica más adelante, en el caso del sector carreteras, no se estimó regresiones similares, ya que el cálculo de la brecha de calidad en dicho sector consideró únicamente los diferenciales en costos unitarios (entre el de calidad y el de acceso básico), pero haciendo uso del mismo indicador de acceso básico.

Dado lo anterior, como resultado de los ejercicios realizados, en el siguiente cuadro se representa lo que sería una imagen muy referencial del esfuerzo necesario en inversión a desplegarse con la finalidad de cerrar sólo una porción de la brecha de calidad en los sectores mencionados. En otras palabras, los aproximadamente US\$ 170 mil millones deben ser considerados como una magnitud piso referencial de lo que se requeriría invertir en el largo plazo para cerrar sólo una de las tantas dimensiones de lo que comprende la brecha total en materia de calidad de la infraestructura de agua y saneamiento, telecomunicaciones, carreteras y educación.

CUADRO 47. PORCIÓN DE BRECHA DE CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA ESTIMADA

| Sector | US\$ Millones |
|-----------------|------------------|
| Agua | 17.136,94 |
| Saneamiento | 18.901,04 |
| Telefonía móvil | 28.029,44 |
| Banda ancha | 4.129,27 |
| Carreteras | 72.917,00 |
| Educación | 28.669,70 |
| Total | 169.783,39 |

A continuación, en los siguientes acápite, se muestra en detalle cómo se arribaron a las cifras mostradas en el cuadro anterior.

5.1. Brecha de calidad de la infraestructura en agua y saneamiento

Como ha sido mencionado, la brecha de largo plazo calculada para el sector agua y saneamiento de, aproximadamente, US\$ 29 mil millones, únicamente comprende aspectos de cobertura o de acceso básico al servicio. Es decir, si la población simplemente cuenta o no con el servicio. No obstante, dicha cifra no incorpora las distintas dimensiones de calidad en la provisión del servicio, tales como, continuidad, presión, densidad de roturas en la red de agua potable, densidad de atoros en la red de alcantarillado, entre otros.

En ese sentido, en línea con el interés de política pública de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (United Nations, 2016)²⁴, en este acápite aproximamos una porción de la brecha de calidad al considerar sólo una de sus tantas dimensiones: la de acceso al servicio en forma segura. Los indicadores provienen del WDI: % de la población con acceso a un servicio de agua segura, y % de la población con acceso a un servicio de saneamiento seguro. Agua segura se define como un agua accesible, disponible cuando se necesite (es decir, acceso 24 horas al día), y libre de cualquier contaminante. Saneamiento seguro se define como acceso a instalaciones de saneamiento no compartidas con otros hogares, a través de los cuales las excretas son eliminadas de forma segura, in situ o transportadas, y tratadas posteriormente.

24. United Nations (2016). 'Water and Sanitation - United Nations Sustainable Development Goals'. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>.

La estimación cuenta con los dos componentes mencionados anteriormente, la parte econométrica (ver dos primeras columnas del cuadro 46) y la diferencia de promedios. Dicho esto, un cambio importante para el segundo componente es el uso del valor de los indicadores de WDI para Perú, y no los valores provistos por fuentes oficiales del país. Esto debido a que la definición de los indicadores no es del todo precisa como para replicar un cálculo a nivel local. Por consiguiente, el mejor proxy disponible es el monto provisto por el WDI. Al mismo tiempo, debido a la falta de data en la gran mayoría de países que conforman los grupos de comparación, el cálculo de la brecha de calidad solo se limita al nivel nacional, sin desagregar a nivel urbano y rural.

CUADRO 48. CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS DE CALIDAD PARA AGUA Y SANEAMIENTO

| Concepto | Tipo de costo | Costo unitario por habitante | |
|-------------|---------------|------------------------------|----------|
| | | S/ | US\$ |
| Agua | Acceso básico | 1.918,00 | 581,21 |
| | Acceso seguro | 6.227,40 | 1.887,09 |
| | Diferencial | 4.309,40 | 1.305,88 |
| Saneamiento | Acceso básico | 3.453,00 | 1.046,36 |
| | Acceso seguro | 7.335,60 | 2.222,91 |
| | Diferencial | 3.882,60 | 1.176,55 |

Nota: Tipo de cambio: US\$ 1.00 = S/ 3.3; costos de acceso básico y seguro resultan del promedio de los costos a nivel urbano y rural.

Fuente: Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021, RM N°263-2017-Vivienda

Elaboración propia.

Por otro lado, se trabajó con los costos per cápita de la RM N°263 de VIVIENDA para establecer el costo del cierre de una porción de la brecha de calidad referente a agua segura. No obstante, estos precios hacen referencia a la creación de infraestructura nueva que permita la cobertura. Por lo tanto, el costo de reducir la brecha debería de reflejar un “salto” de un nivel de infraestructura que permita acceso básico, a uno que permita acceso a servicios seguros. Por ello, el costo de esta mejora se representa como el diferencial entre los costos de la RM N°263 y el PNS (Cuadro 48).

El cuadro 49 muestra los valores de los indicadores para Perú y los grupos de comparación. Como se había indicado, el valor de la columna (1) corresponde al valor más reciente del indicador según el WDI. La columna (2) muestra el valor predicho por el modelo econométrico, y el resto de columnas muestra el promedio de los países. Cabe resaltar que los países asiáticos que conformaban las muestras del primer quintil y la mediana no contaban con data para los indicadores, por lo que no pudieron usarse como comparación.

CUADRO 49. VALORES DE LOS INDICADORES DE BRECHA DE CALIDAD DE AGUA Y SANEAMIENTO

| Sector | Perú - WDI | Grupos de países de comparación | | | | | | | | |
|--------------------|------------|---------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------------------------|--|
| | | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d -PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d -OCDE |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| Agua segura | 50,16 | 74,52 | 87,27 | 70,63 | 79,68 | 83,76 | - | - | 85,66 | 91,47 |
| Saneamiento seguro | 30,25 | 37,22 | 38,29 | 50,08 | 40,38 | 54,26 | - | - | 71,03 | 79,38 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576. (ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

Elaboración propia.

El cuadro 50 muestra las diferencias físicas entre la columna (1) y el resto de columnas. El valor de la brecha de calidad toma en cuenta que el cierre de esta implica lograr que el porcentaje de la población que cuenta solamente con acceso a los servicios básicos mejore y acceda a los servicios de calidad. De acuerdo al WDI, la cobertura de agua básica en Perú es igual a 89.9% mientras que la cobertura de agua segura es de 50.16%²⁵ (como muestra la columna (1) del cuadro 49). De igual forma, la cobertura de saneamiento básico es 76.8%, mientras que la cobertura de saneamiento seguro es 30.25%. Es decir, aproximadamente un 40% de la población tiene acceso solamente a agua básica, y un 46% tiene acceso solamente a saneamiento básico.

CUADRO 50. BRECHA FÍSICA DE CALIDAD DE AGUA Y SANEAMIENTO

| Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------------------------|--|
| | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d -PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d -OCDE |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| Agua segura | 24,37 | 37,11 | 20,47 | 29,52 | 33,61 | - | - | 35,51 | 41,31 |
| Saneamiento seguro | 6,97 | 8,04 | 19,83 | 10,13 | 24 | - | - | 40,77 | 49,13 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576. (ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

Elaboración propia.

Estos porcentajes son los que, en primer lugar, se buscan disminuir para cerrar la brecha de calidad en agua y saneamiento. Por ende, siempre que las brechas físicas sean menores o iguales a estos porcentajes, se aplicarán sobre dichos montos los diferenciales de precios del cuadro 48. En cambio, si las brechas físicas superan estos porcentajes, quiere decir que se requiere infraestructura nueva para cubrir a los individuos faltantes, por lo que a este porcentaje restante se aplicarán los costos de acceso seguro de la RM N°263.

25. Los montos de agua y saneamiento básico, para este cálculo, se toman del WDI, al igual que los valores de los indicadores de calidad, para mantener uniformidad.

Así, la columna (1) del cuadro 51 muestra que la brecha de corto plazo de acceso a calidad es igual a US\$ 12.5 mil millones, monto que representa el costo de, en agua, reducir el 40% de acceso solo básico en 24.37 puntos porcentuales, y en saneamiento, reducir el 46% de acceso solo básico en 6.97 puntos porcentuales. Por su parte, la columna (10) muestra que la brecha de largo plazo, comparándose con los países de la mediana de la OCDE, es igual a US\$ 36 mil millones, monto que representa el costo de mejorar al 40% y 46% de la población que solo accede a agua y saneamiento básicos, y cubrir al 1.31% y 3.13% restante con infraestructura nueva.

CUADRO 51. VALOR DE LA BRECHA DE CALIDAD DE AGUA Y SANEAMIENTO (en US\$ millones)

| Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | | Brecha de largo plazo |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------------------------|---|-----------------------|
| | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IMB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d -PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d - OCDE | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | |
| 1.1.- Agua | 9.939,24 | 15.137,82 | 8.351,84 | 12.042,30 | 13.709,79 | - | - | 14.483,88 | 17.136,94 | 17.136,94 |
| 1.2.- Saneamiento | 2.560,26 | 2.953,69 | 7.287,14 | 3.721,18 | 8.821,54 | - | - | 14.984,13 | 18.901,04 | 18.901,04 |
| Brecha total de corto plazo | 12.499,50 | Brecha total de largo plazo | | | | | | | | 36.037,98 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576. (ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.
Elaboración propia.

5.2. Brecha de calidad de la infraestructura en telecomunicaciones

Como ha sido mencionado, la brecha de largo plazo calculada para el sector telecomunicaciones de, aproximadamente, US\$ 6,175 millones, únicamente comprende aspectos de cobertura o de acceso al servicio más básico. No obstante, dicha cifra no incorpora la inversión que se requeriría para que la población también cuente con servicios de telefonía móvil e internet de calidad. En otras palabras, en este sector la brecha a cerrar es primordialmente de índole cualitativo.

En el caso de telefonía móvil, uno de los desafíos más importantes que el sector enfrenta es el de la cobertura móvil con tecnología 4G, tecnología que permite mejorar la velocidad de navegación y transmisión de datos a través del celular. Si bien las empresas operadoras reportaron un crecimiento de 17.4% en instalación de Estaciones Base (antenas), que permitan una mejor cobertura de telefonía móvil, en el año 2017, el Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTel) proyectó que el sector requiere instalar más de 21 mil antenas para cubrir la demanda de telefonía móvil. Comparativamente, de acuerdo al MTC²⁶, Lima con una población de 9 millones 320 mil habitantes, a diciembre del año 2018, contaba con 7,014 antenas instaladas, mientras que en otras ciudades como Londres y Tokio, con poblaciones similares, contaban ya en el año 2015, con 30,000 y 90,000 antenas (PTP, 2015)²⁷. Adicionalmente, el desarrollo de la tecnología inalámbrica 5G para el intercambio de datos entre dispositivos se constituye en un desafío, para lo cual el MTC tiene planeado lanzar a un concurso público este año 2019 el espectro disponible para montar redes 5G.

26. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/23465-al-cierre-del-2018-en-peru-hay-mas-de-20-989-antenas-de-telefonía-movil>

27. PTP (2015). "Infrastructure Projects in Peru: 2015 – 2017", editado por Peru Top Publications.

Para el sector de telecomunicaciones se calculó una brecha relacionada a la calidad de la conexión de internet de la población a través de cuatro indicadores: acceso a cobertura mínima de 3G (para los que mantienen 2G o menos) y acceso a cobertura mínima de LTE/4G para la red móvil²⁸, y suscripciones de banda ancha fija con un mínimo de velocidad entre 2 mbit/s y 10 mbit/s, y superior, por cada 100 habitantes.

La estimación cuenta con los dos componentes mencionados en la anterior sección, la parte econométrica y la diferencia de promedios. Lo que se busca medir con este cálculo es el costo de proveer a la población un servicio de internet a cierto nivel de calidad, tanto para telefonía móvil como para banda ancha fija. Así, se presentarán cuatro brechas: una que refleje el costo de acceder a una velocidad de 3G y otra que refleje acceder a una velocidad de 4G en un celular, y dos que reflejen el costo de acceder a internet de banda ancha a velocidades entre 2 mbit/s y 10 mbit/s y superiores.

Con relación a los costos, para el indicador de 3G se mantiene el costo utilizado anteriormente, ya que se origina a partir de la inversión necesaria de una estación con dicha velocidad. Para el indicador de 4G, se trabajó con un costo per cápita aproximado de US\$ 2,000, obtenido de dividir la inversión en 4G realizada en el país, US\$ 8 mil millones, entre 4 millones de usuarios con acceso a esta velocidad de internet. No obstante, este precio hace referencia a la creación de infraestructura nueva que permita un nivel de cobertura. Por lo tanto, el costo de reducir la brecha en 4G debería de reflejar un “salto” de un nivel de infraestructura que permita acceso en 3G, a uno que permita acceso a la velocidad superior. Por ello, el costo de esta mejora se representa como el diferencial entre los costos de 3G y 4G (Cuadro 52).

CUADRO 52. CÁLCULO DE COSTOS UNITARIOS DE CALIDAD PARA INTERNET MÓVIL

| Concepto | Costo unitario por habitante | |
|-------------|------------------------------|----------|
| | S/ | US\$ |
| 3G | 2.725,00 | 825,76 |
| 4G | 6.600,00 | 2.000,00 |
| Diferencial | 3.875,00 | 1.174,24 |

Nota: Tipo de cambio: US\$ 1.00 = S/ 3.3.
Fuente: OSIPTEL
Elaboración propia.

Respecto al costo de los indicadores de internet de banda ancha, no se ha podido contar con un monto que refleje la inversión per cápita que permita a la población pasar de una velocidad básica a una mayor, para ninguno de los dos tramos estipulados. Por lo tanto, se decidió aplica el mismo costo que se utilizó para la brecha de internet básica, lo cual en principio supondría una “sub estimación” de la brecha de calidad para este sub sector, ya que se asumiría una misma inversión para alcanzar velocidades superiores.

El cuadro 53 muestra los valores de los indicadores para Perú y los grupos de comparación. Como se había indicado, el valor de la columna (1) corresponde al valor más reciente del indicador. La columna (2) muestra el valor predicho por el modelo econométrico, y el resto de columnas muestra el promedio de los países.

28. Estos indicadores se definen como el porcentaje de la población que puede acceder/se encuentran en el rango perteneciente, como mínimo, a una red móvil de velocidad 3G o LTE.

CUADRO 53. VALORES DE LOS INDICADORES DE BRECHA DE CALIDAD DE TELECOMUNICACIONES

| Sector | Perú | Grupos de países de comparación | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|---------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|------------------------|---|
| | | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d - PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d - OCDE |
| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| Acceso a red 3G | 73,94 | 90,29 | 96,44 | 94,67 | 94,35 | 92,98 | 94,39 | 96,2 | 98,41 | 98,88 |
| Acceso a red 4G | 52,24 | 63,91 | 88,04 | 77,67 | 75,46 | 83,91 | 90,42 | 95,47 | 95,57 | 95,77 |
| Internet 2 - 10 mbit/s | 4,98 | 1,83 | 8,37 | 12,34 | 11,03 | 13,26 | - | 5,64 | 22,27 | 24,31 |
| Internet 10 mbit/s a más | 0,74 | 1,25 | 3 | 6,2 | 5,59 | 8,35 | - | 1,26 | 18,59 | 20,36 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576. (ajustado por poder de paridad de compra)²⁹.

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.
Elaboración propia.

El cuadro 54 muestra las diferencias físicas entre la columna (1) y el resto de columnas. Ahora bien, el valor de la brecha de calidad de acceso a red 4G toma en cuenta que el cierre de esta implica lograr que el porcentaje de la población que cuenta solamente con acceso a una red 3G mejore. De acuerdo al ITU, la cobertura de 3G en telefonía móvil en Perú es igual a 73.94% mientras que la cobertura de 4G es de 52.24% (como muestra la columna (1) del cuadro 53). Es decir, aproximadamente un 21.7% de la población tiene acceso solamente a 3G (recordar que la definición es acceso mínimo a alguna de las velocidades).

CUADRO 54. BRECHA FÍSICA DE CALIDAD DE TELECOMUNICACIONES

| Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|------------------------|---|
| | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d - PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d - OCDE |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| Acceso a red 3G | 16,35 | 22,5 | 20,73 | 20,41 | 19,04 | 20,45 | 22,26 | 24,47 | 24,94 |
| Acceso a red 4G | 11,67 | 35,8 | 25,43 | 23,22 | 31,67 | 38,18 | 43,23 | 43,33 | 43,53 |
| Internet 2 - 10 mbit/s | -3,15 | 3,39 | 7,36 | 6,05 | 8,28 | - | 0,66 | 17,29 | 19,33 |
| Internet 10 mbit/s a más | 0,51 | 2,27 | 5,46 | 4,85 | 7,62 | - | 0,52 | 17,85 | 19,62 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente: Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576. (ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.
Elaboración propia.

29. Esto, debido a que, como el PBI per cápita de Perú está prácticamente al nivel superior de los IMA, se consideró apropiado balancear el grupo de países, de tal forma que Perú esté casi en el medio. Así se consideraron como países del IAB a aquellos países con PBI per cápita inferior a la suma del PBI per cápita de Perú (US\$ 12,237 ajustado por poder de paridad de compra) y la diferencia entre ésta cifra y el PBI per cápita más bajo del grupo UPM (US\$ 3,896 ajustado por poder de paridad de compra).

Este porcentaje es el que, en primer lugar, se busca disminuir para cerrar la brecha de 4G. Por ende, siempre que las brechas físicas sean menores o iguales a este porcentaje, se aplicarán sobre dichos montos el diferencial de precios del cuadro 52. En cambio, si las brechas físicas superan estos porcentajes, quiere decir que se requiere infraestructura nueva para cubrir a los individuos faltantes, por lo que a este porcentaje restante se aplicarán los costos de acceso a 4G. Ahora bien, como se mencionó, no fue posible aplicar el procedimiento descrito para la estimación de la brecha de internet, ya que no se cuenta con un diferencial de precios. Como consecuencia, para este sub sector se utilizó el mismo cálculo que el de la brecha básica, multiplicando las brechas físicas por el costo unitario.

Así, la columna (1) del cuadro 55 muestra que la brecha de corto plazo de acceso a una velocidad de 3G y 4G en internet móvil es igual a US\$ 8.6 mil millones, monto que representa tanto el costo de reducir una brecha de acceso a 3G como el costo de aumentar el porcentaje de acceso a 4G en 11.67 puntos porcentuales. Un pequeño monto de US\$ 54 millones corresponde a la brecha de corto plazo para acceder a una velocidad de internet de banda ancha mayor a 10 mbit/s. Por su parte, la columna (10) muestra que la brecha de largo plazo, comparándose con los países de la mediana de la OCDE, es igual a US\$ 32 mil millones, monto que representa el costo de llegar a una cobertura de 3G en internet móvil de casi 100%, 96% de cobertura de 4G, e incrementar aproximadamente el número de suscripciones de banda ancha por cada 100 habitantes que acceden como mínimo a una velocidad entre 2 mbit/s y 10 mbit/s, y más de 10mbit/s, en 17.2 y 17.8 unidades, respectivamente.

CUADRO 55. VALOR DE LA BRECHA DE CALIDAD DE TELECOMUNICACIONES (en US\$ millones)

| Sector | Grupos de países de comparación | | | | | | | | | Brecha de largo plazo |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|------------------------|---|-----------------------|
| | Perú Potencial | GC6 ^a | AP ^b | IMA + IAB ^c | Q4 ^d - IMA | Q1 ^d - PA ^e | Q1 ^d +Q2 ^d - PA ^e | Q1 ^d - OCDE | Q1 ^d +Q2 ^d - OCDE | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | |
| Acceso a red 3G | 4.217,14 | 5.802,73 | 5.346,34 | 5.264,16 | 4.910,10 | 5.274,98 | 5.740,57 | 6.312,78 | 6.434,26 | 6.434,26 |
| Acceso a red 4G | 4.279,50 | 16.765,44 | 10.287,84 | 8.906,77 | 14.191,19 | 18.255,46 | 21.412,52 | 21.472,91 | 21.595,18 | 21.595,18 |
| Internet 2 - 10 mbit/s | - | 359,76 | 780,34 | 641,83 | 877,7 | - | 70,38 | 1.833,33 | 2.049,25 | 2.049,25 |
| Internet 10 mbit/s a más | 53,98 | 240,16 | 578,99 | 514,44 | 807,67 | - | 55,49 | 1.892,53 | 2.080,02 | 2.080,02 |
| Brecha total de corto plazo | 8.550,62 | Brecha total de largo plazo | | | | | | | | 32.158,72 |

^a Grupo de control propuesto por el BID, son países que tienen cierta similitud el Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente:

Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia y Colombia

^b Países del Alianza del Pacífico (no incluye a Perú).

^c IMA Ingreso Medio Alto; IAB (Ingreso Alto Bajo); IAB incluye sólo países con PBI per cápita inferior a US\$ 20,576. (ajustado por poder de paridad de compra).

^d Q1: primer cuartil; Q1+Q2: mediana; Q4: cuarto cuartil.

^e Países asiáticos: China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam.

Elaboración propia.

5.3. Brecha de calidad de la infraestructura de carreteras

La brecha de largo plazo estimada para el sector carreteras reflejaba el acceso básico a carreteras pavimentadas primordialmente a través del precio utilizado para su cálculo. Como se indicó en la sección 3.1, el costo por km de una carretera se obtuvo como un promedio ponderado del costo de asfaltado y el costo de pavimentar a través de una solución básica, según la relación de carreteras a pavimentar de acuerdo al Programa de Pavimentado de la Red Nacional. Debido a que la gran mayoría de futuros proyectos utilizaban la solución básica, el costo promedio es más cercano al costo de dicho insumo respecto al del asfalto (siendo el costo de la solución básica mucho más barato). El siguiente cuadro muestra dicha información.

CUADRO 56. PROMEDIO PONDERADO DEL COSTO POR KM DE CARRETERAS PAVIMENTADAS (en US\$)

| Método de pavimentado | Km de carreteras | Costo por Km |
|-----------------------|------------------|--------------|
| Asfaltado | 599 | 1.919.091 |
| Solución básica | 1.979 | 181.818 |
| Costo promedio | | 585.399 |

Fuente: Programa de Pavimentado de la Red Nacional.
Elaboración propia.

Dada esta situación en la que el cierre de brecha implica una “mayoría” de la solución básica, es posible estimar una brecha de calidad para este sector, dada la información disponible, asumiendo un salto hacia el insumo más caro, que es el asfalto, por ser de mucha mejor calidad y mayor duración. Por consiguiente, se puede utilizar el diferencial de precios entre el costo promedio y el costo de asfaltado para aproximar cuánto adicional se debe invertir para que las nuevas carreteras sean asfaltadas. Aplicando la misma metodología de la brecha horizontal, se muestra a continuación el cálculo de la brecha con el grupo de comparación escogido para la brecha de largo plazo (países del grupo *Ingreso Medio Alto e Ingreso Medio Bajo*). La inversión marginal para utilizar asfalto en las carreteras es igual a US\$ 72.9 mil millones.

CUADRO 57. VALOR DE LA BRECHA DE CALIDAD DE CARRETERAS n(en US\$ millones)

| Brecha física | Costo marginal | Brecha de largo plazo |
|---------------|----------------|-----------------------|
| 0,18 | 1.333.692 | 72.917 |

Elaboración propia.

5.4. Brecha de calidad de la infraestructura educativa³⁰

La infraestructura de calidad ha sido definida por el Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025 (PNIE)³¹ como aquella que es segura (salvaguarda la vida y es resistente ante desastres naturales), funcional (servicios básicos, accesibilidad para personas con discapacidad, adecuación pedagógica) e integrada al territorio (localización adecuada, distribución óptima, relación armónica con el entorno).

La infraestructura educativa considerada en el PNIE abarca todas las instituciones educativas de la Educación Básica (en todos los niveles y modalidades); de la Educación Superior Pedagógica³², Tecnológica; y la forma educativa Técnico-Productiva. Al respecto, en el Perú, la Educación Básica Regular (EBR) concentra el 97% de las instituciones educativas (IIEE) del país³³. El 76% de las IIEE de la EBR pertenece al sector público (78 mil IIEE³⁴) y estas absorben el 73% de la matrícula total de la EBR (6 millones de alumnos).

Ya anteriormente el PNIE había calculado que el costo de atender la brecha de infraestructura educativa pública ascendía a S/ 100,499 millones, en valor real del 2015, es decir, US\$ 30.5 mil millones. Este monto representa los recursos financieros necesarios para mejorar la condición y ampliar capacidad de la infraestructura educativa, así como fortalecer su gestión y mantenimiento, a fin de atender las necesidades de servicio educativo.³⁵

No obstante lo anterior, a raíz de diferentes procesos de relevamiento de información conducidos entre 2017 y 2019, a abril de 2019 se cuenta con información de infraestructura educativa de 46,243 locales educativos³⁶, es decir, del 84% de locales educativos.

Por otro lado, a la nueva información se sumó la actualización de los costos de ejecución de obra a diciembre de 2018³⁷, y ajustes menores en algunos supuestos, a partir de lo cual se procedió a actualizar y a aplicar el algoritmo de cálculo de brecha de infraestructura educativa a los 46,243 locales educativos con información del estado de infraestructura de edificaciones.

30. Este acápite se desarrolla sobre la base de la información en materia de brecha de calidad provista por el MINEDU (2019). Documento word: "La brecha de acceso a infraestructura educativa de calidad: inversiones en escuelas de mayor riesgo", remitido por Cecilia Balcázar – Directora General de Infraestructura Educativa (DIGEIE) - el 11 de junio de 2019.

31. Aprobado con RM N°153-2017-MINEDU.

32. Incluye Instituto Superior Pedagógico y Escuela Superior de Formación Artística.

33. Una institución educativa equivale a un servicio educativo que está asociado a un código modular. No necesariamente equivale a un edificio de infraestructura educativa porque un edificio escolar puede albergar a más de un servicio. El 2% pertenece a Educación Básica Alternativa (EBA) y el 1% a Educación Básica Especial (EBE).

34. 50% inicial; 38% primaria; 12% secundaria.

35. Este cálculo de brecha de infraestructura del PNIE se elaboró sobre la base del Censo de Infraestructura Educativa de 2013 (CIE), que contiene información de 42,331 locales educativos. Sin embargo, solo 40,475 locales educativos tienen información del estado de la infraestructura de las edificaciones.

36. Existen 8,647 locales educativos (15.75%) que no registran información suficiente del estado de sus edificaciones.

37. Se utilizó los costos unitarios de áreas techadas y cercos perimétricos actualizados por PRONIED al 31 de diciembre de 2018. Los componentes restantes de la brecha se han actualizado considerando la inflación entre 2015 y 2018 (6.94% aproximadamente).

“De esta manera, a partir de la estimación del PNIE que calcula la brecha de infraestructura de los locales educativos existentes en US\$ 22 mil millones, a abril de 2019 se estima que la brecha de infraestructura educativa para dichos locales asciende a US\$ 30.8 mil millones, sin considerar la información de intervenciones de cierre de brecha, y una brecha de US\$ 28.6 mil millones considerando las intervenciones que cierran brecha”³⁸ (Cuadro 58).

CUADRO 58. CAMBIOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LOCALES EXISTENTES

| Cálculo de Brecha, por Etapas | # Locales | Brecha (US\$ millones) | Cambio |
|---|------------------|-------------------------------|---------------|
| Cálculo de brecha original (PNIE) | 40.475 | 22.044,50 | |
| Correcciones/ajustes en el algoritmo y actualización de información general (zona urbana/rural, zona bioclimática, entre otros) | 40.475 | 23.423,00 | 6,25% |
| Actualización de costos | 40.475 | 27.937,10 | 19,27% |
| Fuentes de nueva información y/o de su actualización | 46.641 | 30.866,90 | 10,49% |
| Exclusión de locales educativos que ya no existen en Padrón de IIEE | 45.855 | 30.520,70 | -1,12% |
| Cálculo de brecha actual | 46.243 | 28.669,70 | -6,06% |

Nota: cambio de soles a dólares a cargo de los consultores: US\$ 1 = S/ 3.3

Fuente y elaboración: MINEDU.

38. Párrafo tomado de MINEDU (2019), pp. 4. Las cifras en soles han sido cambiadas a dólares por los consultores.

6



CÁLCULO DE LA BRECHA VERTICAL DE INFRAESTRUCTURA

A partir de las estimaciones econométricas de series de tiempo, se estima la brecha vertical de infraestructura utilizando proyecciones de las variables involucradas, que en este caso son la población, el PBI y el PBI per cápita. Para ello, se toma como referencia las proyecciones del FMI hasta el año 2024, punto a partir del cual se mantienen constantes las tasas de crecimiento de la población y el PBI. El cuadro 59 muestra los niveles de estas variables.

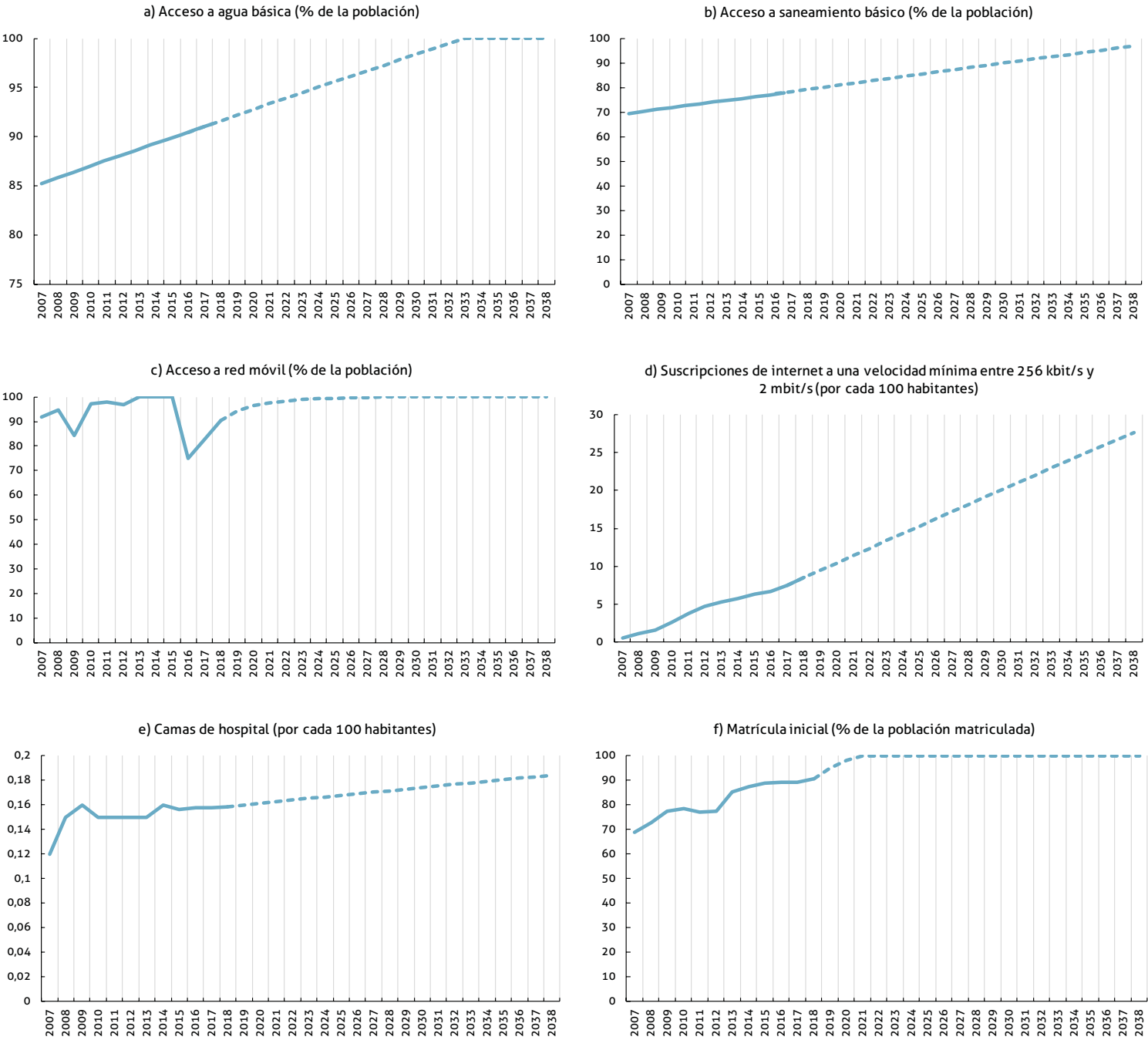
CUADRO 59. PERÚ, PBI, POBLACIÓN Y PBI PER CÁPITA 2019-2038

| Año | PBI (US\$) | Población | PBI per cápita (US\$) |
|------|-----------------|------------|-----------------------|
| 2019 | 214.507.974.484 | 32.321.462 | 6.637 |
| 2020 | 223.088.293.464 | 32.647.700 | 6.833 |
| 2021 | 232.011.825.202 | 32.970.955 | 7.037 |
| 2022 | 241.060.286.385 | 33.291.225 | 7.241 |
| 2023 | 250.220.577.268 | 33.607.517 | 7.445 |
| 2024 | 259.728.959.204 | 33.919.831 | 7.657 |
| 2025 | 269.598.659.654 | 34.235.047 | 7.875 |
| 2026 | 279.843.408.721 | 34.553.192 | 8.099 |
| 2027 | 290.477.458.252 | 34.874.293 | 8.329 |
| 2028 | 301.515.601.666 | 35.198.379 | 8.566 |
| 2029 | 312.973.194.529 | 35.525.476 | 8.810 |
| 2030 | 324.866.175.921 | 35.855.613 | 9.060 |
| 2031 | 337.211.090.606 | 36.188.818 | 9.318 |
| 2032 | 350.025.112.049 | 36.525.120 | 9.583 |
| 2033 | 363.326.066.307 | 36.864.546 | 9.856 |
| 2034 | 377.132.456.827 | 37.207.127 | 10.136 |
| 2035 | 391.463.490.186 | 37.552.892 | 10.424 |
| 2036 | 406.339.102.813 | 37.901.869 | 10.721 |
| 2037 | 421.779.988.720 | 38.254.090 | 11.026 |
| 2038 | 437.807.628.291 | 38.609.584 | 11.339 |

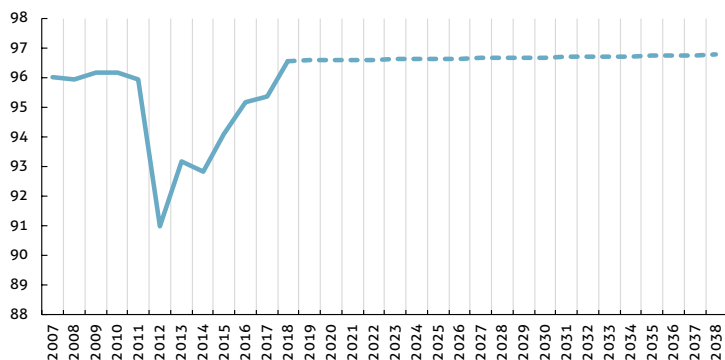
Fuente: FMI (2019).
Elaboración propia.

En los siguientes gráficos, se presentan las demandas de los distintos tipos de infraestructura predichas por los modelos de series de tiempo.

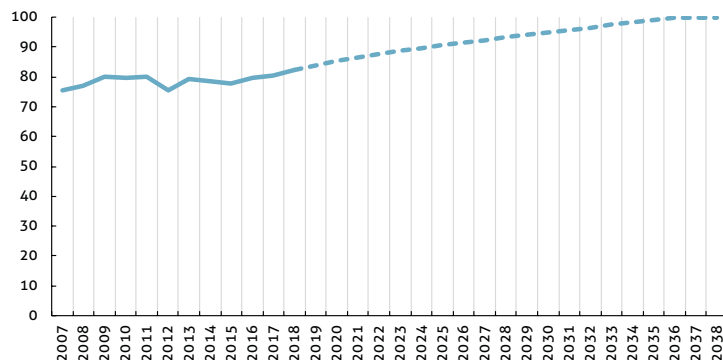
GRÁFICO 38. PERÚ, PROYECCIÓN DE DEMANDAS DE INFRAESTRUCTURA 2019-2038



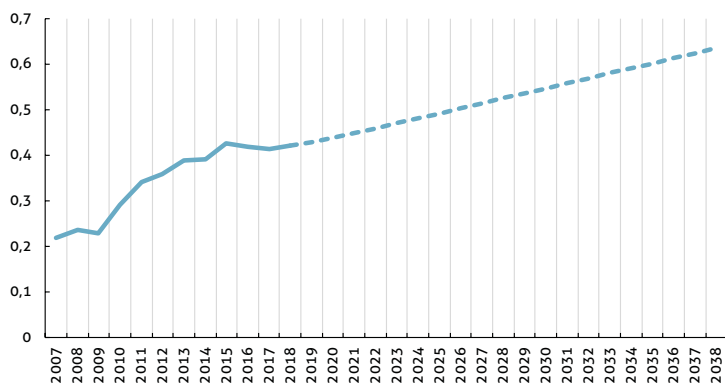
g) Matrícula primaria (% de la población matriculada en la edad relevante)



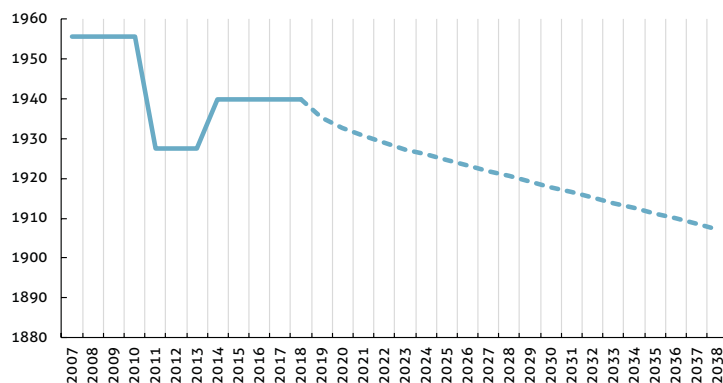
h) Matrícula secundaria (% de la población matriculada en la edad relevante)



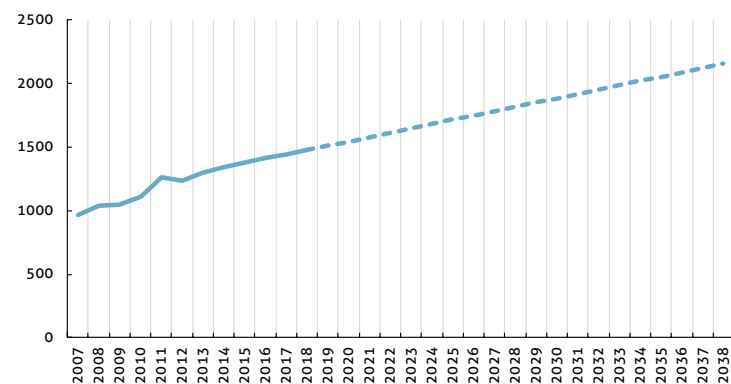
i) Número de vuelos (por cada 100 habitantes)



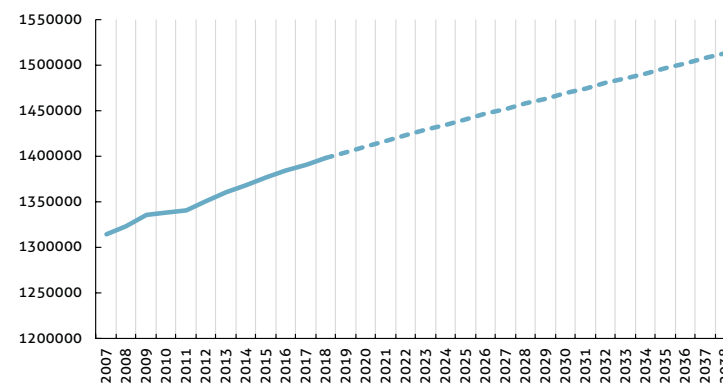
j) Kilómetros de vías férreas



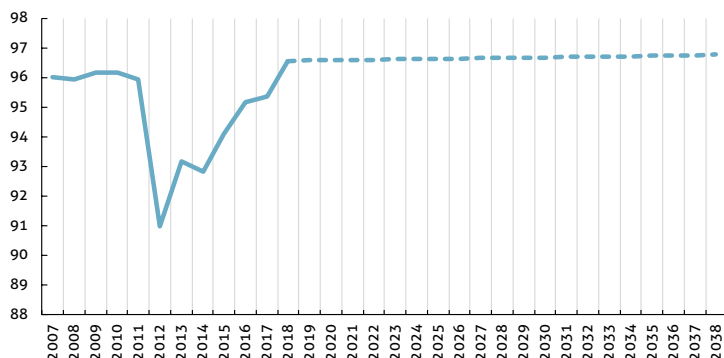
k) Consumo de electricidad (Kwats per cápita)



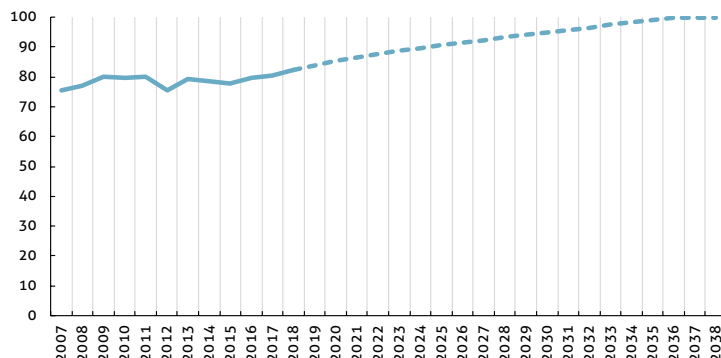
l) Tierra irrigada (hectáreas)



g) Matrícula primaria (% de la población matriculada en la edad relevante)



h) Matrícula secundaria (% de la población matriculada en la edad relevante)



Fuente: WDI (2019), FMI (2019).

Elaboración propia.

Se observa que casi todos los modelos predicen un incremento en la demanda de infraestructura. Solo en el caso del sector ferrocarriles (Gráfico 38.j) el modelo predice una reducción, puesto que se trata de un indicador, en primer lugar, con muy poca variabilidad, y, en segundo lugar, que experimentó una caída sustancial en el año 2011. Esto causa que el modelo, como se vio en los resultados econométricos, genere una tendencia a la baja ante un aumento del PBI. Por consiguiente, no es posible proyectar cuántos kilómetros más se necesitarían en respuesta a dicha variable.

Respecto de los otros sectores, en agua y saneamiento el modelo econométrico proponía una relación positiva con la población, aunque no significativa (Gráfico 38.a). El aumento predicho se debe principalmente a la parte autorregresiva, por lo cual se continúa una tendencia más rápida en agua (como se ve en los años anteriores a la proyección), llegando al 100% inclusive, y más lenta en saneamiento (Gráfico 38b). En los sectores de telecomunicaciones, el modelo de suscripciones de internet es mucho mejor en términos estadísticos, con lo cual se predice un aumento rápido de la serie (Gráfico 38.c). En cambio, el modelo del sector móvil controla la caída visible del año 2016, con lo cual predice una tendencia creciente mucho más lenta (Gráfico 38.d). Algo similar ocurre en el sector educativo con el indicador de matrícula primaria y el año 2012. Estas caídas quitan poder explicativo al componente rezagado, con lo cual existe un menor impacto de la variable en un periodo anterior sobre su valor en el siguiente periodo (Gráfico 38.g).

En el resto de sectores educativos existe una tendencia creciente, y sobresale la matrícula inicial, ya que depende positivamente y con alta significancia estadística tanto de la parte autorregresiva y la población, con lo cual se alcanza el 100% de matrícula rápidamente (Gráficos 38.f y 38.h). Finalmente, en los sectores de transporte (Gráficos 38.i, 38.j, 38.m y 38.n), riego (Gráfico 38.l) y electricidad (Gráfico 38.k) hay una relación positiva con el PBI y PBI per cápita según el caso, y significativa estadísticamente con excepción de las tierras irrigadas. Esto predice una tendencia creciente.

En el cuadro 60, se presenta la brecha vertical de cada sector, a partir de las demandas estimadas, y los precios utilizados en la estimación de la brecha horizontal³⁹. Como se mencionó, no ha sido posible calcular una brecha para el sector ferrocarriles, ya que el modelo predice la continuación de una tendencia negativa. El monto estimado es igual a US\$ 96 mil millones aproximadamente, no muy lejos del monto estimado para la brecha horizontal de infraestructura de acceso básico de largo plazo. Sin embargo, esto se debe principalmente al sector electricidad, el cual aporta con más del 60% de la brecha vertical (US\$ 62.1 mil millones), lo cual se explica por los proyectos de infraestructura de generación y transmisión que el sector energía manifiesta serán materia de desarrollo en el largo plazo, principalmente, por los requerimientos futuros del sector minería.

39. Para el sector electricidad se tomó el costo del estudio de Perrotti y Sánchez (2011).

CUADRO 60. PERÚ, BRECHA VERTICAL SEGÚN TIPO DE INFRAESTRUCTURA 2019-2038 (MILLONES DE US\$)

| Año | Acceso a agua básica | Acceso a saneamiento básico | Acceso a red móvil | Suscripciones de internet | Camas de hospital | Vuelos | Matrícula inicial | Matrícula primaria | Matrícula secundaria | Consumo de electricidad | Tierra irrigada | TEU | Kilómetros de vías férreas | Kilómetros de vías pavimentadas |
|-------|----------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------|---------------------------------|--|----------------------|-------------------------|-----------------|------------|----------------------------|---------------------------------|
| | (% de la población) | | | (por cada 100 habitantes) | | | (% de la población matriculada) | (% de la población matriculada en la edad relevante) | (Kwatts per capita) | (hectáreas) | (unidades) | (unidades) | (unidades) | (unidades) |
| 2019 | 107,97 | 299,71 | 1.050,12 | 104,93 | 111,08 | 34,97 | 431,17 | 1,81 | 297,34 | 3.027,35 | 58 | 25,33 | | 658,43 |
| 2020 | 107,39 | 299,18 | 574,98 | 105,45 | 117,04 | 36,08 | 320,3 | 1,9 | 261,17 | 3.104,98 | 56,86 | 27,95 | | 658,41 |
| 2021 | 106,81 | 298,61 | 325,25 | 105,69 | 118,04 | 36,83 | 195,3 | 1,92 | 234,67 | 3.156,45 | 55,93 | 29,17 | | 658,4 |
| 2022 | 106,22 | 297,97 | 193,84 | 105,75 | 115,11 | 37,03 | 0 | 1,94 | 215,02 | 3.163,29 | 54,93 | 29,34 | | 657,09 |
| 2023 | 105,59 | 297,33 | 124,36 | 105,54 | 112,09 | 36,86 | 0 | 1,94 | 200,08 | 3.140,96 | 53,89 | 29,03 | | 654,61 |
| 2024 | 104,95 | 296,66 | 87,43 | 105,15 | 112,74 | 36,74 | 0 | 1,9 | 188,48 | 3.125,98 | 53,04 | 28,88 | | 652,32 |
| 2025 | 104,34 | 296,03 | 68,07 | 104,8 | 112,77 | 36,66 | 0 | 1,88 | 180,31 | 3.116,22 | 52,34 | 28,81 | | 650,21 |
| 2026 | 103,75 | 295,36 | 57,88 | 104,48 | 112,78 | 36,61 | 0 | 1,88 | 174,52 | 3.109,61 | 51,77 | 28,78 | | 648,27 |
| 2027 | 103,13 | 294,72 | 52,57 | 104,18 | 112,77 | 36,58 | 0 | 1,88 | 170,44 | 3.105,34 | 51,3 | 28,77 | | 646,49 |
| 2028 | 102,54 | 294,09 | 30,72 | 103,92 | 112,77 | 36,55 | 0 | 1,88 | 167,58 | 3.102,58 | 50,92 | 28,76 | | 644,85 |
| 2029 | 101,96 | 293,42 | 0 | 103,69 | 112,77 | 36,54 | 0 | 1,86 | 165,55 | 3.100,64 | 50,6 | 28,76 | | 643,34 |
| 2030 | 101,4 | 292,78 | 0 | 103,48 | 112,77 | 36,52 | 0 | 1,86 | 164,11 | 3.099,41 | 50,35 | 28,75 | | 641,95 |
| 2031 | 100,83 | 292,18 | 0 | 103,28 | 112,77 | 36,52 | 0 | 1,88 | 163,09 | 3.098,54 | 50,14 | 28,75 | | 640,67 |
| 2032 | 100,29 | 291,54 | 0 | 103,11 | 112,77 | 36,51 | 0 | 1,86 | 162,39 | 3.098,03 | 49,97 | 28,75 | | 639,49 |
| 2033 | 99,75 | 290,91 | 0 | 102,96 | 112,77 | 36,51 | 0 | 1,86 | 161,88 | 3.097,68 | 49,83 | 28,75 | | 638,41 |
| 2034 | 2,45 | 290,31 | 0 | 102,82 | 112,77 | 36,51 | 0 | 1,88 | 161,53 | 3.097,40 | 49,71 | 28,75 | | 637,41 |
| 2035 | 0 | 289,67 | 0 | 102,69 | 112,77 | 36,51 | 0 | 1,86 | 161,28 | 3.097,27 | 49,62 | 28,75 | | 636,5 |
| 2036 | 0 | 289,07 | 0 | 102,57 | 112,77 | 36,5 | 0 | 1,86 | 161,12 | 3.097,19 | 49,54 | 28,75 | | 635,65 |
| 2037 | 0 | 288,46 | 0 | 102,47 | 112,77 | 36,5 | 0 | 1,86 | 15,38 | 3.097,12 | 49,48 | 28,75 | | 634,87 |
| 2038 | 0 | 287,86 | 0 | 102,37 | 112,78 | 36,5 | 0 | 1,88 | 0 | 3.097,08 | 49,43 | 28,75 | | 634,16 |
| Total | 1.559,37 | 5.875,86 | 2.565,22 | 2.079,32 | 2.264,92 | 730,03 | 946,77 | 37,65 | 3.405,96 | 62.133,11 | 1.037,61 | 572,37 | | 12.911,55 |
| Total | 96.119,70 | | | | | | | | | | | | | |

Elaboración propia.

7



ANÁLISIS DE CASOS DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA CON RELACIÓN A LAS POTENCIALES GANANCIAS POR EFICIENCIA EN LA GESTIÓN

Hay consenso en que la inversión en infraestructura representa un importante determinante del crecimiento económico, principalmente, por su efecto en la mejora de la productividad del capital, efecto que se intensifica mientras más complementaria es la infraestructura con respecto a la inversión de las empresas (Bonifaz y Urrunaga, 2012)⁴⁰. Por lo tanto, desplegar esfuerzos para invertir en ella apunta a la generación de externalidades que incrementan la eficiencia general de la economía. Como afirma Prud'homme (2005)⁴¹, la infraestructura tiene un efecto parecido al de una disminución de aranceles, porque permite incrementar el tamaño del mercado, y ello genera economías de escala, mayor especialización y aumento del mercado laboral.

Reconocidos los beneficios de la inversión en infraestructura y, además, comprendida la importancia de cerrar brechas de las mismas en sectores cruciales para la población, existen aspectos de planificación y regulación de los proyectos de infraestructura que sugieren problemas de eficiencia (tales como la falta de planificación para implementar proyectos o la presencia de interferencias entre obras de diferentes proyectos), que requieren ser atendidos de manera urgente, con la finalidad que los beneficios esperados de las inversiones en infraestructura sea tangibles para la población, a través de una mayor cobertura y servicios de calidad (Ver Recuadro 1).

40. Bonifaz, J.L. y Urrunaga, R. (2012). "Acortando brechas en la infraestructura pública", En: Cuando despertemos en el 2062. Visiones del Perú en 50 años. Eds. Seminario B., Sanborn, C. y Alva N., Universidad del Pacífico, Lima – Perú.

41. Prud'homme, R. (2005). "Infrastructure and Development", En: Lessons of Experience. Eds. Francois y Boris Pleskovic (Procedente de la 2004 Annual Bank Conference on Development Economics), Washington D.C.: Banco Mundial y Oxford University Press, pp. 153-181.

Recuadro 1.- Planificación y regulación

Perú ha sido uno de los países que ha liderado la participación privada en el desarrollo de la infraestructura en América Latina y el Caribe, mediante las Asociaciones Público – Privadas (APP) principalmente en los sectores energía, transportes y telecomunicaciones. En general, las APP han permitido llevar a cabo cuantiosas inversiones que han incrementado el acceso de la población a los servicios públicos, a la vez que han mostrado significativas mejoras en la gestión de las infraestructuras que han beneficiado a la población con servicios de mejor calidad.

Sin embargo, como lo manifiestan Aguirre y Urrunaga (2018)⁴², en la mayoría de los casos los proyectos de infraestructura han sido concebidos y ejecutados de manera aislada entre sí y con relación a otras políticas e intervenciones públicas, debido a lo cual no se han podido aprovechar todos los beneficios potenciales de las infraestructuras, y se han enfrentado costos adicionales claramente evitables. La falta de coordinación entre los sectores y los niveles de gobierno ha generado diversos inconvenientes, entre los que destacan las interferencias con obras de infraestructura ya existentes o en ejecución, los retrasos en las inversiones por procesos incompletos (o ni siquiera iniciados) de expropiaciones de terreno, la presencia de restos arqueológicos, así como el exceso de trámites burocráticos. Respecto a este último aspecto, algunos gobiernos sub-nacionales no cumplen con lo establecido en la Ley con relación a las licencias, permisos y otros trámites burocráticos contenidos en los Textos Únicos de Procedimientos Administrativos (TUPA)⁴³, generando sobrecostos a las empresas.

Por otro lado, en la década de los 90, varios países de América Latina implementaron sus Sistemas de Inversión Pública (SNIP) con singular éxito. De hecho, en 2010, se creó una red SNIP para ayudar a reforzar el funcionamiento de estos sistemas. La red, apoyada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), incluyó a 16 países.

Si bien los SNIP han sido herramientas exitosas para mejorar la selección de proyectos, el problema es que estos enfocan su metodología en encontrar proyectos viables (con análisis costo-beneficio adecuado), pero no se enfocan en el cierre de brechas de infraestructura. Si bien los malos proyectos son evitados, estos no están alineados necesariamente en un camino para cerrar la brecha de infraestructura. En el caso peruano, el cambio del SNIP al modelo del Invierte.pe, este último basado en el cierre de brechas, ha corregido en parte el problema, pero ha creado otros. La evaluación del cambio metodológico está todavía en proceso.

El problema en el país no es la falta de planificación; de hecho, cada sector analizado en el presente estudio cuenta con su respectivo plan de inversión, e incluso una gran cantidad de

42. Aguirre, J. y Urrunaga, R. (2018). "Infraestructura pública: la planificación subnacional sí importa". Agenda 2018: Temas urgentes para el desarrollo regional y local del Perú, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, agosto.

43. Las municipalidades al contar con autonomía en materias de su competencia, estarían contraviniendo lo dispuesto en la Constitución y ejerciendo facultades en contra de la Ley Orgánica de Municipalidades, al establecer cobros y la exigencia de procedimientos y estudios indebidos.

gobiernos sub-nacionales cuentan con el suyo. El inconveniente principal es la ausencia de un plan nacional de infraestructura, que priorice sectores y proyectos y que guíe las inversiones a largo plazo con intervenciones coordinadas. El hecho positivo es que el gobierno ha venido trabajando en este plan, y está próximo a hacerlo público y ponerlo en práctica, con lo que se espera la ganancia de importantes eficiencias al menos en dos ámbitos: (i) la reducción de costos al evitar la multiplicidad de esfuerzos e intervenciones aisladas, y (ii) la obtención de mayores beneficios para la población al brindarles paquetes de servicios y con menores plazos de ejecución.

De acuerdo a EIU (2019)⁴⁴, 14 de 21 países de la región de América Latina y el Caribe han desarrollado planes nacionales de infraestructura, y Perú no se encuentra entre ellos. Destaca el caso de Chile, cuyo gobierno está desarrollando un plan para las siguientes 4 décadas. En Colombia, si bien el plan de desarrollo es a 4 años, el mismo se apoya en planes sectoriales a largo plazo (por ejemplo, el de transportes es a 20 años). Por su parte, en Uruguay, Honduras, Jamaica y Trinidad y Tobago, los planes van más allá de 2030. Por lo tanto, Perú recién se está nivelando con la región en este aspecto.

Según la misma publicación, Perú se ubicó en el segundo lugar, empatado con Colombia, del índice general del Infrascopio 2019, que mide el entorno para el desarrollo de las APP en 21 países de América Latina y el Caribe. El puntaje alcanzado por el país es de 77 sobre 100, apenas 2 puntos por debajo del líder Chile, lo que indica que alcanza un nivel definido como “desarrollado”, categoría que alcanza 2/3 de los países de la región, siendo el puntaje promedio regional 62.45. El informe destaca que Perú tuvo un desempeño desigual en todas las categorías evaluadas, liderando el índice en clima de inversiones y negocios y en financiación, pero ubicándose apenas en una posición cerca a la mediana en madurez e instituciones y, peor aún, en la mitad inferior en regulaciones (categoría dentro de la cual se considera la existencia o no del plan nacional de infraestructura).

CUADRO 61. Entorno para las APP

| Criterio | Perú | | | Puntaje en la región | | |
|---------------|----------|---------|-------|----------------------|--------|--------|
| | Posición | Puntaje | Nivel | Promedio | Máximo | Mínimo |
| Regulaciones | 13 | 70 | D | 70 | 95 | 16 |
| Instituciones | 9 | 67 | D | 56 | 93 | 0 |
| Madurez | 9 | 81 | M | 72 | 90 | 11 |
| Clima | 1 | 87 | M | 65 | 87 | 3 |
| Financiación | 1 | 79 | D | 49 | 79 | 8 |

D: Desarrollado

M: Maduro

Fuente: The Economist Intelligence Unit (2019)

44. The Economist Intelligence Unit (2019). “Infrascopio 2019: evaluando el entorno para las asociaciones público-privadas en América Latina y el Caribe”. Comisionado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

45. Debe destacarse que este promedio esconde el pobrísimo desempeño de Venezuela, con apenas 8 puntos, por lo que su situación es considerada “naciente”.

En línea con lo anterior, Urrunaga, Bonifaz y Aguirre (2015)⁴⁶ identifican factores que promueven y factores que limitan los procesos de concesiones de infraestructura en Perú. En el primer grupo se encuentran el ambiente macroeconómico; el desarrollo del sistema financiero y del mercado de capitales domésticos, y el acceso a los mercados internacionales, y el marco normativo en el ámbito nacional. Con respecto a los limitantes, mencionan el accionar de los organismos reguladores; la ausencia de entes reguladores y de normativa a nivel regional y local, y la debilidad institucional; las trabas burocráticas; los procesos de expropiaciones y liberaciones de interferencias excesivamente lentos, y el ruido político, entre otros.

Entre los problemas regulatorios identificados están los siguientes: (i) retrasos en las opiniones de los reguladores sobre los proyectos de contratos de concesión y sobre sus adendas, por evaluar prácticamente todo el contrato en lugar de concentrarse en las cláusulas regulatorias, aunque su opinión no es vinculante; (ii) carencia de memoria institucional en cuanto al diseño y la regulación de los contratos, pues no hay contratos estandarizados y las mejoras en los contratos vigentes no se reflejan necesariamente en los nuevos contratos; (iii) la competencia de los organismos reguladores de la infraestructura y los servicios públicos es exclusivamente en el ámbito nacional, por lo que se carece de reguladores/supervisores para los proyectos de infraestructura en el ámbito regional, provincial y distrital, y (iv) debilidad institucional de los gobiernos sub-nacionales para diseñar contratos y, en particular, evaluar y asignar adecuadamente los riesgos de los proyectos de infraestructura en sus ámbitos. Todos estos factores incrementan los costos de desarrollo de los proyectos, lo que limita el número de proyectos que puede ejecutarse.

Las principales mejoras que plantean los estudios citados, y algunas más que también se desprenden del análisis anterior, son las siguientes:

- Reforzamiento del papel y de la autonomía de los organismos reguladores, mediante la determinación de su opinión vinculante en los aspectos regulatorios de los contratos, y aliviando su carga de opinar sobre las cláusulas no regulatorias.
- Creación de una unidad autónoma de administración de contratos para los sectores sin reguladores, así como para los gobiernos regionales y para los gobiernos municipales.
- Estandarización de bases de las licitaciones públicas internacionales y de los contratos de concesión, naturalmente permitiendo las diferenciaciones que correspondan de acuerdo a las peculiaridades de los proyectos de infraestructura.
- Acompañamiento y seguimiento a las APP durante su ejecución, principalmente hasta la fecha de cierre financiero y durante la etapa de construcción inicial, con el fin de facilitar los trámites y sus aprobaciones oportunas, así como prevenir posibles inconvenientes y conflictos. Debe recordarse que una APP no significa para el gobierno desentenderse de sus funciones, y dejar librado a su suerte al operador privado, sino que debe actuar como el socio que es de la concesión, y cuyo fin último es brindar servicios de calidad a la población usuaria de la infraestructura involucrada.

46. Urrunaga, R., Bonifaz, J.L. y Aguirre, J. (2015). "Las concesiones de infraestructura en Perú: Diagnóstico, retos y propuestas". Gremio de Infraestructura, Edificaciones e Ingeniería de la Cámara de Comercio de Lima, noviembre.

-Entrega oportuna de los terrenos saneados y libres de interferencias a los concesionarios. En el caso que se requiera realizar expropiaciones, el Estado debería adquirir al menos una proporción significativa de los terrenos antes de la fase de licitación, lo que se verá facilitado una vez se cuente con el plan nacional de infraestructura.

-Simplificación de trámites administrativos. Una medida concreta al respecto es el establecimiento de un TUPA único para todos los municipios, tal que la transversalidad del mismo establezca reglas uniformes y predecibles para los inversionistas, reduciendo con ello el espacio a la discrecionalidad del funcionario.

-Desarrollo de sistemas de información transversales a nivel nacional, regional y local. Un tema medular es el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial, creado mediante el Decreto Legislativo 1288, que brindará seguridad sobre los derechos de propiedad de los predios cuando las APP impliquen la expropiación de terrenos. Un segundo tema medular es la integración de cobros, tales como un sistema único de recaudación de peajes y un sistema integrado de pasajes urbanos, independientemente que se cuente con diversas empresas concesionarias de carreteras y/o vías urbanas. Otro tema central es la intervención programada y simultánea de las empresas operadoras de servicios públicos, de manera tal que, a excepción de intervenciones de emergencia, los permisos municipales para hacer obras en las ciudades sean otorgados en conjunto a las empresas de agua y saneamiento, de energía y de telecomunicaciones, así como a las constructoras de pistas y veredas, tal que se ahorren costos y se minimicen los efectos perjudiciales sobre los vecinos.

-Énfasis en el planteamiento de paquetes de proyectos, incluso de diversos tipos de infraestructura, especialmente en el ámbito de los gobiernos sub-nacionales. El objetivo es la realización de inversiones conjuntas y de escala suficiente, aprovechando así las bondades de las complementariedades, así como el aseguramiento del financiamiento tanto para los estudios de pre-inversión como para la ejecución de las obras. Esto va de la mano con programas de fortalecimiento de capacidades a funcionarios de las regiones y municipalidades para priorizar proyectos según necesidades.

Analizando algunos sectores específicos, a pesar que el acceso básico a los servicios que en ellos se ofrecen ha mostrado una tendencia creciente en la última década, se hace cada vez más preocupante la manera deficiente como son gestionados dichos servicios. A saber, en el caso particular del sector agua, la provisión del servicio de agua está a cargo de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS), y a pesar del despliegue de inversiones en el sector, el pobre desempeño de las EPS no es más que el reflejo de malas prácticas de gobierno corporativo, operación inadecuada, entre otros problemas. Es decir, el problema en el sector no es de inversión, sino de gestión⁴⁷ (ver Recuadro 2).

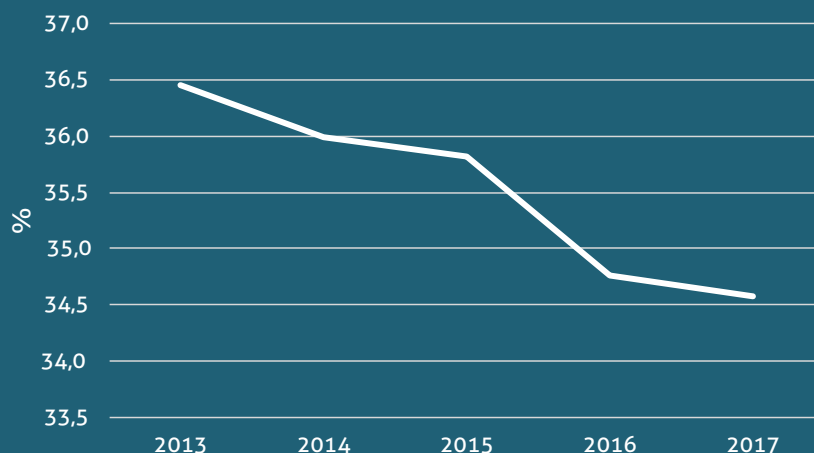
47. Basado en entrevista a Fernando Momiy, Ex – Presidente de la SUNASS, realizada por la revista Semana Económica [disponible en: <https://semanaeconomica.com/article/legal-y-politica/sector-publico/195878-sunass-el-problema-del-agua-no-es-de-inversion-sino-de-gestion/>]

Recuadro 2.- Agua No Facturada

El agua no facturada (ANF) es la diferencia entre la producción medida y entregada a la red de distribución y la facturación del consumo que hacen las empresas prestadoras, indicador que suele expresarse como un porcentaje (proporción del volumen de agua producida que no es facturada)

La información más reciente a nivel nacional indica que el 34.58% del agua potable producida se perdió en el año 2017. A pesar que la tendencia ha sido hacia la reducción del ANF (ver gráfico), el nivel del indicador continúa siendo muy elevado. El problema es aún mayor para el grupo de EPS medianas, cuyo indicador promedio ha venido en aumento durante los últimos 2 años y bordea ya el 50%; en el otro extremo, está el caso de Sedapal, que ha continuado mejorando su indicador hasta llegar a 25.62%.

GRÁFICO 39. Evolución del ANF nacional



Fuente: SUNASS

Según SUNASS (2018)⁴⁸, los motivos de tales pérdidas son las fugas en las redes de distribución (pérdidas físicas o reales)⁴⁹, los errores de facturación (pérdidas aparentes)⁵⁰ y los consumos en la operación de los servicios de agua potable (consumo autorizado no facturado).

En gran medida, las pérdidas físicas y aparentes de agua potable se explican por la gestión inadecuada de las empresas prestadoras. Estas pérdidas generan restricciones en el abastecimiento, que afectan la continuidad (que se encuentra en 18.32 horas/día en promedio nacional) y presión (20.17 metros de columna de agua a nivel nacional), y encarecen los costos del servicio. Asimismo, produce impactos negativos en la salud de la población, en la sostenibilidad del recurso hídrico y en la propia viabilidad financiera de las empresas. Es decir, además de no producir los resultados que requiere la población en el presente y en el futuro, los problemas de gestión de las EPS hacen peligrar su propia subsistencia como operadores.

Respecto a este último aspecto, el indicador de relación de trabajo muestra que 10% de las EPS genera ingresos operacionales que no alcanzan siquiera a cubrir sus gastos operativos; además, el 30% de empresas enfrenta este indicador en el rango de 90% a 100%. El promedio de la relación de trabajo para todas las EPS de 75.5% esconde realidades dramáticas, entre las que destacan Aguas de Tumbes (154.14%) y EPS Moquegua (113.50%).

Con 40% de EPS con serios problemas de financiamiento de sus gastos operativos, se desprende fácilmente la escasa probabilidad del cumplimiento del objetivo de la gestión sostenible del recurso hídrico, en particular de la conformación de fondos destinados a mejorar la infraestructura y asegurar la calidad de las fuentes naturales de agua superficial y subterránea. Al respecto, 28 EPS (56%) no cuentan con mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. De manera similar, los problemas financieros no permiten la conformación de fondos para la gestión de riesgos de desastres; de hecho 47 EPS (94%) no cuentan con este fondo.

48. SUNASS (2018). "Benchmarking regulatorio de las empresas prestadoras (EPS) 2018". Gerencia de Supervisión y Fiscalización, Informe N° 0906-2018-SUNASS-120-F.

49. La densidad de roturas en las redes de agua a nivel nacional aumentó en 2017 a 0.65 roturas por kilómetro de red de agua, cuando en 2016 se había alcanzado 0.52, lo que representa un incremento de 25%; incluso, el indicador ha retrocedido a niveles del año 2014.

50. Si bien la micromedición ha evolucionado favorablemente, el número de conexiones con medidor leído apenas supera levemente el 70% respecto al número de conexiones totales de agua potable, y el 77% respecto a las conexiones activas promedio.

Otro sector de infraestructura en el que la población se perjudica por los elevados costos de transacción (en términos de horas-hombre desperdiciadas) en su desplazamiento diario en las ciudades es el del transporte urbano. De hecho, algunos cálculos sugieren que el costo anual en Lima y Callao por el tráfico llega a un aproximado de S/ 5.542 millones (equivalente a 1,8% del PBI de Lima) (El Comercio 2019)⁵¹.

Y es que, a pesar que se han tomado acciones tales como la implementación de sistemas de tránsito rápido y de metro (ver Recuadro 3), aún persisten políticas públicas implementadas en materia de gestión de transporte y obras que no plantean soluciones para contar con una movilidad sostenible como eje de desarrollo. Como resultado, las ciudades del país exhiben sistemas de transporte de mala calidad, elevada siniestralidad, altos niveles de contaminación, falta de integración tarifaria, infraestructura mal diseñada y deficiente gestión de los flujos viales y peatonales (Alegre, 2016)⁵².

51. Diagnóstico realizado por la Unidad de Análisis Económico de El Comercio. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/peru/costo-anual-trafico-lima-callao-s-5-541-5-millones-noticia-593591>

52. Alegre, M. (2016). "Transporte Urbano: ¿cómo resolver la movilidad en Lima y Callao?", Consorcio de Investigación Económica y Social, Lima – Perú.

Recuadro 3.- Movilidad urbana

Uno de los principales problemas que vienen enfrentando las principales ciudades del país, y Lima Metropolitana en particular, es la movilidad urbana. La falta de infraestructura y de vehículos de transporte público masivo, así como la dispersión de instituciones responsables del tránsito urbano, han determinado cada vez más severas congestiones, contaminaciones ambientales, accidentes e infracciones de tránsito.

Una de las soluciones que se ha venido implementando en Lima Metropolitana, es el sistema de Tránsito Rápido por Autobús (BRT por sus siglas en inglés), denominado Metropolitano, el cual ha generado importantes beneficios, según el BID (2015)⁵³, en términos del aumento de la movilidad, del ahorro en tiempos de viajes y de la reducción de emisiones. De hecho, de los 3 casos analizados en el documento citado, Lima es el que obtuvo el mayor ahorro de tiempo de viaje⁵⁴. Sin embargo, al haberse diseñado como un sistema autosostenible financieramente, el valor del pasaje es más caro que el del transporte público tradicional, por lo que perjudica su uso por parte de la población más pobre principalmente para trayectos cortos. Por otra parte, a pesar de contar el BRT con vehículos y combustibles que redujeron la contaminación en los corredores, el efecto final sobre la contaminación no es claro como consecuencia que la gran mayoría de antiguos buses contaminantes sigue en funcionamiento.

Otra de las soluciones que también se ha venido implementando en la ciudad, aunque naturalmente de manera mucho más lenta, es el sistema de Metro. En 2010 el gobierno aprobó la red básica del metro de Lima Metropolitana y Callao, conformada por 5 líneas con trazados referenciales, a las que se añadió la Línea 6 con la modificación de la red en 2013 (Gráfico 40).

53. BID (2015). Casos de estudio comparativo de tres proyectos de transporte urbano apoyados por el BID. Oficina de Evaluación y Supervisión, RE-454-1, junio.

54. Los otros casos son Cali y Montevideo.

GRÁFICO 40. RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA



A la fecha, sólo está en operación la Línea 1, de 34 Km de extensión, que se basó en el diseño original y en el avance de construcción del denominado Tren Eléctrico del primer gobierno de Alan García (hace aproximadamente 30 años), y cuya concesión principalmente para operación y mantenimiento recién se realizó en 2011, al final del segundo gobierno de García.

Asimismo, en 2014 se otorgó la concesión de la Línea 2 de 35 Km de extensión⁵⁵ (ésta totalmente subterránea, a diferencia de la Línea 1 que es una vía elevada), la que actualmente no llega a una tercera parte de su construcción, pues ha venido enfrentando diversos inconvenientes. Con respecto a las Líneas 3 y 4, Proinversión recibió el encargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para realizar los estudios y los procesos licitatorios; sin embargo, en 2018 el MTC retiró ambos proyectos de Proinversión con estudios avanzados, y, a la fecha, no se tiene mayor información sobre el estado de los mismos, aunque se ha anunciado que la viabilidad para la construcción de ambas líneas optimizadas se alcanzaría a fin de 2019.

En la actualidad, Lima cuenta apenas con 26 Km de carriles segregados para autobuses BRT y 34 Km de metro en operación, a diferencia de las capitales de otros países de la región, entre las que destaca Santiago de Chile. Santiago cuenta con 7 líneas de metro con una extensión total de 140 Km y que movilizan 2.6 millones de pasajeros diarios. Dado que Santiago tiene una superficie de 867 Km² y una población de 6.1 millones de habitantes, puede decirse que cuenta con una densidad geográfica de 161 metros de vías por cada Km² y con el 42.6% de la población movilizada diariamente; cifras notoriamente superiores a las limeñas, que tiene una densidad geográfica de apenas 12 metros de vías por Km² y el 5.3% de la población movilizada diariamente.

55. En realidad, la extensión de la Línea 2 es de 27 Km, aunque se incluyó en la concesión 8 Km de la futura Línea 4 para conectarse con el aeropuerto.

Por lo tanto, si el objetivo fuese que Lima contase con un sistema de metros con una densidad geográfica similar a la de Santiago de Chile, debería contar con 455 Km de vías de metro. Sin embargo, este cálculo no sería el apropiado, pues no toma en cuenta las diferencias en densidades poblacionales entre ambas ciudades (3,370 habitantes por Km² en Lima versus 7,036 en Santiago), con lo que la demanda de viajes en metro por Km de vía sería mucho menor en Lima que no justificaría una oferta tan extensa. Por ello, ajustando la densidad geográfica por la densidad poblacional, Lima debería contar con 218 Km de vías de metro⁵⁶.

De esta manera, la brecha de vías de metro sería 184 Km, y si se considera que el costo promedio de Km de metro es US\$ 157 millones (según los costos de la Línea 2 del Metro de Lima)⁵⁷, el valor de la brecha sería US\$ 28,888 millones.

Es importante destacar que las estimaciones anteriores no consideran los proyectos de ampliación del metro en Santiago de Chile, los que involucran la extensión de la línea 2 (con ya 18% de avance), la extensión de la línea 3 (con 11% de avance), la extensión de la línea 4, y la construcción de las líneas 8 y 9⁵⁸. La entrada en operación de estas ampliaciones aumentará la brecha calculada.

Como cuestiones positivas más recientes pueden mencionarse, por un lado, el trabajo que se está realizando para contar con el Plan Maestro del Transporte Masivo de Lima y Callao al 2050, y que debería estar listo en agosto de 2020; y, por otro lado, la reciente creación de la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU), que asume las funciones y responsabilidades del transporte hasta hace poco dispersas entre el MTC, las Municipalidades Provinciales de Lima y Callao, Protransporte y la Autoridad Autónoma del Sistema de Transporte Masivo (AATE). La ATU, por tanto, pasará a ser el supervisor de los contratos de concesión de los diferentes servicios de transporte urbano, como las líneas de Metro, el Metropolitano y los corredores viales. Una función muy importante que debe cumplir es la implementación del sistema único de recaudo, que integrará las formas de pago de los diversos sistemas y, con ello, permitirá el uso de un mismo boleto para viajar en todos los medios mencionados.

56. Las 4 primeras líneas de metro suman 131 Km y se estima que las Líneas 5 y 6 agreguen aproximadamente 50 Km, con lo que se tendría un total cercano a 180 Km. Por lo tanto, la cifra de 218 Km calculada en la comparación con Santiago es razonable.

57. Cifra cercana al costo promedio por Km de 8 líneas de metro de América Latina de US\$ 145.8 millones, que incluye también a la Línea 2 de Lima. Ver Pardo, Vicente. "Costos de Inversión en metros de Latinoamérica". Presentación en el V Encuentro Internacional de Metros "Implementación de metros subterráneos"; Metro de Lima y Callao.

58. Ver Medina, Isabel (2019). "Modelos Gestión e Implementación de Proyectos: Metro de Santiago". Presentación en el Foro "Mejores prácticas internacionales para la gestión de un sistema integrado de transporte"; MTC, AATE y BID, marzo.

La suma de las ineficiencias en los distintos sectores de infraestructura conlleva a que, en el agregado, la competitividad del país se rezague respecto de otras economías de la región y del mundo. Uno de los sectores directamente relacionado con aspectos de competitividad del país es sin duda el portuario.

Siendo la logística un elemento crucial de la competitividad, ha sido frecuente que la mayoría de países de América Latina y el Caribe (ALC), debido a su tamaño relativamente pequeño y a su capacidad de compra limitada, hayan impulsado sus exportaciones como estrategia de crecimiento. El impacto de los costos logísticos en la competitividad y la productividad, en la comercialización y la integración, en el precio de los alimentos, la desigualdad y la pobreza, es sustancial. En ALC, los costos logísticos han oscilado entre el 18% y el 35% del valor del producto comparado con aproximadamente el 8% del valor del producto en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Guasch 2011)⁵⁹.

No obstante, para que aquella estrategia tenga éxito, es necesario la presencia de ciertos componentes claves para impedir que los costos logísticos se conviertan en un obstáculo para la productividad y la competitividad (Guasch, 2004)⁶⁰. Explica (Guasch, 2011): "un sistema logístico cuenta con dos subcomponentes. El hardware (caminos, puertos, aeropuertos y red ferroviaria) como infraestructura física necesaria para transportar los bienes de forma eficaz. El software son los servicios y procesos asociados necesarios para transportar y comercializar los productos eficazmente, tales como los trámites y procedimientos aduaneros; las licencias y tarifas; las regulaciones, inspecciones y certificados; el empaquetado; el acceso a instalaciones esenciales; puertos secos y terminales logísticos; el apoyo tecnológico; los operadores multimodales; la disponibilidad de cadenas de frío, centros nodales (hubs) e instalaciones de silos; y agentes consolidados." (ver Recuadro 4).

59. Guasch, J.L. (2011). "Logistics as a Driver for Competitiveness in Latin America and the Caribbean", Inter-American Development Bank, Capital Markets and Financial Institutions Division Discussion Paper No. IDB-DP-193, Washington, D.C., USA.

60. Guasch, J.L. (2004). A Framework for Competitiveness. Washington, DC: World Bank.

Recuadro 4.- Carga portuaria no contenerizada

De acuerdo con la Autoridad Portuaria Nacional (APN)⁶¹, existen 87 terminales portuarios en el país, 29 de uso público y 58 de uso privado. La carga movilizada por todos los puertos durante 2018 superó los 110 millones de toneladas métricas (TM), lo que representó un incremento de casi 6% respecto al año anterior y una tasa de crecimiento promedio anual de 5.7% durante el período 2010-2018.

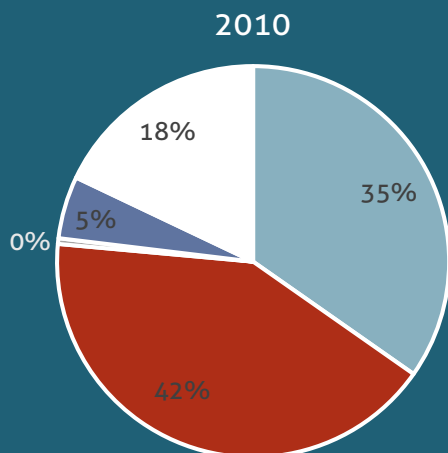
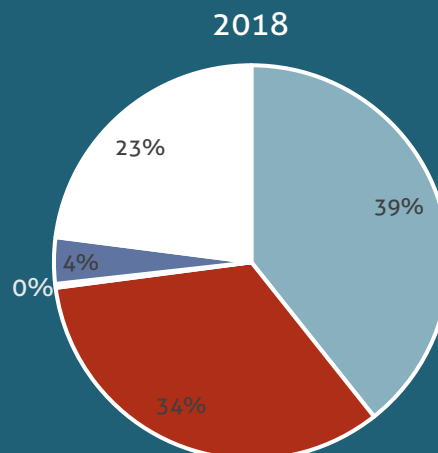
Este importante dinamismo no sólo es reflejo de la evolución de la economía, sino también en gran medida por las grandes inversiones en la construcción de nuevos terminales y en la ampliación y modernización de otros, a raíz de las concesiones de los principales puertos de uso público. Hoy en día ya se cuenta con 8 puertos concesionados, que representan el 46% de la carga movilizada por todos los puertos durante 2018, y el 98% de la carga movilizada por los puertos de uso público. De hecho, la carga total en los puertos de uso público tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 7.0% durante el período 2010-2018, mayor a la correspondiente de la carga de todos los puertos, y la de los puertos concesionados fue incluso un poco mayor, 7.3%.

La concesión de los puertos ha mejorado significativamente la infraestructura y equipamiento portuarios, lo que ha redundado en incrementos notorios en capacidades y eficiencias productivas, así como en seguridad de instalaciones, de carga y de personas, y en sostenibilidad ambiental. Hasta hace casi 10 años, no podían ingresar al Callao (principal puerto del país y de la costa oeste sudamericana) embarcaciones de última generación, debido a que el puerto no contaba con la profundidad necesaria, los muelles eran muy pequeños y enfrentaban mucha congestión, y no contaban con grúas pórtico (ni siquiera grúas móviles) para la carga y descarga de contenedores. Asimismo, hasta hace casi 5 años, el daño ambiental que causaba la carga de minerales en el mismo puerto (y en los alrededores) era muy grande, pues el transporte era mediante camiones que dejaban la carga en la loza de los muelles. Sin embargo, a partir de la concesión del Muelle Sur, primero, y del Muelle Norte, después, así como del Muelle de Minerales, la configuración del puerto ha cambiado de manera radical, tanto en productividad como en términos ambientales⁶².

La carga de los puertos se suele clasificar en 5 categorías: contenerizada, fraccionada, granel sólido, granel líquido y rodante. En los siguientes gráficos puede apreciarse la importancia relativa de cada tipo de carga al inicio y al fin del período de análisis, para el volumen de TM movilizado por todos los puertos.

61. Ver <https://www.apn.gob.pe/site/instalaciones-portuarias.aspx>

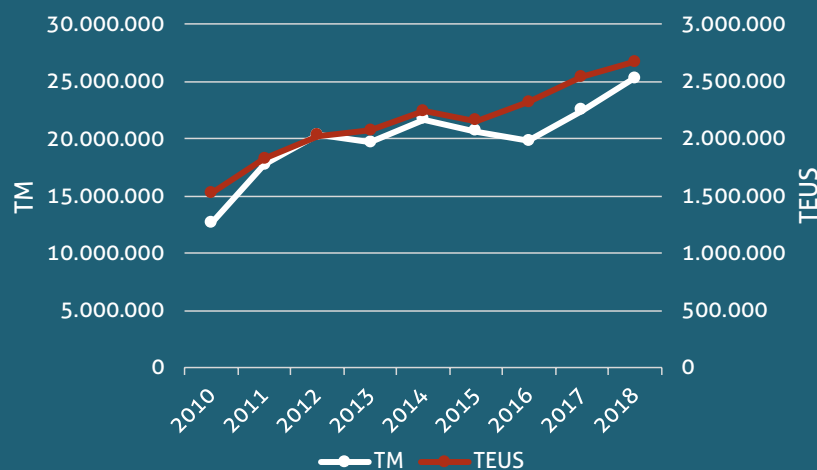
62. Poco antes de las concesiones portuarias mencionadas, el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP) realizó una estimación de los sobrecostos por la falta de infraestructura de servicios públicos. En el caso de los puertos, el cálculo arrojó una cifra de US\$ 154 millones, siendo US\$ 128 millones sólo en el caso del Callao. La mayoría de los sobrecostos se explicó por demoras excesivas para que las naves sean atendidas: (i) la espera de las embarcaciones en rada (38% del total de sobrecostos), y (ii) la permanencia de las embarcaciones en rada (23%); así como por la menor capacidad de naves que podían ser atendidas (20%). Debido a las dos primeras APP mencionadas en el Callao, al menos estos sobrecostos han desaparecido. Adicionalmente, el estudio mencionó el severo problema de contaminación que afectaba la salud de la población, principalmente a partir del manipuleo del mineral de plomo, a pesar de existir entonces un marco legal y regulatorio que obligaba a la empresa pública que administraba el puerto (ENAPU) a tomar acciones, lo que nunca hizo. La tercera APP mencionada en el Callao logró erradicar este problema ambiental. Ver CIUP (2005). "Sobrecostos para los peruanos por la falta de infraestructura". Estudio elaborado por encargo de la Asociación de Empresas Privadas de Servicios Públicos (Adepsep).

GRÁFICO 41. Distribución de carga en todos los puertos - 2010**GRÁFICO 42.** Distribución de carga en todos los puertos - 2018

■ Granel sólido ■ Granel líquido ■ Rodante ■ Fraccionada ■ Contenedores

Fuente: APN

Si bien la carga contenerizada ha aumentado de manera importante su participación como producto de haber enfrentado la mayor tasa de crecimiento promedio anual (9.1%) (ver su trayectoria en el siguiente gráfico), continúa ocupando la tercera posición, por debajo de la carga a granel sólida y a granel líquida. Al respecto, es importante mencionar que la carga de los terminales de uso privado, que representa el 53% del total de la carga, es casi exclusivamente a granel: (i) sólida, principalmente en el caso de los concentrados de minerales y, en menor medida, harina de pescado; y (ii) líquida, principalmente en hidrocarburos y gas.

GRÁFICO 43. Evolución de carga contenerizada

Fuente: APN

En cambio, en el caso de los puertos de uso público, esta situación es muy distinta, como puede apreciarse en los siguientes gráficos. Si bien se parte de un empate entre la carga contenerizada y la carga a granel sólida en 2010, el primer tipo de carga se despunta luego como producto de su mayor tasa de crecimiento promedio anual (9.2% versus 6.0%)⁶³. Aquí se muestra más claramente el proceso de contenerización que se ha seguido experimentando en la carga portuaria en el país, como producto de las mejoras en la infraestructura a raíz de las concesiones.

GRÁFICO 44. Distribución de carga en puertos de uso público - 2010

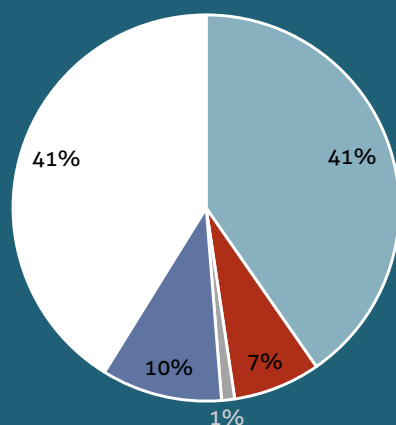
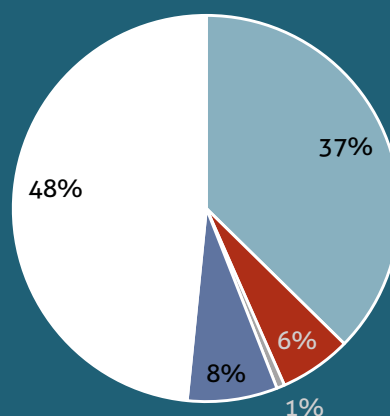


GRÁFICO 45. Distribución de carga en puertos de uso público - 2018



■ Granel sólido ■ Granel líquido ■ Rodante ■ Fraccionada ■ Contenedores

Fuente: APN

Como se muestra en el documento principal, la brecha de infraestructura portuaria en términos de carga contenerizada es actualmente muy pequeña⁶⁴, lo que se explica por el desarrollo de las APP en este sector. En tal sentido, resulta favorable el proceso de mayor contenerización de la carga, pues los terminales que la movilizan cuentan con contratos de concesión a largo plazo con cláusulas que gatillan la ampliación de la oferta en función al crecimiento de la demanda. Esto indicaría que la brecha de infraestructura continuaría reduciéndose en los siguientes años, hasta eventualmente desaparecer.

La pregunta es sobre la situación de los demás tipos de carga portuaria. Respecto a la carga fraccionada la respuesta es relativamente sencilla, pues al tratarse de la categoría que más fácilmente puede incorporarse en contenedores, la infraestructura relevante es la de esta última categoría, por lo que, en función a lo comentado en el párrafo previo, seguirá reduciendo su importancia relativa.

63. De hecho, la carga contenerizada es la única categoría que ha crecido a un ritmo superior al de la carga total.

64. Apenas representa 1.4% de la brecha total de acceso básico estimada.

Respecto a la carga a granel sólida, lo referido a la harina de pescado *premium* ha venido experimentando un proceso de contenerización, que debería continuar. Con respecto a la carga de concentrados de minerales, ésta se ha venido atendiendo de dos maneras durante los últimos años. Por un lado, con la construcción y operación de terminales de uso privado (ya sea de propiedad de las propias empresas mineras grandes, o de terceros con contratos de largo plazo), con todos los requerimientos de infraestructura y equipamiento para no restar competitividad a las exportaciones. Por otro lado, con la utilización de puertos de uso público ya concesionados (principalmente Callao y Matarani), para lo cual los operadores portuarios han realizado importantes inversiones, que además de considerar cuestiones de productividad han incorporado mejoras ambientales (por ejemplo, fajas transportadoras herméticamente cerradas). En este sentido, no parecería existir una brecha de infraestructura para la principal carga granel sólida.

Con relación a la carga a granel líquida, no se considera que exista una brecha de infraestructura para el caso del gas, pues los terminales portuarios de uso privado son especializados en dicha carga y de relativamente reciente construcción. Respecto a hidrocarburos, las empresas privadas operadoras de puertos especializados en este tipo de carga han venido realizando las inversiones correspondientes. Quizás las únicas brechas podrían encontrarse en los terminales de propiedad de Petroperú, aunque no se cuenta con información que permita su cálculo.

En la práctica, más que enfrentar una brecha de infraestructura portuaria importante, el problema del sector se encuentra en la cadena logística, debido a que no se ha planificado en términos intermodales ni de *cluster*. Los inconvenientes principales se observan en la congestión en las inmediaciones de los puertos y en el almacenamiento de las mercaderías, principalmente en el caso del Callao, que generan sobrecostos a los usuarios y dueños de la carga. Hace años que se viene discutiendo la creación de un antepuerto con una vía de acceso exclusiva al puerto del Callao; incluso se estuvo trabajando un proyecto de APP en Proinversión, pero finalmente se retiró. Adicionalmente, está pendiente la implementación del sistema de cabotaje marítimo, que desconcentre la carga entre los puertos del litoral.

8



ANÁLISIS DE CASOS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA DEL PAÍS Y DE LOS PASOS PARA LA DESCARBONIZACIÓN

8.1 Resiliencia de la infraestructura al cambio climático

Algunos de los atributos de los activos y redes de infraestructura son las cualidades de ser intensos en capital, de larga vida o duración e interdependientes entre los sectores. Así que las decisiones que se tomen en el presente acerca de su ubicación, diseño y operación, determinarán su resiliencia frente a los efectos del cambio climático (Vallejo y Mullan, 2017)⁶⁵.

Al respecto, el reforzamiento de la resiliencia en la infraestructura es un componente esencial de la adaptación climática, toda vez que la resiliencia climática puede proteger los retornos de las inversiones, apoyar la continuidad de los negocios y satisfacer los requerimientos de índole regulatorio⁶⁶. Como tal, los propietarios de infraestructuras, operadores e inversores, tienen un incentivo para manejar estos riesgos, pero una variedad de barreras puede impedir que lo hagan. Estas barreras incluyen una falta de conciencia o información a corto plazo, e incentivos regulatorios desalineados. Para lidiar con estas barreras la OCDE propone lo siguiente:

- Utilizar proyecciones climáticas y facilitar alianzas entre sectores para comprender mejor y abordar las interdependencias de infraestructura.
- Tener en cuenta los riesgos climáticos al realizar inversiones en el sector público. Revisar la asignación de pasivos y responsabilidades de inversión entre el sector público y privado en Asociaciones Público Privadas (APP) a la luz del cambio climático (Ver Recuadro 5).
- Alinear las políticas de planificación espacial, las normas técnicas nacionales e internacionales y las políticas económicas.
- Elevar el perfil de divulgación del riesgo climático alentando la participación en iniciativas voluntarias.

65. Vallejo, L. y Mullan, M. (2017). "Climate-resilient infrastructure: Getting the policies right", OECD Environment Working Papers, N° 121.

66. Ibid.

Recuadro 5.- Infraestructuras de transporte resiliente en carreteras⁶⁷

Las variaciones en el clima causan frecuentes interrupciones en todos los modos de transporte. Incluso en ausencia de choques naturales extremos, el clima puede interrumpir la carretera o el ferrocarril. En los Estados Unidos, alrededor del 16% de retrasos en los vuelos son causados por relativamente eventos climáticos menores y solo alrededor del 4% por clima extremo. Asimismo, la literatura encuentra que la precipitación aumenta la frecuencia de accidentes de tráfico y aumenta la congestión reduciendo las velocidades del vehículo. En los Estados Unidos, alrededor de 15% atribuye al mal tiempo, la congestión vial.

En la Unión Europea, los costos totales de la influencia de eventos climáticos extremos en el sistema de transporte son aproximadamente 2.5 mil millones de Euros al año. De estos costos, alrededor del 72% se atribuyen a carreteras, 14% para viajes aéreos y 12% al sector ferroviario. El 2% restante está relacionado con transporte marítimo, vías navegables interiores y transporte intermodal de mercancías.

Mirando las próximas cuatro décadas en la Unión Europea y utilizando la misma metodología, se espera que los costos de transporte derivados del clima extremo aumentarían en un 7%. Este análisis encuentra que alrededor del 27% de todos los activos mundiales de carreteras y ferrocarriles están expuestos al menos a un peligro, y alrededor del 7.5% de los activos están expuestos a un evento de inundación cada 100 años. Las redes de carreteras y ferrocarriles están más expuestas a inundaciones superficiales, seguidas de ciclones tropicales, inundaciones de ríos y terremotos. En el caso de terremotos e inundaciones superficiales, los países más ricos con más activos están proporcionalmente más expuestos, pero para las inundaciones fluviales y costeras, los países de altos ingresos tienen menos kilómetros expuestos debido a su mayor protección contra inundaciones.

El total global resultante anual esperado del daño de todos los peligros varía de US\$ 3.1 mil millones a US\$ 22 mil millones, con un Daño Anual Esperado (DAE) de US\$ 14.6 mil millones, dependiendo de varios supuestos sobre costos de construcción y reconstrucción y otras incertidumbres. Considerando solo los países de ingresos medios y bajos, la DAE es de US\$ 8 mil millones en promedio en diferentes escenarios. De todo el daño global, alrededor del 73% es causado por inundaciones superficiales y fluviales, seguidas de inundaciones costeras (16%), terremotos (7%) y ciclones tropicales (4%).

Los resultados son impulsados principalmente por carreteras de la red primaria, que experimentan los daños mayores, y por carreteras terciarias, que representan la mayor longitud acumulada. Sin embargo, las DAE pueden ocultar el hecho que eventos raros causan daños devastadores. Aunque los terremotos representan solo el 7% del total de pérdidas anuales, los terremotos o la licuefacción del suelo puede afectar severamente la funcionalidad de la infraestructura de transporte. Así, caminos y ferrocarriles pueden ser bloqueados por rupturas

67. Banco Mundial (2019). Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Stéphane Hallegatte, Jun Rentschler y Julie Rozenberg. Sustainable Infrastructure Series.

de fallas, edificios colapsados o deslizamientos de tierra. Los túneles pueden colapsar y los terraplenes pueden ser desplazados por licuefacción del suelo; y los puentes pueden colapsar o se vuelven inestables.

Aplicación al caso peruano: carreteras

El impacto de los desastres naturales depende de dónde ocurren. Por ejemplo, su impacto es exacerbado si la carretera es crítica para un sector económico, para una comunidad, o para toda la red. También empeora si la carretera no tiene un buen mantenimiento, si la deforestación hace al terreno propenso a deslizamientos, o si no se implementa una respuesta urgente de manera oportuna para hacer que la carretera esté operativa nuevamente en corto tiempo.

El Banco Mundial propone una metodología para establecer prioridades dentro de la red peruana de carreteras, tomando un alcance a nivel de todo el sistema, y para ayudar a diseñar intervenciones que puedan reducir su vulnerabilidad, dadas las incertidumbres relacionadas con las amenazas y sus impactos. Específicamente, ayuda a responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo podemos identificar las carreteras más cruciales en la red nacional?
2. Dadas las incertidumbres existentes ¿Cómo podemos evaluar la vulnerabilidad de estas carreteras críticas hacia eventos extremos?
3. ¿Cómo podemos elegir entre opciones disponibles ex ante y evaluar su efectividad en relación a intervenciones ex post, para reducir estas vulnerabilidades?

El estudio revela que la interrupción de algunos enlaces puede dar como resultado graves pérdidas económicas para el Perú, y que tales enlaces críticos están expuestos a inundaciones, deslizamientos de tierra y/o marejadas.

En general, las opciones disponibles fueron las siguientes:

- Intervenir en la carretera crítica
- Reconstruir una carretera después de un desastre (opción ex post).
- Realizar un mantenimiento más frecuente.
- Hacer mejoras en la primera mejor carretera, por ejemplo, mediante la adición de túneles, o elevando una carretera.
- Agregar redundancia
- Mejorar una alternativa existente a la primera.
- Construir una nueva carretera.

El documento realiza un análisis económico en profundidad de las opciones disponibles para reducir los costos de interrupción en los tres clústeres: Carretera Panamericana, Carretera Central, y Piura, llegando a las siguientes conclusiones, según el cuadro siguiente:

- Para elegir la mejor opción a implementar, se pueden aplicar varios criterios. Aquí, el criterio elegido es el mínimo de la pérdida máxima en todos los escenarios.
- Nótese que, para los tres clústeres, la opción de no hacer nada y confiar sólo en las intervenciones ex post es la que tiene la pérdida más alta posible, y esta pérdida aumenta a medida que aumenta el tráfico.
- Para el clúster Panamericana y Piura, la “mejor” opción sería una carretera a prueba de inundaciones.
- Si la opción de una carretera a prueba de inundaciones no estuviera disponible para el clúster Panamericana y Piura, la segunda mejor opción sería mejorar el mantenimiento.
- Para el clúster en la Carretera Central, la opción de mejorar sólo las segundas mejores rutas seleccionadas es más rentable que todas las otras intervenciones, y tiene la mínima pérdida en todos los escenarios considerados.
- Al contrario de la opción de actualizar las carreteras alternativas, la opción del túnel sólo es rentable para tasas relativamente bajas de descuento (inferior al 10%) o altas probabilidades de ocurrencia de deslizamientos de tierra. El límite superior de la tasa de descuento sube al 12% si el tráfico aumenta en un 3% por año.

CUADRO 62. PÉRDIDA MÁXIMA PARA DIFERENTES OPCIONES (MILES DE MILLONES DE DÓLARES)

| Carretera | Mantenimiento | Aumento de redundancia | Aumento de redundancia específica | Carretera a prueba de inundaciones | No hacer nada (solo intervención ex post) |
|--------------|---------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| Panamericana | 2,1 | 5,4 | 2,5 | 1,9 | 7,4 |
| Piura | 0,5 | 0,82 | 0,64 | 0,04 | 4,8 |
| Central | 0,37 | 0,55 | 0,037 | 0,32 | 4,5 |

Fuente: Banco Mundial 2006

8.2 Pasos para la descarbonización

Se dice que las metas globales en temperatura del Acuerdo de París no podrán ser alcanzadas sin masivas nuevas inversiones en sistemas de energía, ya que los actuales sistemas son responsables de más del 70% de las emisiones de dióxido de carbono. Asimismo, son pocos los sectores (energía, transporte, agua y residuos) que tienen el mayor potencial para hacer inversiones para descarbonización de alto impacto. Por lo tanto, es esencial la creación de entornos favorables para que los países inviertan fuertemente para lograr transformaciones sistémicas en dichos sectores para cumplir por lo menos con -2° C, objetivo del Acuerdo de París ante el crecimiento de poblaciones urbanas de aproximadamente 1,4 millones por semana (Gómez, 2018).

Es así que el Banco Mundial plantea algunas medidas que ayuden a reducir las emisiones (Fay et al, 2015)⁶⁸:

- Reducir para el año 2050 la intensidad del carbono en la producción global de electricidad hasta alcanzar prácticamente cero emisiones.
- Sustituir las energías fósiles por electricidad producida mediante tecnologías bajas en carbono y renovables. Reducirá drásticamente las emisiones de los gases de efecto invernadero en aquellos sectores intensivos en gasto energético como el transporte, los edificios y la industria. (Ver Recuadro 6)
- Incrementar la eficiencia energética de manera radical, que provocará una reducción adicional de las emisiones, facilitará la electrificación y generará ahorros en la factura energética. (Ver recuadro 6)
- Gestionar el campo y los ecosistemas de una manera más racional, que podrá incrementar su capacidad para actuar como sumidero natural del exceso de CO₂

68. Fay, M., Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozemberg, J., Narloch, U. and Kerr, T. (2015). Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future, Washington, DC: World Bank.

Recuadro 6.- Energías limpias y eficiencia en la gestión

1. Energías limpias

En los próximos 15 años, las necesidades de inversión de capital para el sector eléctrico en los países de ingresos bajos y medios (LMIC) podría costar entre el 0.9% y el 3% del producto interno bruto (PIB) anualmente, dependiendo del nivel deseado y la calidad de servicio y las tecnologías implementadas.

Se debe tener en cuenta que el cambio climático no lleva necesariamente a mayores costos de inversión. Un sector energético bajo en emisiones puede lograrse a través de tres palancas, cada una con diferentes impactos en el costo: (i) tecnologías bajas en carbono, (ii) gestión de la demanda, y (iii) la jubilación anticipada de las centrales eléctricas de combustibles fósiles.

El mejor escenario es invertir ahora en energía renovable y eficiencia energética y buscar un aumento gradual del acceso a la electricidad en las zonas más pobres. Esto costaría alrededor del 2.2% del PIB anualmente y asegurar que los LMIC se mantengan en el camino para lograr un sector con una energía descarbonizada en 2050.

La clave está en la planificación y las políticas que acompañan a las inversiones. Para mantener los costos bajos, los países tendrán que (a) dirigir todas las inversiones en electricidad hacia energías renovables y mejorar su eficiencia energética; (b) tener un plan de ciudades compactas organizadas alrededor del transporte público, modos no motorizados y compartidos y movilidad eléctrica; y (c) asegurarse de que sus sistemas ferroviarios sean confiables y atractivos para pasajeros y carga. Solo con estas acciones, puede ser que los países estén en el camino correcto para la descarbonización completa para la segunda mitad del siglo.

En el sector de la energía, los LMIC pueden avanzar hacia una energía libre de CO₂ y alcanzar el acceso universal a la electricidad invirtiendo un promedio del 2.2% del PIB al año para 2030. Este objetivo se puede lograr con inversiones en minigridas solares y microrredes en áreas rurales y una inversión temprana en electricidad renovable para evitar tener que desechar activos más adelante.

Los costos se pueden reducir aún más (posiblemente tan bajos como 1% del PIB de los LMIC por año, en promedio) si los países invierten en eficiencia energética y gestión de la demanda. A la inversa, si los países continúan invirtiendo en combustibles fósiles hasta el 2025, antes de que desmonten sus activos de carbón al 2030 o si no logran manejar una demanda creciente de electricidad, un sistema de energía descarbonizado costaría mucho más, posiblemente hasta el 3% del PIB por año para nuevas inversiones.

Inversión en energías renovables: caso peruano

Mediante Decreto Legislativo N° 1002, a partir del año 2008, se obligó al sistema eléctrico a incorporar un porcentaje de la producción de energía eléctrica mediante recursos de energía renovable (RER), cuya participación máxima en la generación total de energía se determina cada cinco años. Para ello, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) define cupos de las cantidades deseadas de energía por tipo de tecnología (solar, eólica, entre otras), realizando subastas de contratos de largo plazo para fuentes determinadas de energía renovable, por lo menos una vez cada dos años.

Las fuentes de energía renovable participan en el Mercado Spot, y de obtener menores ingresos que los estipulados en el contrato de adjudicación producto de un costo marginal que se encuentre por debajo del ingreso estimado, el proyecto recuperará esta diferencia a través de un recargo aplicado a las tarifas de transmisión, el cual es asumido por los usuarios finales.

Respecto a las generadoras RER, es importante señalar que, como resultado de las cuatro subastas efectuadas, han sido otorgados 64 proyectos, los mismos que representan 1,257 MW de capacidad. Las subastas tienen cantidades definidas para cada una de las tecnologías solicitadas, dentro de las que destacan las centrales que operan en base a recursos hidráulicos y biomasa - bagazo, los cuales representan el 42.2% y 33.2% de la generación RER a marzo de 2018.

En este contexto, es importante mencionar que, geográficamente, el sur del país es una fuente importante de energía renovable, destacando la puesta en marcha de la central solar Rubí en Moquegua, la misma que se consolida como la planta solar más grande del Perú y cuenta con más de medio millón de paneles en 95 hectáreas. Por su parte, el norte cuenta con Cupisnique y Talara, las centrales eólicas más grandes a nivel local; asimismo, la biomasa representa un importante potencial de uso en esta zona del país, producto del bagazo de caña, cascarilla de arroz y residuos hidrobiológicos presentes en los bosques secos.

En el 2018, la máxima demanda observada fue atendida principalmente por las centrales hidroeléctricas (64.5%), seguida de las centrales térmicas (29.2%) y las generadoras RER (6.3%). Destaca la mayor participación de las generadoras hidroeléctricas (+6.9%)

y RER (+54.2%), pese a que la última aún representa un porcentaje muy pequeño de la generación total. En contraste, se observó una menor participación de las centrales termoeléctricas (-15.0%) a la fecha de corte.

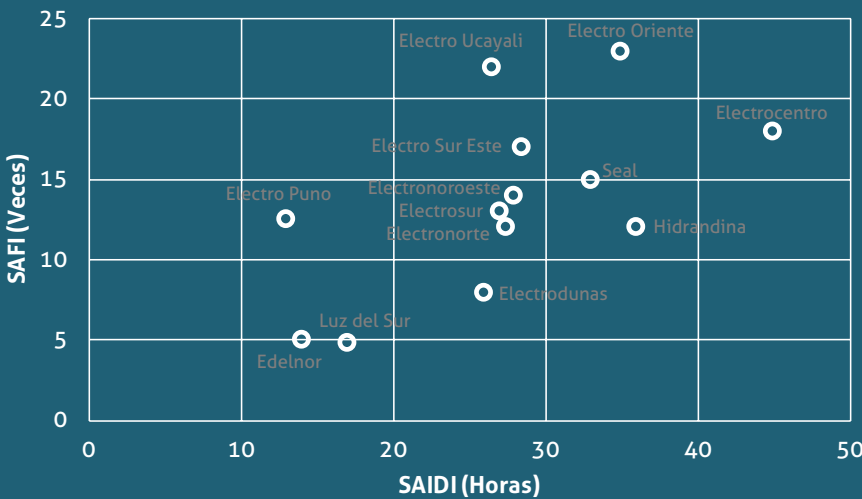
Las generadoras RER aún no producen una cantidad significativa de la energía del mercado; sin embargo, el Gobierno ha manifestado su interés en promover su participación, lo cual ayudaría a su vez a elevar la cobertura de electrificación rural.

2. Eficiencia en la gestión: pérdidas en el caso peruano

En el caso peruano, existe el Plan de Inversiones de Transmisión de las Empresas de Transmisión Eléctrica. En estos planes, se aprecia que los niveles de inversión son bajos en referencia a inversiones de ampliación y de reposición de activos que tienen, en algunos casos, más de 50 años de vida útil. La escasez en las inversiones, tiene un efecto que se va apreciando en el tiempo. Así, los indicadores de calidad, eficiencia y continuidad del servicio se van deteriorando; siendo este un proceso que no podrá ser revertido en el esquema actual de inversiones.

En el gráfico 46, se muestran los valores de los indicadores SAIFI (frecuencia promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico) y SAIDI (duración promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico) para el 2017.

GRÁFICO 46. DISPERSIÓN DE LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI 2017



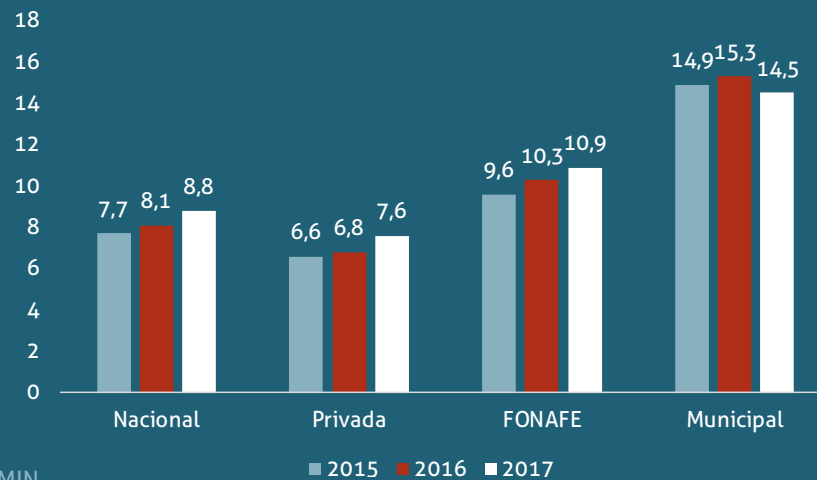
Fuente: OSINERGMIN.

Se puede apreciar que las empresas de distribución privadas Edelnor (ahora ENEL) y Luz del Sur que sirven a Lima Metropolitana, tienen una menor cantidad de interrupciones del servicio respecto de las empresas públicas. Asimismo, estas empresas presentan los menores tiempos para que el servicio regrese a la normalidad. Esta es una de las consecuencias de las limitaciones de la inversión en las otras empresas de distribución, en su mayoría estatales.

En el gráfico 47, se analiza otro indicador importante: las pérdidas de energía. Este indicador muestra que a mayores niveles de pérdidas que las técnicamente justificables, se tendrá un costo de energía mayor, por lo que se necesitará mayor generación para el mismo consumo

de energía. Esto encarece no solamente la energía del lugar donde ocurren las pérdidas, sino que, el conjunto de los consumidores a nivel nacional paga la cuenta de las pérdidas no justificadas.

GRÁFICO 47. PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE PROPIEDAD 2015-2017 (PORCENTAJE)



Fuente: OSINERGMIN.

En este caso también sucede que las empresas que tienen mayores pérdidas son las empresas estatales (FONAFE) y Municipales. Se requiere, entonces, una mayor inversión en las empresas públicas y una mejora en su gestión para lograr una mayor eficiencia.

Si esta inversión eficiente se realiza en una línea de transmisión o distribución que tiene pérdidas más altas que las técnicas, se estará reduciendo la demanda y adquisición de energía. Esta menor demanda produce ahorros a la empresa distribuidora, pero también tiene un impacto que repercute en todo el sistema eléctrico, pues disminuye el costo marginal que pagan todos los consumidores. Todo esto genera eficiencia en el sistema que se traduce en una menor tarifa al usuario.

BIBLIOGRAFÍA



AFIN – EGP (2015). Plan Nacional de Infraestructura 2016 – 2025.

Aguirre, J. y Urrunaga, R. (2018). Infraestructura pública: la planificación subnacional sí importa. Agenda 2018: Temas urgentes para el desarrollo regional y local del Perú, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, agosto.

Alegre, M. (2016). Transporte Urbano: ¿cómo resolver la movilidad en Lima y Callao?, Consorcio de Investigación Económica y Social, Lima – Perú.

Banco Interamericano de Desarrollo; Comisión Económica para América Latina y el Caribe; Corporación Andina de Fomento (2017). Infralatam: datos de inversión en infraestructura América Latina. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo. Sector de Infraestructura y Energía.

Banco Mundial (2019). Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Stéphane Hallegatte, Jun Rentschler y Julie Rozenberg. Sustainable Infrastructure Series.

BID (2015). Casos de estudio comparativo de tres proyectos de transporte urbano apoyados por el BID. Oficina de Evaluación y Supervisión, RE-454-1, junio.

Bonifaz, J.L. y Urrunaga, R. (2012). Acortando brechas en la infraestructura pública. En: Cuando despertemos en el 2062. Visiones del Perú en 50 años. Eds. Seminario B., Sanborn, C. y Alva N., Universidad del Pacífico, Lima – Perú.

Cerra, V., A. Cuevas., C. Goes., I. Karpowicz., T. Matheson., I. Samake., S. Vtyurina (2016). Highways to Heaven: Infrastructure determinants and Trends in Latin America and the Caribbean. IMF Working Paper WP/16/185

Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú (DGAC). Estadística de pasajeros 2019. Obtenido de: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/aeronautica_civil/estadistica/pasajeros.html.

Fay, M., & Yepes, T. (2003). Investing in Infrastructure: What is needed from 2000 to 2010? Policy Research

Fay, M., Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozemberg, J., Narloch, U. and Kerr, T. (2015). Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future, Washington, DC: World Bank.

GIZ (2016). Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao: propuesta conceptual. Lima: GIZ, MTC.

Guasch, J.L. (2004). A Framework for Competitiveness. Washington, DC: World Bank.

Guasch, J.L. (2011). Logistics as a Driver for Competitiveness in Latin America and the Caribbean”, Inter-American Development Bank, Capital Markets and Financial Institutions Division Discussion Paper No. IDB-DP-193, Washington, D.C., USA.

Ministerio de Educación (2017). Desarrollo y Política de infraestructura y espacios educativo. Obtenido de: <https://www.pronied.gob.pe/wp-content/uploads/PRESENTACION-DIRECTOR-PRONIED-EN-CONGRESO-DICIEMBRE-2017.pdf>.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2019a). Red Vial Existente del Sistema Nacional de Carreteras, según Superficie de Rodadura: 1990-2018. Obtenido de: https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/files/cuadros/Transportes_Carretero_1_1.xlsx

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2019b). Infraestructura Ferroviaria por Empresa, Tramo y Longitud, según Régimen de Propiedad: 2010-2018. Obtenido de: https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/files/cuadros/Transportes_Ferrovioario_1_1.xlsx

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2019c). Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao:2018. Obtenido de: https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/files/mapas/transportes/infraestructura/02_ferrovioaria/sistema_electrico_transporte_masivo_2018.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). Plan Nacional de Saneamiento 2017 – 2021.

OSITRAN (2018a). Reporte Estadístico - Aeropuertos (Noviembre - Diciembre 2018). Obtenido de: https://www.ositran.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/REPORTE_ESTADIST_GSF_AERO_NOV-DIC2018.pdf

OSITRAN (2018b). Reporte Estadístico - Puertos (Noviembre - Diciembre 2018). Obtenido de: https://www.ositran.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/REPORTE_ESTADIST_GSF_PUERT_NOV-DIC2018.pdf

Perrotti, D., & Sánchez, R. (2011). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.

ProInversión (2019). Cartera de Proyectos 2018-2021. Obtenido de: https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/PPT_CARTERA_Y_PROYECTOS/2019/Presentacion_Portafolio_29Enero.pdf.

Protransporte (2019). Obtenido de: <http://www.metropolitano.com.pe/conocen/sistema/>.

Prud'homme, R. (2005). Infrastructure and Development. En: Lessons of Experience. Eds. Francois y Boris Pleskovic (Procedente de la 2004 Annual Bank Conference on Development Economics), Washington D.C.: Banco Mundial y Oxford University Press, pp. 153-181.

- PTP (2015). Infrastructure Projects in Peru: 2015 – 2017, editado por Peru Top Publications.
- RM N°153-2017-MINEDU. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 6 de marzo de 2017.
- RM N°263-2017-Vivienda. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 10 de julio de 2017.
- SUNASS (2018). Benchmarking regulatorio de las empresas prestadoras (EPS) 2018. Gerencia de Supervisión y Fiscalización, Informe N° 0906-2018-SUNASS-120-F.
- The Economist Intelligence Unit (2019). Infrascopio 2019: evaluando el entorno para las asociaciones público-privadas en América Latina y el Caribe. Comisionado por el Banco Interamericano de Desarrollo.
- United Nations (2016). Water and Sanitation - United Nations Sustainable Development Goals. Obtenido de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>.
- Urrunaga, R., Bonifaz, J.L. y Aguirre, J. (2015). Las concesiones de infraestructura en Perú: Diagnóstico, retos y propuestas. Gremio de Infraestructura, Edificaciones e Ingeniería de la Cámara de Comercio de Lima, noviembre.
- Vallejo, L. y Mullan, M. (2017). Climate-resilient infrastructure: Getting the policies right, OECD Environment Working Papers, N° 121.
- World Economic Forum (2018) The Global Competitiveness Report 2018-2019.

ANEXOS

ANEXO 1- DIFERENCIAS ENTRE ESTUDIOS DE BRECHA DE INFRAESTRUCTURA

| Estudio previo (AFIN-EGP, 2015) | Estudio Actual (EGP, 2019) |
|--|--|
| Base de datos proveniente, principalmente, del WDI (2010 – 2013). | 5 fuentes de datos: (i) World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial ^[1] ; (iii) The World Factbook CIA (CIA) ^[2] ; (iii) International Trade Center (Trademap) ^[3] ; (iv) The International Telecommunication Union (ITU), y, (v) los ministerios de cada sector: Vivienda, Construcción y Saneamiento (VIVIENDA), Energía y Minas (MINEM), Transportes y Comunicaciones (MTC), Educación (MINEDU), Salud (MINSA), y, Agricultura y Riego (MINAGRI). |
| Grupos de países para benchmark comparativo: Alianza del Pacífico, Países Asiáticos y OCDE. | (i) un grupo de control (GC) con países propuesto por el BID, que tienen cierta similitud al Perú en PBI per cápita y densidad poblacional, principalmente (Turquía, Malasia, Argentina, Sudáfrica, Argelia, Perú y Colombia); (ii) los países de la Alianza del Pacífico (AP), excluyendo a Perú (Chile, Colombia y México); (iii) países de Ingresos Medios Altos (IMA) e Ingresos Altos Bajos (IAB), este último sólo con países reportando PBI per cápita inferior a US\$ 20,578 (ajustado por poder de paridad de compra); (iv) cuarto cuartil (Q4) de países IMA; (v) primer cuartil (Q1) de Países Asiáticos (PA) (conformado por China, Indonesia, Japón, República de Corea, Malasia, Filipinas, Singapur, Tailandia y Vietnam); (vi) mediana (Q1 + Q2) de PA; (vii) Q1 de países OCDE; y, (viii) Q1 + Q2 de países OCDE. |
| Cálculo de brecha horizontal de acceso a 10 años (2016 – 2025). | Cálculo de brecha de acceso básico y de calidad a 20 años (2019 – 2038). |
| Estimación econométrica de brecha horizontal de corto plazo (5 años) 2015 – 2019: corte transversal. | Estimación econométrica de brecha horizontal de corto plazo (5 años) 2019 – 2023: panel data. |
| Costos unitarios y valores base consultados con sector privado (AFIN) y estudio de Perroti y Sánchez (2011). | Costos unitarios y valores base consultados con ministerios (VIVIENDA, MINEM, MTC, MINEDU, MINSA, y MINAGRI). |

69. Disponible en: <https://databank.worldbank.org/data/source/world-development-indicators>

70. Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>

71. Disponible en: <https://www.trademap.org/Index.aspx?lang=es>

ANEXO 2 PROPUESTA METODOLÓGICA DE FAY Y YEPES (2003) PARA LA ESTIMACIÓN DE LA BRECHA VERTICAL EN INFRAESTRUCTURA

La metodología de Fay y Yepes (2003) estima la demanda de infraestructura tanto como bienes de consumo de los agentes económicos, así como insumos de la función de producción de la economía. Por el lado del consumo, estos autores toman en consideración a las demandas de infraestructura (I_i) de los individuos (j). Estas serían una función del ingreso de cada individuo (Y_i) y de los precios del servicio (q_I):

$$I_j = f(Y_j, q_I) \quad (1)$$

A partir de la ecuación (1), se puede expresar la demanda en infraestructura en términos *per cápita*. De esta manera, se expresa la demanda en infraestructura *per cápita* en función del ingreso o PBI *per cápita* (donde P es la población total e Y/P es el ingreso o PBI *per cápita*):

$$\frac{I_j}{P} = f\left(\frac{Y_j}{P}, q_1\right) \quad (2)$$

De igual manera, la infraestructura puede ser expresada como insumo dentro de la función de producción de todas las empresas (i) al interior del país. A partir de una especificación de la función de producción tipo Cobb-Douglas (con insumos: trabajo, capital e infraestructura), se puede obtener la condición de primer orden de la maximización de la función de beneficios de cada productor (que establece la condición de equilibrio en donde se produce hasta el punto en donde la productividad marginal de la infraestructura utilizada en la producción es igual al precio real de la infraestructura):

$$K_i^\alpha L_i^\beta \theta I_i^{\theta-1} = \frac{q_I}{w_I} \quad (3)$$

Donde K es el capital físico utilizado en la producción (distinto a la infraestructura); L es la mano de obra utilizada para la producción; I es la infraestructura utilizada en la producción; q_I es el precio de la infraestructura; α , β y θ son las elasticidades de la demanda de los insumos de capital, mano de obra e infraestructura, respectivamente; y w_I es el precio de venta del bien producido por la empresa.

A partir de estas condiciones de primer orden, Yepes y Fay (2003) obtienen la demanda de infraestructura para cada empresa y con ello, se puede agregar la demanda para todas las empresas de la economía. Para este paso, es necesario que se agreguen las demandas a partir de una suma ponderada de las demandas individuales:

$$I = \sum_i I_i = \sum_i \left[\theta \frac{w_i}{q_I} K_i^\alpha L_i^\beta \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (4)$$

Yepes y Fay (2003) destacan que al no haber disponibilidad de información a nivel de empresa para las demandas de infraestructura, es posible considerar al producto agregado como una aproximación de la demanda agregada de infraestructura de las empresas. Así, el peso que se le atribuye dentro de la función de demanda a cada firma dependería de la composición sectorial de la economía. Por tanto, para estimar la demanda de infraestructura para las empresas de un país es necesario analizar la evolución del ingreso agregado y de los ingresos de los distintos sectores productivos (además de la evolución de los precios reales de las distintas infraestructuras y del nivel tecnológico de la economía). De esta manera, la demanda agregada de infraestructura para las empresas estaría dada por la siguiente especificación:

$$I = f\left(Y, \frac{w}{q_I}, Y_{\text{SECT}}, A\right) \quad (5)$$

Donde Y es el producto agregado; w/q es el promedio de los precios reales relativos de infraestructura con respecto al precio de producción, Y_{SECT} representa el ingreso de cada sector o actividad productiva y A el nivel tecnológico.

Así, a partir de las ecuaciones (2) y (5), Yepes y Fay (2003) derivan la especificación total de la demanda de infraestructura (en términos *per cápita*):

$$\frac{I}{P} = f\left(\frac{Y}{P}, \frac{w}{q_I}, Y_{\text{SECT}}, A\right) \quad (6)$$

Esta sería una demanda de stock físico de infraestructura y permitiría la estimación de la brecha vertical en infraestructura (por presiones de demanda). A partir de este desarrollo teórico, estos autores sugieren estimar la siguiente regresión econométrica:

$$I_t^i = \alpha_0 + \alpha_1 I_{t-1}^i + \alpha_2 y_t + \alpha_3 A_t + \alpha_4 M_t + \alpha_5 U_t + \alpha_6 Pob_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

donde todas las variables se expresan en logaritmos naturales. α_0 es la constante del modelo, I_t^i es la demanda o stock de infraestructura i en el periodo t , y_t es el PBI *per cápita* en el periodo t , A_t es la participación de la agricultura en el PBI en el periodo t , M_t es la participación de las manufacturas en el PBI en el periodo t , U_t es el porcentaje de la población en el ámbito urbano en el periodo t , Pob_t es la población en el periodo t y ε_t es el error de estimación del modelo que distribuye normal (media cero y varianza uno).

ANEXO 3 SENSIBILIDAD ESCENARIOS DEL PBI

| Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Escenario base | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FMI (tasa de crecimiento) | 3.90% | 4.00% | 4.00% | 3.90% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% | 3.80% |
| PBI proyectado (millones de US\$) | 233.145 | 242.471 | 252.170 | 262.004 | 271.960 | 282.295 | 293.022 | 304.157 | 315.715 | 327.712 | 340.165 | 353.092 | 366.509 | 380.436 | 394.893 | 409.899 | 425.475 | 441.643 | 458.425 | 475.846 |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 2.36% | 2.27% | 2.18% | 2.10% | 2.02% | 1.95% | 1.88% | 1.81% | 1.74% | 1.68% | 1.62% | 1.56% | 1.50% | 1.45% | 1.39% | 1.34% | 1.29% | 1.25% | 1.20% | 1.16% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 2.60% | 2.50% | 2.40% | 2.31% | 2.23% | 2.15% | 2.07% | 1.99% | 1.92% | 1.85% | 1.78% | 1.72% | 1.65% | 1.59% | 1.53% | 1.48% | 1.42% | 1.37% | 1.32% | 1.27% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 2.13% | 2.04% | 1.97% | 1.89% | 1.82% | 1.76% | 1.69% | 1.63% | 1.57% | 1.51% | 1.46% | 1.40% | 1.35% | 1.30% | 1.26% | 1.21% | 1.16% | 1.12% | 1.08% | 1.04% |
| Escenario conservador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FMI (tasa de crecimiento) | 1.90% | 2.00% | 2.00% | 1.90% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% | 1.80% |
| PBI proyectado (millones de US\$) | 228.657 | 233.230 | 237.895 | 242.415 | 246.778 | 251.220 | 255.742 | 260.346 | 265.032 | 269.803 | 274.659 | 279.603 | 284.636 | 289.759 | 294.975 | 300.384 | 305.689 | 311.192 | 316.793 | 322.496 |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 2.41% | 2.36% | 2.31% | 2.27% | 2.23% | 2.19% | 2.15% | 2.12% | 2.08% | 2.04% | 2.00% | 1.97% | 1.93% | 1.90% | 1.87% | 1.83% | 1.80% | 1.77% | 1.74% | 1.71% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 2.65% | 2.60% | 2.55% | 2.50% | 2.45% | 2.41% | 2.37% | 2.33% | 2.29% | 2.25% | 2.21% | 2.17% | 2.13% | 2.09% | 2.05% | 2.02% | 1.98% | 1.95% | 1.91% | 1.88% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 2.17% | 2.13% | 2.08% | 2.04% | 2.01% | 1.97% | 1.94% | 1.90% | 1.87% | 1.84% | 1.80% | 1.77% | 1.74% | 1.71% | 1.68% | 1.65% | 1.62% | 1.59% | 1.56% | 1.54% |
| Escenario optimista | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FMI (tasa de crecimiento) | 5.90% | 6.00% | 6.00% | 5.90% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% | 5.80% |
| PBI proyectado (millones de US\$) | 237.633 | 251.891 | 267.004 | 282.758 | 299.158 | 316.509 | 334.866 | 354.288 | 374.837 | 396.578 | 419.579 | 443.915 | 469.662 | 496.902 | 525.723 | 556.215 | 588.475 | 622.607 | 658.718 | 696.923 |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 2.32% | 2.19% | 2.06% | 1.95% | 1.84% | 1.74% | 1.64% | 1.55% | 1.47% | 1.39% | 1.31% | 1.24% | 1.17% | 1.11% | 1.05% | 0.99% | 0.94% | 0.88% | 0.84% | 0.79% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 2.55% | 2.40% | 2.27% | 2.14% | 2.02% | 1.91% | 1.81% | 1.71% | 1.62% | 1.53% | 1.44% | 1.36% | 1.29% | 1.22% | 1.15% | 1.09% | 1.03% | 0.97% | 0.92% | 0.87% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 2.09% | 1.97% | 1.86% | 1.75% | 1.66% | 1.57% | 1.48% | 1.40% | 1.32% | 1.25% | 1.18% | 1.12% | 1.06% | 1.00% | 0.94% | 0.89% | 0.84% | 0.80% | 0.75% | 0.71% |

ANEXO 3 SENSIBILIDAD SENSIBILIDAD BENCHMARKS

| Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FMI (tasa de crecimiento) | 3,90% | 4,00% | 4,00% | 3,90% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% | 3,80% |
| PBI proyectado (millones de US\$) | 233.145 | 242.471 | 252.170 | 262.004 | 271.960 | 282.295 | 293.022 | 304.157 | 315.715 | 327.712 | 340.165 | 353.092 | 366.509 | 380.436 | 394.893 | 409.899 | 425.475 | 441.643 | 458.425 | 475.846 |
| BENCHMARK OCDE - Mediana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 6,39% | 6,14% | 5,91% | 5,69% | 5,48% | 5,28% | 5,08% | 4,90% | 4,72% | 4,55% | 4,38% | 4,22% | 4,06% | 3,92% | 3,77% | 3,63% | 3,50% | 3,37% | 3,25% | 3,13% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 7,03% | 6,76% | 6,50% | 6,25% | 6,02% | 5,80% | 5,59% | 5,39% | 5,19% | 5,00% | 4,82% | 4,64% | 4,47% | 4,31% | 4,15% | 4,00% | 3,85% | 3,71% | 3,57% | 3,44% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 5,75% | 5,53% | 5,32% | 5,12% | 4,93% | 4,75% | 4,57% | 4,41% | 4,25% | 4,09% | 3,94% | 3,80% | 3,66% | 3,52% | 3,39% | 3,27% | 3,15% | 3,04% | 2,92% | 2,82% |
| BENCHMARK Países Asiáticos - Mediana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 0,97% | 0,93% | 0,89% | 0,86% | 0,83% | 0,80% | 0,77% | 0,74% | 0,71% | 0,69% | 0,66% | 0,64% | 0,61% | 0,59% | 0,57% | 0,55% | 0,53% | 0,51% | 0,49% | 0,47% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 1,06% | 1,02% | 0,98% | 0,94% | 0,91% | 0,88% | 0,84% | 0,81% | 0,78% | 0,76% | 0,73% | 0,70% | 0,68% | 0,65% | 0,63% | 0,60% | 0,58% | 0,56% | 0,54% | 0,52% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 0,87% | 0,84% | 0,80% | 0,77% | 0,74% | 0,72% | 0,69% | 0,67% | 0,64% | 0,62% | 0,60% | 0,57% | 0,55% | 0,53% | 0,51% | 0,49% | 0,48% | 0,46% | 0,44% | 0,43% |
| BENCHMARK IMA + IAB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 3,53% | 3,40% | 3,27% | 3,14% | 3,03% | 2,92% | 2,81% | 2,71% | 2,61% | 2,51% | 2,42% | 2,33% | 2,25% | 2,16% | 2,09% | 2,01% | 1,94% | 1,86% | 1,80% | 1,73% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 3,89% | 3,74% | 3,59% | 3,46% | 3,33% | 3,21% | 3,09% | 2,98% | 2,87% | 2,76% | 2,66% | 2,57% | 2,47% | 2,38% | 2,29% | 2,21% | 2,13% | 2,05% | 1,98% | 1,90% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 3,18% | 3,06% | 2,94% | 2,83% | 2,73% | 2,63% | 2,53% | 2,44% | 2,35% | 2,26% | 2,18% | 2,10% | 2,02% | 1,95% | 1,88% | 1,81% | 1,74% | 1,68% | 1,62% | 1,56% |
| BENCHMARK Alianza del Pacífico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión para cierre de brecha (% del PBI) | 0,91% | 0,87% | 0,84% | 0,81% | 0,78% | 0,75% | 0,72% | 0,70% | 0,67% | 0,65% | 0,62% | 0,60% | 0,58% | 0,56% | 0,54% | 0,52% | 0,50% | 0,48% | 0,46% | 0,45% |
| Inversión para cierre de brecha con costo +10% (% del PBI) | 1,00% | 0,96% | 0,92% | 0,89% | 0,86% | 0,83% | 0,80% | 0,77% | 0,74% | 0,71% | 0,69% | 0,66% | 0,64% | 0,61% | 0,59% | 0,57% | 0,55% | 0,53% | 0,51% | 0,49% |
| Inversión para cierre de brecha con costo -10% (% del PBI) | 0,82% | 0,79% | 0,76% | 0,73% | 0,70% | 0,68% | 0,65% | 0,63% | 0,60% | 0,58% | 0,56% | 0,54% | 0,52% | 0,50% | 0,48% | 0,47% | 0,45% | 0,43% | 0,42% | 0,40% |



