

LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



Estimación de las necesidades de inversión hasta 2030
para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos
de Desarrollo Sostenible

Juan Pablo Brichetti
Leonardo Mastronardi
María Eugenia Rivas Amiassorho
Tomás Serebrisky
Ben Solís



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

La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe: estimación de las necesidades de inversión hasta 2030 para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible / Juan Pablo Brichetti, Leonardo Mastronardi, María Eugenia Rivas Amiassorho, Tomás Serebrisky, Ben Solís.

p. cm. — (Monografía del BID ; 962)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infrastructure (Economics) - Latin America - Finance. 2. Infrastructure (Economics) - Caribbean Area - Finance. 3. Infrastructure (Economics) - Environmental aspects - Latin America. 4. Infrastructure (Economics) - Environmental aspects - Caribbean Area. 5. Sustainable development - Latin America. 6. Sustainable development - Caribbean Area. I. Brichetti, Juan Pablo. II. Mastronardi, Leonardo. III. Rivas, María Eugenia. IV. Serebrisky, Tomás. V. Solís, Ben. VI. Banco Interamericano de Desarrollo. Sector de Infraestructura y Energía. VII. Serie.

IDB-MG-962

Códigos JEL: N76, O18, H54, Q01, L92, L93, L94, L95, L96

Palabras clave: brecha de infraestructura, América Latina, Caribe, Objetivos de Desarrollo Sostenible, inversiones, agua, saneamiento, electricidad, transporte, telecomunicaciones.

Diagramación: Cleiman <https://cleiman.com/>

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

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

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

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



Contenidos

	RESUMEN EJECUTIVO	1
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	METODOLOGÍA PARA MEDIR LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA	4
3.	LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	7
	Diagnóstico de los servicios de agua potable y saneamiento	7
	Estimación de la brecha de infraestructura en agua potable y saneamiento	12
	- La brecha de acceso a servicios de agua potable	12
	- La brecha de acceso a servicios de saneamiento	16
	- La brecha de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales	19
	- Consideraciones finales sobre la brecha de los servicios de agua potable y saneamiento.....	22

4.	LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN EL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	26
	Diagnóstico del servicio de energía eléctrica	26
	Estimación de la brecha de infraestructura en el servicio de energía eléctrica	31
	- La brecha de acceso al servicio de energía eléctrica	31
	- La brecha de infraestructura para la generación y transmisión de electricidad	34
	- Consideraciones finales sobre la brecha del servicio de energía eléctrica	38

5.	LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	39
	Diagnóstico de los servicios de transporte	39
	Estimación de la brecha de infraestructura en los servicios de transporte.	43
	- La brecha de infraestructura caminera para el acceso a los servicios de transporte en el ámbito rural	43
	- La brecha de infraestructura logística: las necesidades de inversión en aeropuertos	47
	- La brecha de infraestructura de transporte urbano masivo	52
	- Consideraciones finales sobre la brecha de los servicios de transporte .	55

6.	LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	57
	Diagnóstico de los servicios de telecomunicaciones	57
	Estimación de la brecha de infraestructura en los servicios de telecomunicaciones	59
	- La brecha de acceso a servicios telecomunicaciones móviles y por banda ancha	61
	- Consideraciones finales sobre la brecha de infraestructura en telecomunicaciones	65

7.	LIMITACIONES DE LOS CÁLCULOS DE BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA	66
-----------	--	----

8.	CONCLUSIONES	68
-----------	--------------------	----

	REFERENCIAS	74
--	-------------------	----

	SIGLAS Y ABREVIATURAS	79
--	-----------------------------	----

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA Y NECESIDADES DE INVERSIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PARA PROGRESAR HACIA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN 2030

xvi

A. Aspectos generales	XXVII
A.1. Estimaciones demográficas	XXVII
A.2. Proyecciones del PBI	XX
A.3. Aspectos generales del cómputo de la inversión en mantenimiento y reemplazo de activos	XXI
B. Cálculo de la brecha de infraestructura en el sector eléctrico	XXI
B.1. Cálculo de la brecha de acceso a la electricidad	XXII
B.1.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante	XXII
B.1.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio eléctrico	XXII
B.1.3. Costos unitarios	XXII
B.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura de electricidad	XXIII
B.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos	XXIII
B.2. Cálculo de la brecha de generación y transmisión eléctrica	XXIV
B.2.1. Definición del objetivo de acuerdo con el ODS relevante ...	XXIV
B.2.2. Fuentes de información para la determinación del incremento esperado de la demanda eléctrica	XXV
B.2.3. Estimaciones de las necesidades de inversión para el cierre de brechas de infraestructura en generación y transmisión eléctrica	XXV
C. Cálculo de la brecha de infraestructura en el sector de agua potable y saneamiento	XXVII
C.1. Cálculo de la brecha de acceso a agua potable gestionada de forma segura	XXVII
C.1.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante	XXVII
C.1.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio de agua potable	XXVIII
C.1.3. Costos unitarios	XXVIII
C.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura de agua potable segura	XXIX
C.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos	XXX

C.2. Cálculo de la brecha de acceso a saneamiento gestionado de forma segura	XXXI
C.2.1. Definición del objetivo de acuerdo con los ODS relevantes	XXXI
C.2.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio de saneamiento	XXXI
C.2.3. Costos unitarios	XXXI
C.2.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura de saneamiento seguro	XXXIII
C.2.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos	XXXIV
C.3. Cálculo de la brecha de tratamiento de aguas residuales	XXXIV
C.3.1. Definición del objetivo de acuerdo con los ODS relevantes	XXXIV
C.3.2. Fuentes de información de los indicadores de tratamiento de aguas residuales	XXXV
C.3.3. Costos unitarios	XXXV
C.3.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura y necesidades de inversión en tratamiento de aguas residuales	XXXVI
D. Cálculo de la brecha de infraestructura en el sector de telecomunicaciones	XXXVII
D.1. Cálculo de la brecha de acceso a servicios de telecomunicaciones	XXXVII
D.1.1. Definición del objetivo de acuerdo con el ODS relevante ...	XXXVII
D.1.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio de banda ancha domiciliaria y a los servicios de telecomunicaciones móviles bajo estándares de 3G y 4G ..	XXXVIII
D.1.3. Costos unitarios	XXXVIII
D.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura en telecomunicaciones	XL
D.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos	XLI
E. Cálculo de la brecha de infraestructura en el sector de transporte	XLII
E.1. Cálculo de la brecha de acceso de la población rural a la red caminera	XLII
E.1.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante	XLII
E.1.2. Fuentes de información para la determinación de la extensión y estado de transitabilidad de las redes primarias, secundarias y terciarias de carreteras	XLIII
E.1.3. Costos unitarios	XLIII
E.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de acceso rural a la red caminera	XLIV
E.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos	XLV

E.2. Cálculo de la brecha de infraestructura para brindar una logística adecuada	XLVI
E.2.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante	XLVI
E.2.2. Estudios relevantes para la brecha logística	XLVI
E.3. Cálculo de la brecha de infraestructura para brindar una movilidad urbana adecuada	XLVII
E.3.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante	XLVII
E.3.2. Fuentes de información de las trazas actuales de transporte masivo	XLVII
E.3.3. Costos unitarios	XLIX
E.3.4. Procedimiento de cálculo de la brecha de infraestructura de movilidad urbana	LI
F. Resultados consolidados y disponibilidad de información por país	LII

Colaboradores y agradecimientos

Los autores agradecen a los colegas del BID y revisores externos que colaboraron con valiosos comentarios, observaciones e insumos para la elaboración de este informe.

Entre los numerosos colegas que colaboraron con sus aportes técnicos a este informe, agradecemos especialmente a José Agustín Aguerre, Lenin Balza, Camilo De Los Ríos, José Luis Irigoyen y María Cecilia Ramírez (INE/INE); Enrique Chueca Montuenga, Michelle Hallack, David López Soto, Alexandre Mejdalani y Pauline Ravillard (INE/ENE); Felipe Bedoya, Agustina Calatayud, Francisca Giraldez, Carlos Mojica y Santiago Sánchez González (INE/TSP); María Julia Bocco, Darcia Datshkovsky, María Eugenia de la Peña, Analía Gómez Vidal, Fabiana Machado, Kleber Machado, Henry Moreno, Alejandra Perroni y Manuela Velásquez (INE/WSA); Antonio García Zaballos, Enrique Iglesias y Pau Puig (CFM/IFD); Adrien Vogt-Schilb (CCS/CSD), Ancor Suárez Alemán y Gastón Astesiano (VPC) y a José Luis Bonifaz (revisor externo). Fernando Santillan editó el texto e hizo valiosas propuestas para mejoras en su redacción.

Las opiniones expresadas en esta publicación pertenecen a los autores y no reflejan de ninguna forma las opiniones del Banco Interamericano de Desarrollo ni de sus directores ejecutivos. Los errores u omisiones corren por exclusiva cuenta de los autores.

Dedicamos este trabajo a la memoria de Leonardo Mastronardi. Excelente profesional y mejor persona. Te recordaremos siempre atento, cálido y compañero. Te vamos a extrañar Leo.

Juan Pablo Brichetti - María Eugenia Rivas - Tomás Serebrisky - Ben Solís

RESUMEN EJECUTIVO

La pandemia del COVID-19 ha hecho más evidente que, a pesar de los avances logrados durante las últimas dos décadas, América Latina y el Caribe (ALC) aún enfrenta múltiples desafíos económicos, sociales y ambientales. El avance hacia el desarrollo es un camino sinuoso en el que las sociedades y los responsables de la formulación de políticas tienen que hacer frente a difíciles desafíos para fomentar el crecimiento económico, reducir las desigualdades sociales y garantizar la protección de un ambiente sano y sostenible. En ese marco, establecer metas adecuadas es una tarea tan difícil como inevitable para avanzar hacia un futuro más prometedor e inclusivo. En este sentido, los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU en 2015 brindan una guía para que la ruta de desarrollo elegida alcance un equilibrio mínimo entre metas que son muchas veces conflictivas entre sí.**

Para orientar su acción en los países de la región, **el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha establecido en su Visión 2025 una serie de principios rectores y prioridades alineados con los ODS que buscan atender la necesidad de lograr un crecimiento económico sostenible e incluyente.** Garantizar el acceso a una infraestructura que permita brindar servicios sostenibles y de calidad a los hogares y empresas de la región es una condición necesaria para generar una economía dinámica y digitalizada que brinde oportunidades para la innovación y el crecimiento —especialmente para las pequeñas y medianas empresas— y que fomente la inclusión de la población vulnerable y de menores ingresos. Asimismo, el acceso a servicios de infraestructura de calidad es indispensable para fomentar una mayor integración en las cadenas de valor continentales y globales.

NUESTRO OBJETIVO

Este estudio tiene como objetivo **estimar las inversiones que necesitaría realizar América Latina y el Caribe hasta el año 2030 para avanzar en el cumplimiento de los ODS.** Los ODS no son compromisos vinculantes para los países, pero sí son una referencia internacionalmente reconocida sobre las metas que se espera que estos alcancen en los próximos años.

Es importante recalcar que las **inversiones estimadas no implican el total cumplimiento de los ODS relacionados a la provisión de servicios de infraestructura.** Además de las limitaciones que existen para el cálculo de las inversiones, que son debidamente explicadas en el documento, **los ODS plantean metas integrales que incorporan criterios de asequibilidad, resiliencia y sostenibilidad que requieren la adopción de políticas públicas que van más allá de las inversiones necesarias para proveer más y mejor infraestructura.** Entre ellas se encuentran, por ejemplo, la focalización de subsidios, las políticas de gestión de la demanda y repensar el diseño de infraestructura ante riesgo de desastres y en el contexto de los efectos producidos por el cambio climático.

En ese sentido, **las estimaciones presentadas en el estudio deberían ser interpretadas como una cota inferior. Sobre esta estimación se pueden calcular las inversiones adicionales necesarias para que los servicios de infraestructura sean más sostenibles**, que podrían incluir, entre otras, un aumento mucho mayor y más rápido de la penetración de energías renovables en la matriz energética regional, líneas de transmisión que refuercen la integración regional de los sistemas eléctricos, obras de control de inundaciones, redes de agua y alcantarillado resilientes ante desastres naturales, así como inversiones en infraestructura verde para asegurar la calidad y cantidad de agua en el contexto del cambio climático.

NUESTRA METODOLOGÍA

Este trabajo presenta una herramienta que permite calcular las necesidades de inversión en infraestructura de forma modular y consistente. Los ODS tienen metas e indicadores asociados y en muchas ocasiones no establecen una meta cuantitativa específica. Un primer paso de la metodología consiste en definir indicadores que permitan evaluar el cumplimiento de los ODS en materia de infraestructura de servicios públicos. La metodología desarrollada permite que el cálculo pueda ser replicado modificando los supuestos asociados a las metas, los costos unitarios y los parámetros macroeconómicos y sectoriales. Los resultados presentados son las estimaciones realizadas sobre la base de la última información disponible respecto de la cobertura y calidad de los servicios de infraestructura y podrán ser actualizados a medida que nueva información esté disponible; podría, además, incorporarse nuevas métricas en futuras ediciones de este documento para atender otras dimensiones no capturadas por las limitaciones de información. Nuestra metodología realiza cálculos para distintos componentes de los servicios públicos sobre los cuales se cuenta con información suficiente. También recurre a las cifras obtenidas en estudios realizados por el BID. Sin embargo, para algunos componentes que no han podido ser estimados, el documento presenta de manera referencial recuadros con información de estudios externos que dan un orden de magnitud sobre los requerimientos de inversión (por ejemplo para almacenamiento de agua, puertos y electrificación de la flota de buses).

Como parte de este ejercicio, ponemos a disposición de los lectores interesados el modelo de cálculo utilizado para cuantificar los requerimientos de inversión para el cierre de brechas de infraestructura en América Latina y el Caribe. Esto permite que cualquier persona interesada modifique los supuestos de cálculo y realice un análisis de sensibilidad de las estimaciones. El modelo puede descargarse en la siguiente dirección web: <https://interactive-publications.iadb.org/La-brecha-de-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe>

PRINCIPALES RESULTADOS

Según los cálculos del presente estudio, hasta 2030 **América Latina y el Caribe necesita invertir 2.220.736 millones de dólares en los sectores de agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir con los ODS. De ese total, un 59% deberá destinarse a inversiones para infraestructura nueva y un 41% a inversiones de mantenimiento y reposición de activos que llegan al final de su vida útil y son indispensables para que los servicios de infraestructura se provean con estándares adecuados de calidad. En términos del esfuerzo de inversión relativo al tamaño de la economía, América Latina y el Caribe necesitará invertir en infraestructura por lo menos un 3,12% de su PBI cada año hasta 2030.**

En el análisis por países, siguiendo la agrupación regional adoptada por el BID, las necesidades de inversión se descomponen de la siguiente manera: países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y la República Dominicana (CID), USD 612.776 millones; países del Grupo Caribe (CCB), USD 19.555 millones; países del Grupo Andino (CAN), USD 457.965 millones; y países del Cono Sur (CSC), USD 1.130.439 millones. En relación a la inversión por habitante, la región debe invertir 282 dólares per cápita cada año hasta 2030. En los países del Cono Sur (CSC), la inversión requerida es de 322 dólares per cápita, seguida por la de los países del Grupo Andino y Caribe (CAN y CCB) con 259 y 251 dólares per cápita anual, respectivamente, y la de los países de Centroamérica (CID) con 243 dólares per cápita.

Tabla RE.1. Necesidades de inversión hasta 2030 para cumplir con el componente de infraestructura de los ODS en América Latina y el Caribe, por región BID (millones de dólares)

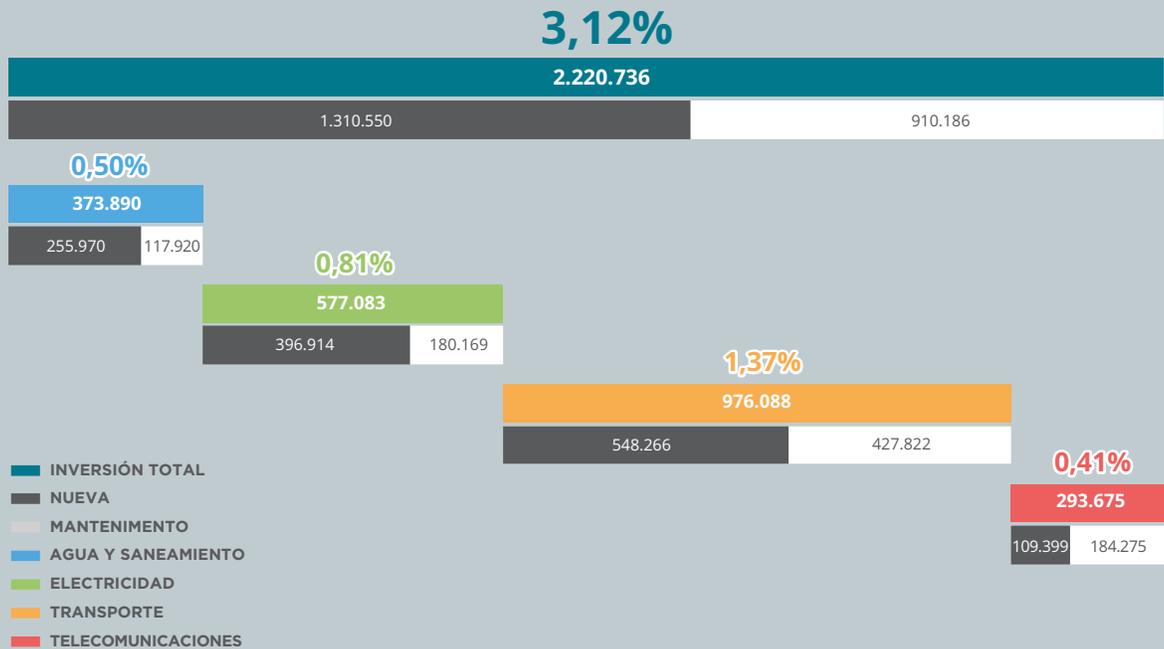
REGIÓN	PAÍSES	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL	INVERSIÓN ANUAL PER CÁPITA
Países de Centroamérica (CID), Haití, México, Panamá y la República Dominicana	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, México, Panamá y la República Dominicana	382.699	230.077	612.776*	243*
Países del Grupo Caribe (CCB)	Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Surinam y Trinidad y Tobago	10.026	9.529	19.555*	251*
Países del Grupo Andino (CAN)	Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela	283.252	174.714	457.965*	259*
Países del Cono Sur (CSC)	Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay	634.573	495.866	1.130.439	322
Total América Latina y el Caribe		1.310.550	910.186	2.220.736	282

Fuente: elaboración propia.

* Nota: en el anexo de este estudio puede encontrarse información detallada a nivel de país sobre las necesidades de inversión y la disponibilidad de información para el cálculo de la brecha en cada servicio. En casos como los países de los grupos CID, CCB, así como en el caso de Venezuela, la falta de información sesga el cálculo a la baja.

En el análisis sectorial, cerrar la brecha de acceso y mantener la calidad de **los servicios de agua y saneamiento, incluido el tratamiento de aguas residuales, requiere un esfuerzo inversor promedio anual de 0,5% del PBI regional.** En el sector eléctrico, **América Latina y el Caribe debe invertir anualmente un 0,8% de su PBI para brindar acceso universal a la electricidad a toda la población y avanzar en la descarbonización de la matriz de generación de electricidad** de acuerdo con los programas de expansión de los países. Para el sector transporte, **el cierre de brechas en infraestructura caminera, aeropuertos y transporte público supone para la región una inversión anual de 1,4% de su PBI.** Finalmente, en el sector telecomunicaciones, **incrementar la conectividad de los hogares mediante las tecnologías de banda ancha e internet móvil con estándar 4G requiere una inversión promedio anual del 0,4% del PBI hasta 2030.**

Gráfico RE.1. Esfuerzo inversor anual como porcentaje del PBI regional por sectores (inversión total 2019- 2030 en millones de dólares)

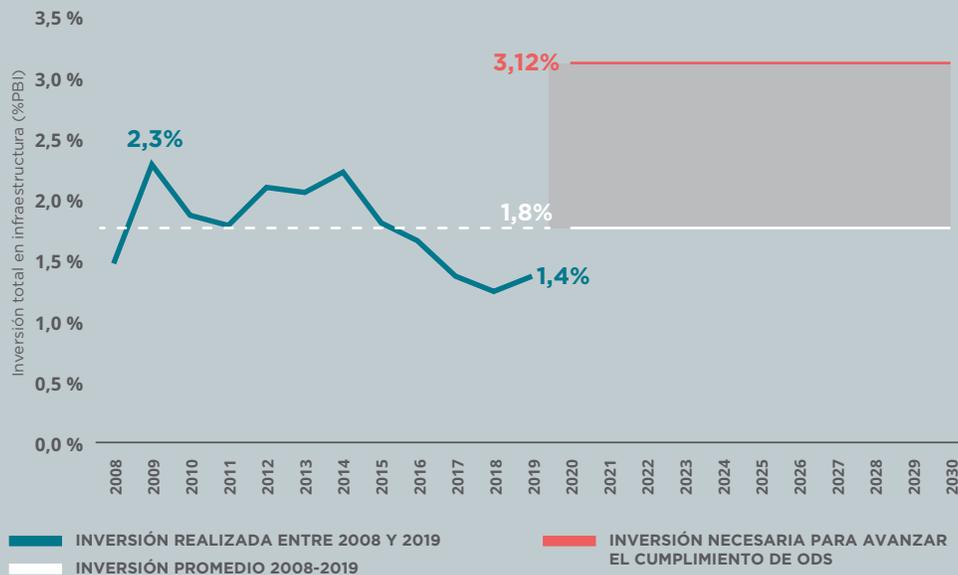


Fuente: elaboración propia.

Cerrar la brecha de infraestructura obligará a América Latina y el Caribe a incrementar más de un 70% la inversión que realiza actualmente, de 1,8% del PBI (promedio de lo invertido entre 2008 y 2019) al 3,12%. El Gráfico RE.2 muestra la

trayectoria de la inversión en infraestructura entre 2008 y 2019¹, proyecta su promedio y la compara con las necesidades de inversión (3,12% del PIB) estimadas en este estudio. Incrementar en esta medida la inversión en infraestructura constituye un importante desafío para la región, en un contexto en el que tanto la situación económica como el espacio fiscal han sufrido un fuerte deterioro², y las inversiones en infraestructura se han visto reducidas ante la crisis económica generada por el COVID-19 en América Latina y el Caribe.

Gráfico RE.2. Brecha de inversión: comparación de cuánto invierte y cuánto debería invertir en infraestructura América Latina y el Caribe (esfuerzo inversor anual como porcentaje del PIB)



Fuente: elaboración propia sobre la base de información de INFRALATAM, Banco Mundial y el *Infrastructure Journal*.

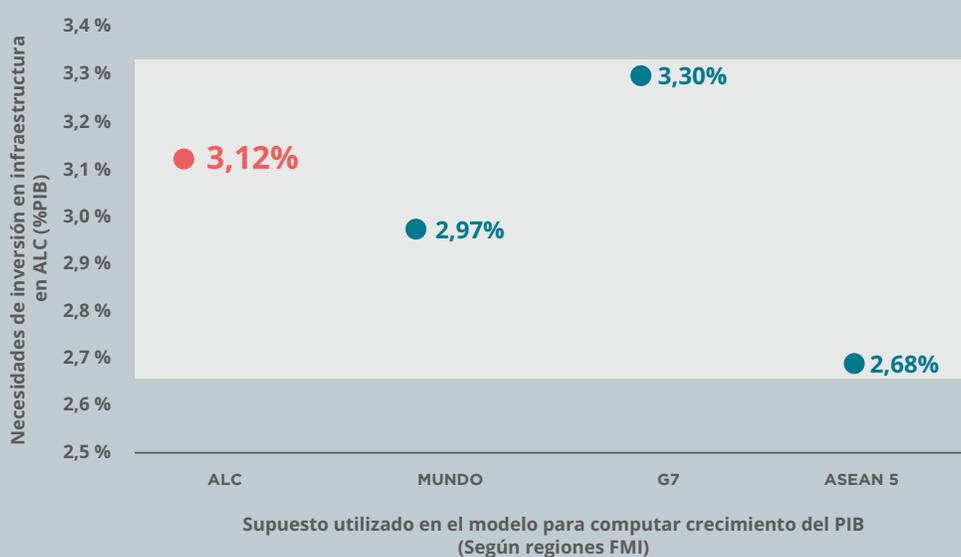
El monto de la inversión anual requerida para cerrar la brecha de infraestructura hasta 2030, expresado como porcentaje del PIB, depende del crecimiento espera-

¹ La información del PIB fue tomada del WEO del FMI en su edición de abril 2021. Para la estimación de la inversión pública se utilizaron datos de los montos de inversión en dólares corrientes de Infralatam para la región. Por otra parte, los montos de inversión privada fueron relevados de la inversión en activos físicos de la base de Participación Privada en la Inversión (PPI) del Banco Mundial, realizando estimaciones propias para aquellos países que no están en la base de datos. En el caso de Chile y Uruguay, se reestimaron cálculos realizados por el *Infrastructure Journal* para 2018 y 2019 sobre la base del promedio 2015-2017; mientras que para Panamá se tomó la inversión privada respecto al PIB (0,7%), reportada en el documento “De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe”, *Development in the Americas - DIA 2020* del BID. Finalmente, el cociente respecto al PIB surge de hacer el cociente entre la suma de inversión pública y privada respecto del PIB reportado por el FMI.

² Ver Izquierdo *et al.* (2020).

do de la economía. Dicha estimación será menor cuanto mayor sea el crecimiento de la economía. El valor de la estimación de necesidades de inversión anuales reportado en este documento es del 3,12% del PBI y para su cálculo se utilizaron las proyecciones del Fondo Monetario Internacional, que estima que el PBI de ALC crecerá 2,4% anual³. El gráfico RE.3 muestra un análisis de sensibilidad de la estimación de necesidades de inversión ante cambios en la tasa de crecimiento del PBI. El área en color blanco muestra el rango de la necesidad de inversión al asumir tasas de crecimiento de diferentes agrupaciones de países definidas por el FMI. De esta forma, si la región creciera a la tasa de las economías del G7⁴ (1,4%), los recursos que América Latina y el Caribe deberán destinar anualmente a la inversión en infraestructura aumentaría al 3,3% PBI; mientras que, si creciera a tasas más altas, como la que se espera para los países de ASEAN5⁵ (5,4%), la necesidad de inversión se reduciría al 2,7% del PBI.

Gráfico RE.3. Inversión para cerrar la brecha si América Latina y el Caribe tuviera la tasa de crecimiento de otras regiones (inversión anual como porcentaje del PBI regional)



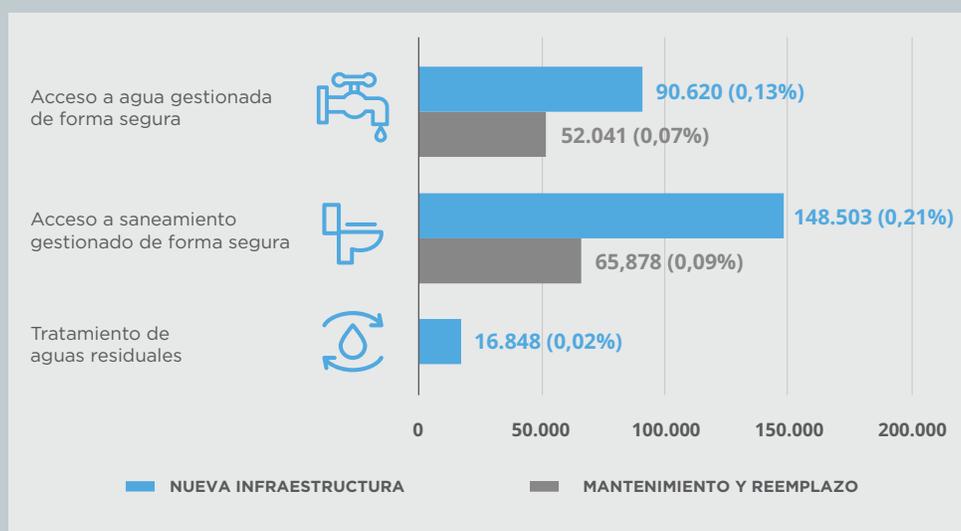
Fuente: elaboración propia.

En el sector de agua y saneamiento el total de inversiones requeridas asciende a 373.890 millones de dólares. El cálculo se realizó tomando en consideración lo establecido por el ODS-6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. Estas inversiones permitirán brindar ac-

3 Ver anexo metodológico para mayor información sobre las proyecciones de crecimiento.
 4 Integran el G7: Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y el Reino Unido.
 5 Integran el ASEAN5: Filipinas, Indonesia, Malasia, Singapur y Tailandia.

ceso a los servicios de agua y saneamiento gestionados de forma segura al 100% de la población hacia el año 2030, así como el tratamiento de la totalidad de las aguas residuales en áreas urbanas. De dicho monto, **255.970 millones de dólares deberán destinarse a la construcción de nueva infraestructura para atender el déficit actual de acceso y el crecimiento esperado de la demanda**; mientras que **117.920 millones de dólares se deberán destinar al mantenimiento y reposición de los activos**.

Gráfico RE.4. Necesidades totales de inversión hasta 2030 en el sector de agua y saneamiento, en millones de dólares (inversión anual como porcentaje del PBI regional)



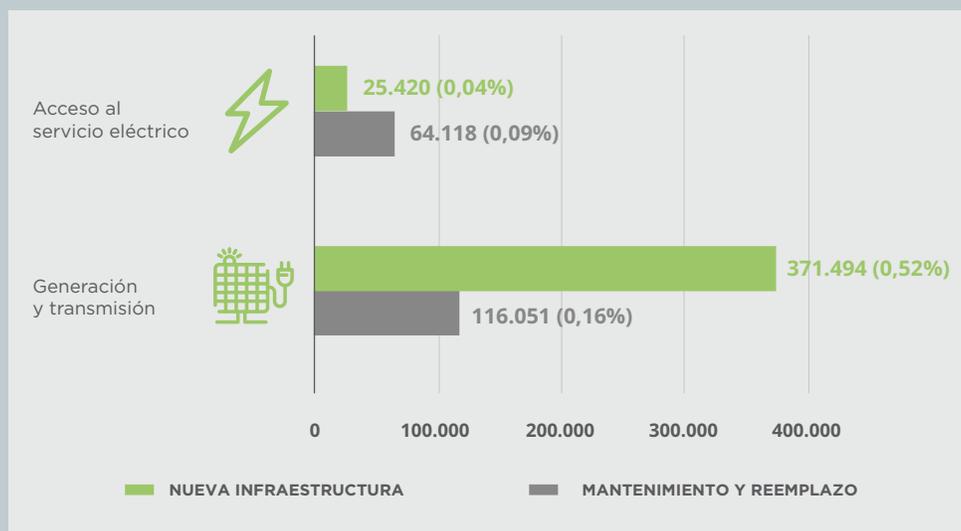
Fuente: elaboración propia.

En el sector de energía eléctrica el total de inversiones requeridas asciende a 577.083 millones de dólares. El cálculo se realizó tomando en consideración lo establecido por el ODS-7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”. Estas inversiones permiten la expansión de redes de distribución o soluciones alternativas (áreas rurales) que incrementen la cobertura del servicio de electricidad hasta alcanzar al 100% de la población. Además, incluyen inversiones en expansión de la capacidad de generación y líneas de transmisión estimadas por la División de Energía del BID⁶. Estas inversiones son calculadas a partir de los planes de expansión informados por los países, incluyendo inversiones requeridas para descarbonizar las matrices de generación

6 Ver Yépez-García et al. (2021).

de electricidad aunque no especifican si las inversiones a realizar son consistentes con el Acuerdo de París⁷. Los resultados indican que **el cierre de brechas en el sector eléctrico requiere 396.914 millones de dólares destinados a la construcción de nueva infraestructura en generación, transmisión y distribución y de 180.169 millones de dólares para el mantenimiento y reposición de los activos.**

Gráfico RE.5. Necesidades totales de inversión hasta 2030 en el sector eléctrico, en millones de dólares (inversión anual como porcentaje del PBI regional)



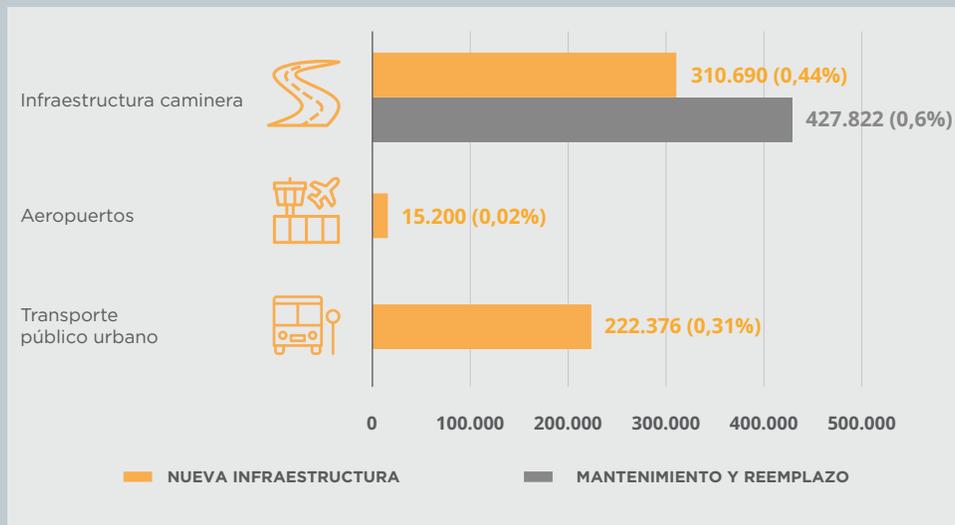
Fuente: elaboración propia.

El total de inversiones requeridas en transporte asciende a 976.088 millones de dólares. El cálculo se realizó tomando en consideración lo establecido en el ODS-9 (“Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”) y en el ODS-11 (“Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”). Varias de las metas asociadas a estos objetivos son multidimensionales y algunas cualitativas, excediendo el ámbito de la inversión en infraestructura.

⁷ Cabe destacar que, en las estimaciones desarrolladas por la División de Energía del BID, la generación eléctrica de la región libre de emisiones aumenta de 63,4% en 2019 a 70,4% en 2030, con considerables inversiones en tecnologías renovables (especialmente fotovoltaica y eólica, donde la participación de la generación aumenta de 7,9% a 17,1%). Sin embargo, estas inversiones deben ser consideradas como una cota inferior en términos de esfuerzos de mitigación del cambio climático, dado que este escenario puede no estar completamente alineado con la necesidad de una descarbonización profunda de las economías consistente con el Acuerdo de París, que tiene como objetivo “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales”.

Hemos separado las inversiones en nueva infraestructura de transporte en tres grandes grupos: caminero, aeroportuario y urbano masivo. Las inversiones del primer grupo permiten garantizar que la totalidad de la población se encuentre a menos de 2 kilómetros de un camino transitable durante la totalidad del año. En particular, este estudio plantea —utilizando el *Rural Access Index* del Banco Mundial— como escenario de “primer mejor” duplicar el valor del indicador de América Latina y el Caribe, pasando del 35% en 2019 al 70% hasta 2030. Para la brecha aeroportuaria se consideraron las inversiones necesarias para dar acceso a todos los centros urbanos mayores a 100.000 habitantes. Por su parte, para la brecha de transporte urbano masivo se calcularon las inversiones necesarias, con énfasis en infraestructura de *Bus Rapid Transit*, que permitirán que todas las ciudades con más de 500.000 habitantes alcancen los niveles de cobertura de las ciudades con mejor desempeño regional. De acuerdo con las estimaciones realizadas, **deben destinarse 548.266 millones de dólares a la construcción de nueva infraestructura caminera, aeroportuaria y de transporte público urbano masivo y 427.822 millones de dólares al mantenimiento y reposición de la infraestructura caminera.**

Gráfico RE.6. Necesidades totales de inversión hasta 2030 en el sector de transporte, en millones de dólares (inversión anual como porcentaje del PBI regional)

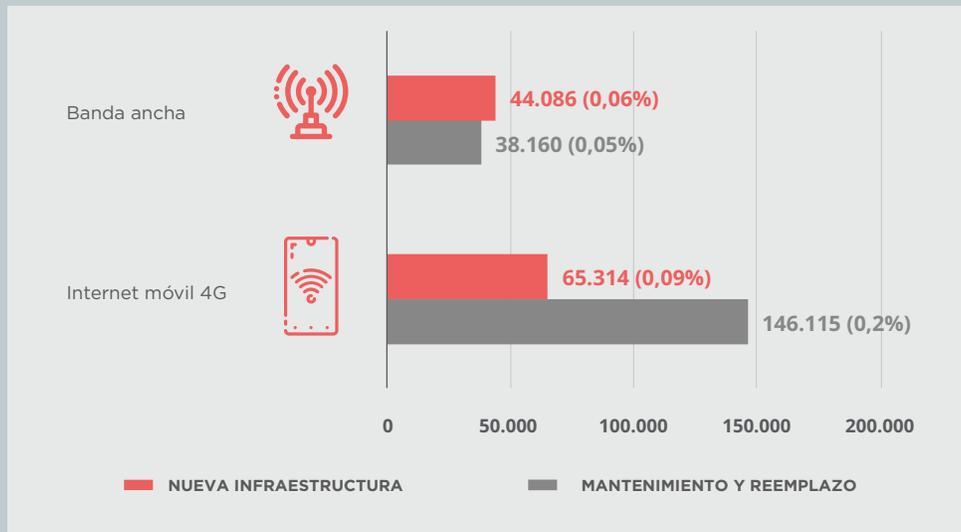


Fuente: elaboración propia.

En el sector de telecomunicaciones el total de inversiones requeridas asciende a 293.675 millones de dólares. El cálculo se realizó tomando en consideración lo establecido en el ODS-9: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”. En particular, dicho

objetivo fija dentro de sus metas “la necesidad de aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados”. En este estudio se consideraron las inversiones necesarias para que la región tenga los mismos niveles de acceso a telecomunicaciones de los países avanzados —Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)— mediante dos tecnologías: la banda ancha en el hogar y el acceso a internet móvil con estándar 4G. Los resultados indican que **el cierre de brechas en el sector de telecomunicaciones requiere de 109.399 millones de dólares para construir nueva infraestructura para incrementar la conectividad a través de banda ancha e internet móvil con estándar 4G y 184.275 millones de dólares para el mantenimiento y reposición de los activos que llegan al final de su vida útil.**

Gráfico RE.7. Necesidades totales de inversión hasta 2030 en el sector de telecomunicaciones, en millones de dólares (inversión anual como porcentaje del PBI regional)



Fuente: elaboración propia.

Al analizar las estimaciones de las necesidades de inversión por ODS asociado con la infraestructura se identifica que, de los 2.220.736 millones de dólares, **un 47% está asociado al cumplimiento del ODS-9, que incluye las inversiones asociadas a infraestructura carretera, aeroportuaria y de telecomunicaciones.** En segundo lugar se encuentran las inversiones relacionadas **al ODS-7, que representan el 26% de las necesidades de inversión en infraestructura hacia 2030.** En tercer lugar, **el ODS-6 representa inversiones en torno al 17% del total.** Finalmente, **cumplir el ODS-11 requiere invertir en transporte público urbano masivo y representa el 10% del total de inversiones estimadas.**

Gráfico RE.8. Participación de los requerimientos de inversión para cierre de brechas de infraestructura y su correspondencia con los ODS, por objetivo

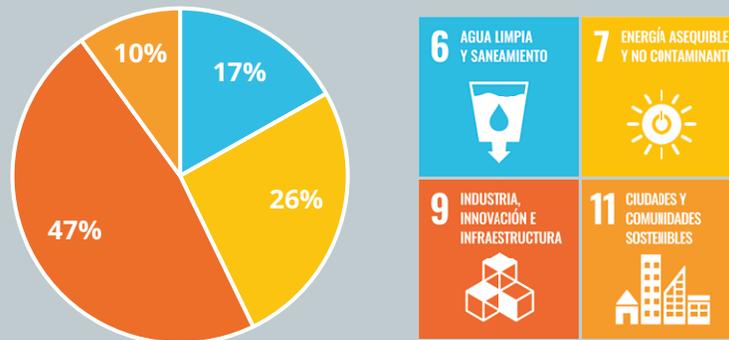


Tabla RE.2. Participación de los requerimientos de inversión para cierre de brechas de infraestructura y su correspondencia con los ODS, por objetivo

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	INVERSIÓN (MILLONES DE USD)	PORCENTAJE
OBJETIVO 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	373.890	17%
OBJETIVO 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna	577.083	26%
OBJETIVO 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación	1.047.387	47%
OBJETIVO 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles	222.376	10%
Total	2.220.736	100%

Fuente: elaboración propia.

Tabla RE.3. Necesidades de inversión en infraestructura hasta 2030 en América Latina y el Caribe para cumplir con el componente de infraestructura de los ODS, por subsector (millones de dólares)

TIPO DE INVERSIÓN		Inversión nueva	Mantenimiento	Total brecha	Inversión necesaria anual para cerrar la brecha (como % del PBI)
AGUA Y SANEAMIENTO	AGUA: ACCESO SEGURO ALTO	90.620	52.041	142.661	0,20%
	SANEAMIENTO: ACCESO SEGURO ALTO	148.503	65.878	214.381	0,30%
	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	16.848	0	16.848	0,02%
ENERGÍA	ACCESO A ELECTRICIDAD	25.420	64.118	89.538	0,13%
	GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN: ESCENARIO BASE	371.494	116.051	487.545	0,69%
TELECOMUNICACIONES	ACCESO A BANDA ANCHA DOMICILIARIA	44.086	38.160	82.246	0,11%
	INTERNET MÓVIL 4G	65.314	146.115	211.428	0,30%
TRANSPORTE	CARRETERAS	310.690	427.822	738.512	1,04%
	AEROPUERTOS: ACCESO ALTO	15.200	0	15.200	0,02%
	TRANSPORTE URBANO: ESCENARIO BRT	222.376	0	222.376	0,31%
TOTAL		1.310.550	910.186	2.220.736	3,12%

Fuente: elaboración propia.

LIMITACIONES Y POTENCIALES MEJORAS DE LAS ESTIMACIONES DE NECESIDADES DE INVERSIÓN

Estas estimaciones de la brecha de infraestructura de América Latina y el Caribe para cumplir los ODS deben ser consideradas, por múltiples motivos, **una estimación de las necesidades mínimas de inversión**. En primer lugar, se estimaron las necesidades de inversión que se vinculan de manera directa y explícita a la provisión de servicios de infraestructura, de acuerdo a los ODS con un vínculo directo e intuitivo con la infraestructura. No obstante, **los servicios de infraestructura se relacionan también de forma indirecta con otros ODS** como los relativos a la

preservación de los ambientes naturales marinos (ODS-14) y terrestres (ODS-15). Asimismo, **existen desafíos de suma relevancia —como combatir el cambio climático— que resultan transversales a los distintos ODS y que tienen un impacto en el diseño y la construcción de la infraestructura y, por lo tanto, en los requerimientos de inversión**⁸. Las estimaciones preliminares presentadas no incluyen inversiones complementarias requeridas para alcanzar la totalidad de los ODS vinculados al cambio climático. Por ejemplo, estimaciones recientes para América Latina y el Caribe muestran que cumplir con los objetivos de eficiencia energética vinculados al uso de refrigeradores puede requerir una inversión de alrededor de 8.000 millones de dólares hasta 2030⁹. Inversiones requeridas para la electrificación del transporte público, a su vez, **pueden incrementar las necesidades de inversión en más de 11.000 millones de dólares, incluyendo estaciones de carga y reconfiguraciones de la red de distribución eléctrica.**

En segundo lugar, las estimaciones presentadas se basan en las inversiones vinculadas a la construcción de infraestructura; sin embargo, y como se enfatiza en el DIA 2020¹⁰, **para mejorar la provisión de los servicios la región tiene amplias oportunidades en el rediseño de sus políticas e instituciones regulatorias, lo que excede la construcción de infraestructura.** Acciones sobre el “software” de la infraestructura también tienen impacto sobre las métricas de los ODS y pueden resultar costo-efectivas, sobre todo en el contexto de la salida de la pandemia del COVID-19.

Una tercera limitación es que las necesidades de las inversiones se estiman con patrones estándar y conocidos. El cálculo no **contempla otras inversiones que son necesarias pero cuya estimación requiere de un análisis detallado de las condiciones particulares a nivel de país e, inclusive, a nivel de ciudad.** Dentro de estas inversiones se encuentran, por citar algunos ejemplos, las destinadas a captación, represamiento y tratamiento de agua, así como inversiones en infraestructura verde.

Finalmente, las **necesidades de inversión y mantenimiento se pudieron calcular solamente para los servicios de infraestructura para los cuales se cuenta con información sobre el stock de infraestructura existente.** Las limitaciones informativas han implicado que para algunos de los sectores no se pudiera hacer estimaciones sobre las necesidades de mantenimiento y reemplazo de activos existentes (aeropuertos, por ejemplo) o bien que se hayan hecho de forma parcial (activos de generación eléctrica). Estas limitantes sesgan los resultados a la baja.

El estudio presenta recuadros con información de estudios que estiman inversiones de infraestructuras que no han sido incluidos en los cálculos. Comparadas a

8 Thacker *et al.* (2019) desarrolla una interesante estimación de la interacción de múltiples ODS y su relación con la infraestructura para puntualizar cómo las inversiones en infraestructura inciden sobre los patrones de desarrollo para las generaciones futuras.

9 Ver Urteaga (2020).

10 Development in the Americas 2020, Banco Interamericano de Desarrollo. “De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe”

las estimaciones globales reportadas en este estudio, su magnitud es reducida. Por ejemplo, las inversiones en almacenamiento de agua para uso poblacional implicarían un esfuerzo de inversión del 0,005% anual del PBI regional. En los casos de los puertos y de la inversión adicional para la electrificación de la flota de transporte, por su parte, el esfuerzo inversor es de 0,02% anual del PBI regional en cada caso.

Pese a estas limitaciones, las estimaciones realizadas constituyen un **esfuerzo metodológicamente consistente de estimación de brechas de infraestructura para avanzar en el cumplimiento de los ODS en América Latina y el Caribe**. Resulta clave resaltar que el propósito de este documento es contribuir a la formulación de políticas públicas mediante una herramienta que brinda una estimación de necesidades de inversión. La aspiración de los autores es que la herramienta pueda ser mejorada, tanto en su diseño, metodología, sectores incluidos y estimación de costos de construcción y mantenimiento. En otras palabras, dada la incertidumbre en costos de construcción de infraestructura y la necesaria determinación de objetivos de cada país, región o ciudad para responder a sus aspiraciones de crecimiento y construcción de sociedades más prósperas, **se espera que este documento y la planilla Excel que lo acompaña sean herramientas “vivas” que contribuyan a la toma de decisiones.**

La pandemia del COVID-19 ha demostrado que, a pesar de los avances logrados durante las últimas dos décadas, América Latina y el Caribe (ALC) aún debe enfrentar múltiples desafíos económicos, sociales y ambientales. El camino hacia el desarrollo es un camino intrincado, en el que las sociedades y los responsables de la formulación de políticas tienen que hacer frente a difíciles desafíos para fomentar el crecimiento económico, reducir las desigualdades sociales y garantizar la protección de un medio ambiente sano y sostenible.

Para alcanzar estos objetivos es condición necesaria ampliar el acceso y mejorar la calidad y sostenibilidad de los servicios de infraestructura. Es difícil prever un futuro económicamente próspero si la región no consigue mejorar la calidad del servicio eléctrico, sobre todo si recordamos que el 32,2% de las empresas de la región manifiesta que los apagones eléctricos son una de sus principales dificultades, produciéndoles pérdidas anuales estimadas de 2,4% de sus ventas totales (Enterpirse Survey, Banco Mundial, 2019; Acevedo, Borensztein y Lennon, 2019). Es inimaginable pensar en reducir las desigualdades sociales si ALC no logra proveer servicios de agua y saneamiento de calidad: 36 millones de personas aún no reciben agua por cañería y 60 millones de habitantes conviven con un acceso limitado a los servicios de saneamiento (Joint Monitoring Program), lo que afecta principalmente a personas pobres y de zonas rurales. Es impensable reducir la brecha de género en la región en aspectos como el acceso a puestos de trabajo si 6 de cada 10 mujeres en ALC reportan haber sufrido algún tipo de agresión sexual, verbal o física en el transporte público (DIA 2020). Y es igualmente imposible garantizar un ambiente sano y sostenible si ALC no da pasos concretos hacia la electromovilidad para reducir las emisiones de los vehículos a combustión interna en sus centros urbanos, donde las partículas contaminantes reducen la esperanza de vida en una magnitud similar al tabaquismo (Greenstone y Fan, 2018); o si la región no evoluciona hacia una matriz de generación eléctrica con una creciente participación de energías renovables.

Solucionar estos desafíos requiere una visión holística de reformas a los servicios de infraestructura que revolucione tanto el “software” (regulaciones, competencia en la prestación de los servicios, etc.) como el “hardware” (los activos con los que se prestan los servicios). Como pone de manifiesto el DIA 2020, existen reformas posibles focalizadas en la prestación de los servicios que pueden mejorar su calidad y alcance con los activos existentes. Sin embargo, esa línea de acción tiene sus límites: mejorar el acceso y la calidad de los servicios requiere necesariamente

invertir más y mejor en infraestructura. En este marco, cuantificar el monto de las inversiones necesarias es crucial para determinar los esfuerzos que serán necesarios y para establecer el sendero de inversiones y políticas públicas que deberán implementarse.

El primer paso para determinar el monto de inversiones necesarias en infraestructura es fijar las metas a alcanzar. Establecer metas es una tarea difícil pero inevitable para avanzar hacia un futuro más prometedor e inclusivo. Más aún si consideramos que muchas veces, en un contexto con serias limitaciones fiscales para el impulso de la acción pública como serán los años post COVID-19 (Izquierdo *et al.*, 2020), los objetivos fijados pueden resultar conflictivos entre sí respecto del uso de recursos escasos. En este sentido, este estudio toma a los ODS establecidos por la ONU en 2015 como el norte de las estimaciones de la brecha de infraestructura en ALC. Existen múltiples motivos para seleccionar estos objetivos como guía para las estimaciones realizadas en el presente estudio.

En primer lugar, los ODS brindan una guía crucial para asegurar que la ruta de desarrollo elegida alcance un equilibrio mínimo entre los distintos objetivos deseables. Desde ya, cada avance logrado respecto del acceso a los servicios de infraestructura debe ser celebrado, pero la experiencia muestra que un avance insuficiente en el acceso a un servicio puede limitar los beneficios obtenidos por el avance en otros sectores. Por ejemplo, los beneficios de aumentar la cobertura de las redes de telecomunicaciones no podrán ser plenamente aprovechados si la población no tiene acceso a un servicio eléctrico continuo y de calidad para cargar sus celulares y hacer funcionar sus dispositivos digitales. Otro ejemplo: un acceso seguro a agua potable y saneamiento reduce la incidencia de enfermedades y ahorra el tiempo de acarreo de agua; pero las consiguientes ganancias de productividad serán limitadas si las personas no tienen acceso a un transporte público que les permita movilizarse a los puestos de trabajo donde sus habilidades podrían ser mejor utilizadas (Hutton y Haller, 2004; Pickering y Davis, 2012). En la misma línea, Escobal y Torero (2005) y Urrunaga y Wong (2016) muestran evidencia sobre complementariedad en la infraestructura en el caso peruano, analizando impactos diferenciados en el nivel de pobreza e indicadores sociales, respectivamente.

Considerando estos factores, el Grupo BID ha establecido en su Visión 2025 una serie de principios rectores y prioridades que buscan generar un crecimiento balanceado, inclusivo y ambientalmente sostenible. El segundo motivo por el que se ha seleccionado a los ODS como guía para la estimación de brechas es que poseen fuertes sinergias con la Visión 2025 del Grupo BID. Garantizar el acceso a una infraestructura que permita proveer servicios de calidad y sostenibles a los hogares y empresas de la región es, sin duda, una condición necesaria para materializar una economía dinámica y digitalizada que aumente las oportunidades disponibles para las poblaciones que se encuentren en situación de vulnerabilidad por falta de ingreso, por género, por estado de salud u otra característica. Asimismo, el desarrollo de dicha infraestructura se traduce en una mayor integración de los países de la región en las cadenas de valor continentales y globales.

Finalmente, los ODS han sido seleccionados como la guía para las metas del presente estudio por su alcance regional. Si bien los países pueden tener metas y objetivos definidos a nivel local, los ODS son objetivos compartidos regionalmente, permitiendo una mayor comparabilidad de los resultados entre subregiones y países. En este sentido, y aun cuando no son reconocidos como compromisos vinculantes para los países miembros del BID, los ODS son una referencia aspiracional internacionalmente reconocida.

Tras esta introducción, en la Sección 2 se desarrolla la metodología utilizada y se detallan sus ventajas sobre otras metodologías aplicables para el cálculo de brechas de infraestructura. Luego se realiza un diagnóstico del estado de los servicios y se describen los resultados del ejercicio de brechas de infraestructura para los sectores de agua potable y saneamiento (Sección 3), energía eléctrica (Sección 4), transporte (Sección 5) y telecomunicaciones (Sección 6). En la Sección 7 se describen algunas de las limitantes de las estimaciones y los supuestos utilizados para viabilizar su cálculo, importantes para la interpretación de los resultados obtenidos. La Sección 8 presenta los resultados agregados y concluye el documento.

2.

METODOLOGÍA PARA MEDIR LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA

Para cuantificar la brecha de infraestructura en ALC es necesario fijar los objetivos a alcanzar y establecer un método de cálculo para realizar las estimaciones.

Un primer enfoque para estimar la brecha de infraestructura es estimar las necesidades de inversión en función de maximizar el nivel de crecimiento económico. Este enfoque ha conducido a la búsqueda de estimaciones macroeconómicas en las cuales el crecimiento económico es una función del stock de infraestructura. Este enfoque supone que existe cierta homogeneidad en el stock de infraestructura que se agrega a la economía; en la realidad, sin embargo, la infraestructura es heterogénea por su propia naturaleza, y muchas veces está sujeta a efectos de red que dificultan (o directamente imposibilitan) establecer los efectos marginales de un incremento de la inversión. Por ejemplo, la construcción de un puente puede tener impactos muy diversos sobre la productividad y el crecimiento dependiendo de su localización geográfica, de las redes de transporte preexistentes y de la capacidad y eficiencia de los servicios de logística que sacarán provecho de su construcción en la región para la cual se realiza la estimación. Adicionalmente, es difícil argumentar que una inversión de similar monto en plantas de tratamiento de agua, por ejemplo, tenga un impacto de igual magnitud sobre el crecimiento.

Ante estas dificultades, un enfoque alternativo es estimar las necesidades de inversión a partir de una serie de determinantes. Basados en la información histórica disponible, se puede establecer un vínculo de dichos determinantes con el stock de infraestructura utilizando métodos econométricos. La idea es capturar la relación entre el crecimiento económico y las necesidades de infraestructura (considerando y corrigiendo por otros factores condicionantes, como por ejemplo factores demográficos, sociales y geográficos) partiendo de la base de que la relación existente es adecuada y estable a lo largo del tiempo. La dificultad es que, de no cumplirse estos supuestos, las estimaciones guardarán poca relación con las demandas efectivas de infraestructura en el futuro.

Además de las críticas particulares a cada tipo de estimación —para una discusión de los desafíos en la estimación de brechas de infraestructura en Estados Unidos, ver Glaeser y Poterba (2021)—, las dificultades asociadas con estos métodos agregados (conocidos como enfoques *top-down*) tienen que ver con la ausencia de relaciones estables entre los indicadores de desempeño económico y el impacto que sobre los mismos tiene la construcción de diversos tipos de infraestructu-

ra. Además, estos métodos son poco informativos para la toma de decisiones de política. En primer lugar, no consideran otros objetivos plausibles más allá de los factores económicos que puedan justificar la demanda de nueva infraestructura. Por ejemplo, en un mundo desafiado por el cambio climático, buena parte de las inversiones en generación renovable se encuentran guiadas por la necesidad de reducir emisiones más que por la necesidad de generar energía eléctrica para atender al crecimiento económico. En segundo lugar, los resultados a nivel agregado no brindan una guía clara sobre cuáles son las acciones conducentes para cerrar las brechas identificadas, ni precisa los sectores críticos donde debe enfocarse el esfuerzo inversor. Establecer que es necesario invertir un cierto monto de forma anual en infraestructura no nos dice si dichas inversiones deben estar dirigidas a aumentar el acceso de agua potable o a la construcción de nuevos aeropuertos. Incluso en el caso en que dichas estimaciones se realicen a nivel sectorial, persiste el problema de identificación para saber el tipo de inversiones necesarias.

La alternativa es tomar el enfoque opuesto, conocido como *bottom-up*, en el que el procedimiento es establecer explícitamente cuales son los objetivos por lograr desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, para posteriormente valorar las inversiones necesarias para satisfacerlos. Esta alternativa ha sido adoptada recientemente por el Banco Mundial (Rozemberg y Fay, 2019) para estimar las brechas de infraestructura en las regiones en desarrollo del mundo y es similar a las utilizadas para estimar las brechas de infraestructura que forman parte de los planes nacionales de infraestructura de Perú (2019) y República Dominicana (2020) realizados por el BID. Esta alternativa permite una aproximación modular a la estimación de las necesidades de inversión, en la que el resultado proviene de la suma de las brechas de infraestructura identificadas para cada sector, país y región con el fin de satisfacer los objetivos de acceso, calidad del servicio y requisitos de sostenibilidad identificados.

En este estudio las estimaciones se han realizado utilizando los ODS vinculados directamente a los sectores de infraestructura como metas a alcanzar al año 2030. La principal ventaja de esta metodología es que permite identificar explícitamente cuál es la composición de la brecha de infraestructura que se está valuando y eventualmente proponer escenarios para alcanzar los objetivos, modificando parámetros como, por ejemplo, los costos unitarios de la infraestructura. Esto es de particular relevancia para la estimación de las necesidades de inversión en infraestructura dado que los estándares seleccionados para satisfacer un determinado servicio pueden tener implicancias relevantes sobre los montos de inversión. El fin último es derivar escenarios que resulten útiles para la toma de decisiones. En términos de lo planteado por Rozemberg y Fay (2019), las estimaciones buscan contestar la pregunta sobre las necesidades de inversión en infraestructura con un planteo “Si-Entonces” (“If-Then”) para los tomadores de decisión: definidos los objetivos y los estándares, la metodología planteada se convierte en una herramienta para determinar los montos de inversión necesarios.

Una ventaja adicional de esta aproximación a la estimación de las necesidades de inversión en infraestructura es que, al tener un enfoque modular, permite identificar las necesidades de mantenimiento y reemplazo de activos que llegan al final de su vida útil. Esto no es una cuestión menor; el reporte del Banco Mundial (2021) para el G20 “Well Maintained: Economic benefits from more reliable and resilient infrastructure” sostiene que la falta de confiabilidad en las prestaciones de los servicios de infraestructura es un factor que impacta sobre el potencial de crecimiento de las economías y sobre el bienestar de los usuarios. El reporte también indica que esta problemática no se solucionará sin acciones de política y que la digitalización y el cambio climático harán que las economías de la región se vuelvan crecientemente vulnerables a las interrupciones en los servicios. En este sentido, cuantificar las inversiones necesarias para implementar un mantenimiento adecuado del stock de infraestructura es un primer paso fundamental para orientar las políticas públicas en los sectores de infraestructura y se vuelve crucial para alcanzar los ODS.

Una dificultad final para aplicar esta metodología es que los ODS no identifican en todos los casos métricas claras sobre las cuales basar las estimaciones. En los casos en que los ODS no brindan suficiente claridad para derivar un cálculo explícito se definieron objetivos alternativos consistentes con los ODS correspondientes. Es importante recalcar que, en estos casos, la ausencia de indicadores de medición asociados a los ODS abre un espacio para la discrecionalidad. Para solucionarla los autores proponen una serie de indicadores que están alineados con los ODS y para cuyo cálculo existe información disponible. Las definiciones y las fuentes de información utilizadas, los mecanismos de cálculo y los supuestos realizados para el cómputo de la brecha en cada uno de los sectores de infraestructura se detallan en el Anexo.

3.

LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

El acceso a servicios de agua potable y saneamiento de calidad es uno de los desafíos más acuciantes para asegurar el desarrollo de las naciones más relegadas. El impacto de la mejora de estos servicios se mide en vidas salvadas, mejoras en la higiene, menor incidencia de enfermedades gastrointestinales, mayor asistencia escolar, mayor disponibilidad horaria para trabajar y en mejoras de la productividad de las empresas, entre otras tantas dimensiones cruciales para el desarrollo.

Los ciudadanos de la región son muy conscientes de cómo la falta de acceso o de calidad en estos servicios afecta su calidad de vida y productividad. Así lo refleja un análisis reciente del Sector de Conocimiento, Innovación y Comunicación (KIC) del BID que buscaba identificar las palabras clave utilizadas por los usuarios en las redes sociales (Twitter) en relación con los servicios de infraestructura en América Latina y el Caribe entre 2016 y 2018. El principal objetivo era caracterizar las interacciones de los usuarios para entender dónde se centraba su atención. La nube de palabras en las conversaciones sobre agua y saneamiento confirma el predominio de aquellas relacionadas con el suministro de los servicios, como la continuidad y la potabilidad (Gráfico 1).

Gráfico 1. Conversaciones digitales sobre los servicios de suministro de agua en ALC



Fuente: Calderón, Fernández Gómez Platero y Wanner (2020).

Las percepciones de las familias son el reflejo de la pobre calidad de los servicios en los hogares que logran tener acceso. Según la encuesta BID - Latin American Public Opinion Project (LAPOP) 2019, en 2018 el hogar promedio en ALC tenía agua 18 horas al día, desde el servicio casi ininterrumpido de Costa Rica a un promedio de solo 13 horas diarias en Guatemala. A pesar de que la cobertura de agua potable se sitúa en torno al 80% en la mayoría de los países, menos del 60% de las personas opta por beber el agua que recibe del grifo. México es el caso extremo: a pesar de una cobertura del 81%, solo el 16% de los mexicanos declara beber agua del grifo (DIA 2020).

La falta de acceso a servicios de agua potable y saneamiento de calidad no solo perjudica la vida de los ciudadanos, sobre todo para los más pobres que no cuentan con alternativas, sino que también impacta en la productividad de las empresas de la región. De acuerdo con la Encuesta de Empresas del Banco Mundial, el 16% de las empresas de la región manifestaron que experimentan insuficiencias recurrentes en el suministro de agua (Tabla 1). Estos números ubican a ALC solo por delante de África Sub-Sahariana y de Oriente Medio y Norte de África en lo que respecta a este indicador en comparación con el resto de las regiones en desarrollo del mundo.

Tabla 1. *Porcentaje de empresas que experimentan insuficiencias en el suministro de agua*

REGIÓN	PORCENTAJE DE EMPRESAS
Europa y Asia Central	6,7
Asia Oriental y Pacífico	10,2
Sur de Asia	11,3
América Latina y el Caribe	15,9
Oriente Medio y Norte de África	19
África Sub-Sahariana	22,7

Fuente: Encuesta de Empresas, Banco Mundial (2019).

Sin embargo, no son todas malas noticias con respecto a los servicios de agua potable y saneamiento en la región. Durante las últimas dos décadas, ALC ha realizado grandes avances en el acceso a los servicios, que ciertamente deben ser matizados por los estándares bajo los cuales es alcanzado.

Para evaluar el progreso alcanzado en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de 2015 se consideraba que todos los hogares con agua por tubería o que utilizaban agua proveniente de una fuente protegida (por ejem-

plo, cisternas cubiertas, pozos protegidos o manantiales) tenían acceso a agua “mejorada”. Según la Encuesta Barómetro de las Américas 2018-19 realizada por LAPOP, el porcentaje de hogares urbanos en la región en esta categoría llegó al 96,7%. Sin embargo, en 2015 los ODS subieron considerablemente el estándar. La nueva referencia es alcanzar el acceso a agua “gestionada de forma segura”, lo que significa agua mejorada suministrada en el propio sitio (generalmente el hogar), disponible cuando se necesita y libre de contaminación. Alcanzar el acceso universal a agua gestionada de forma segura hacia 2030 es un objetivo ambicioso, que no solo requiere un esfuerzo sustancial y recursos financieros, sino también contar con los datos necesarios, actualmente casi inexistentes, para evaluar la situación actual, idear soluciones y monitorear los avances (Bain *et al.*, 2018).

El análisis de datos sobre acceso intermedio puede dar una idea del trabajo por delante. Por ejemplo, desplazar el umbral de “agua por tubería en cualquier fuente disponible” a “agua por tubería dentro del hogar” implica una caída considerable de las tasas de acceso (Gráfico 2, panel A). La situación en las zonas rurales es mucho peor que en las urbanas, cualquiera sea la definición de acceso. También hay importantes diferencias entre los hogares más pobres y más ricos, sobre todo en Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, El Salvador y México (Gómez-Vidal, Machado y Datshkovsky, 2020).

Las soluciones de saneamiento varían según las zonas. En general, las zonas urbanas son más aptas para las redes de alcantarillado conectadas a una planta de tratamiento. En cambio, en zonas más remotas se requieren soluciones de una escala más pequeña o individual, como las fosas sépticas o las letrinas de compostaje, porque las viviendas son pocas y están alejadas entre sí. Esto se ve reflejando en las tasas de acceso a saneamiento urbano y rural (ver Gráfico 2, panel B).

De la misma forma que con el acceso al agua, entre los ODM y los ODS se elevó el estándar sobre acceso a saneamiento. Los ODM instituyeron el concepto de saneamiento mejorado, que incluye medidas para evitar el contacto humano con los excrementos e instalaciones que no sean compartidas entre hogares. Los ODS elevaron el estándar a lo que hoy se conoce como saneamiento gestionado de forma segura, que requiere, adicionalmente, que los excrementos humanos se eliminen o traten de forma segura.

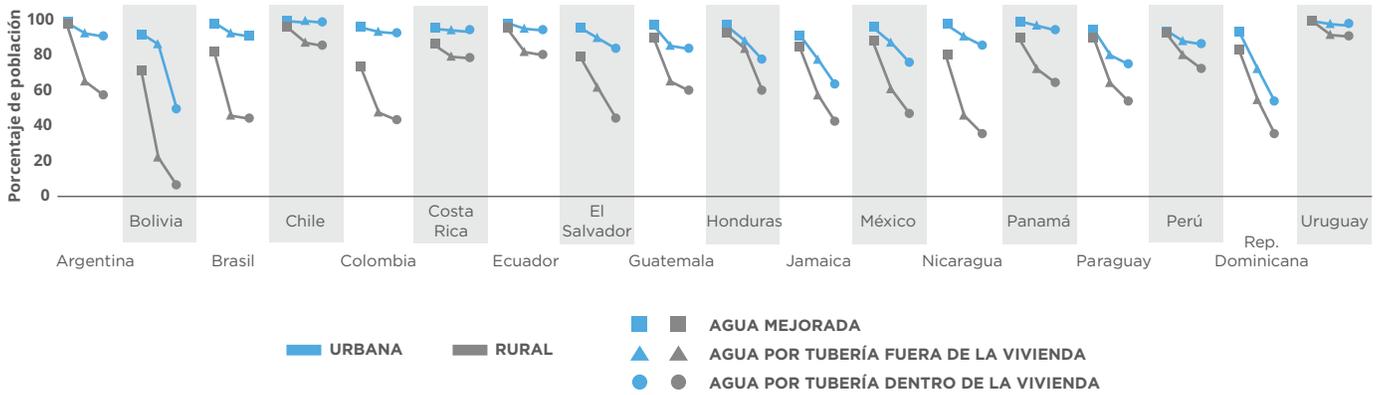
La Encuesta Barómetro de las Américas 2018-19 realizada por LAPOP revela que, independientemente de cómo se defina su calidad, el acceso a los servicios de saneamiento es menor al acceso al agua en toda la región. Un desafío importante es ampliar los servicios a los asentamientos informales en zonas urbanas y periurbanas. La expansión poblacional desordenada, la construcción rudimentaria de viviendas y la falta de vivienda propia dificultan la adopción de soluciones convencionales.

Si las tasas de conexión son bajas, la cantidad de desechos recolectados y tratados es aún más reducida. En la región se trata aproximadamente solo entre el 30% y el 40% de las aguas residuales recolectadas (Banco Mundial, 2019). En términos regionales, tan solo África Subsahariana y el Sur de Asia están por detrás de ALC

en este aspecto. Las pocas excepciones son Chile, donde las tasas de acceso aumentaron del 21% en 2000 al 100% en 2012, y México, donde crecieron del 23% en 2000 a cerca del 63% en 2017 (OCDE, 2017).

Gráfico 2. Acceso a los servicios de suministro de agua y saneamiento en ALC

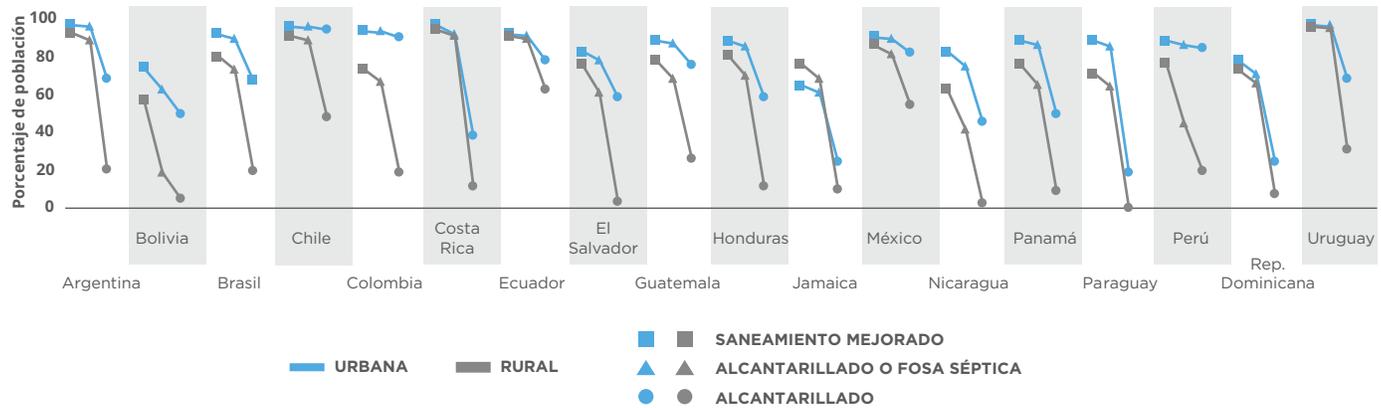
PANEL A. ACCESO A AGUA



Fuente: Cavallo et al. (2020)

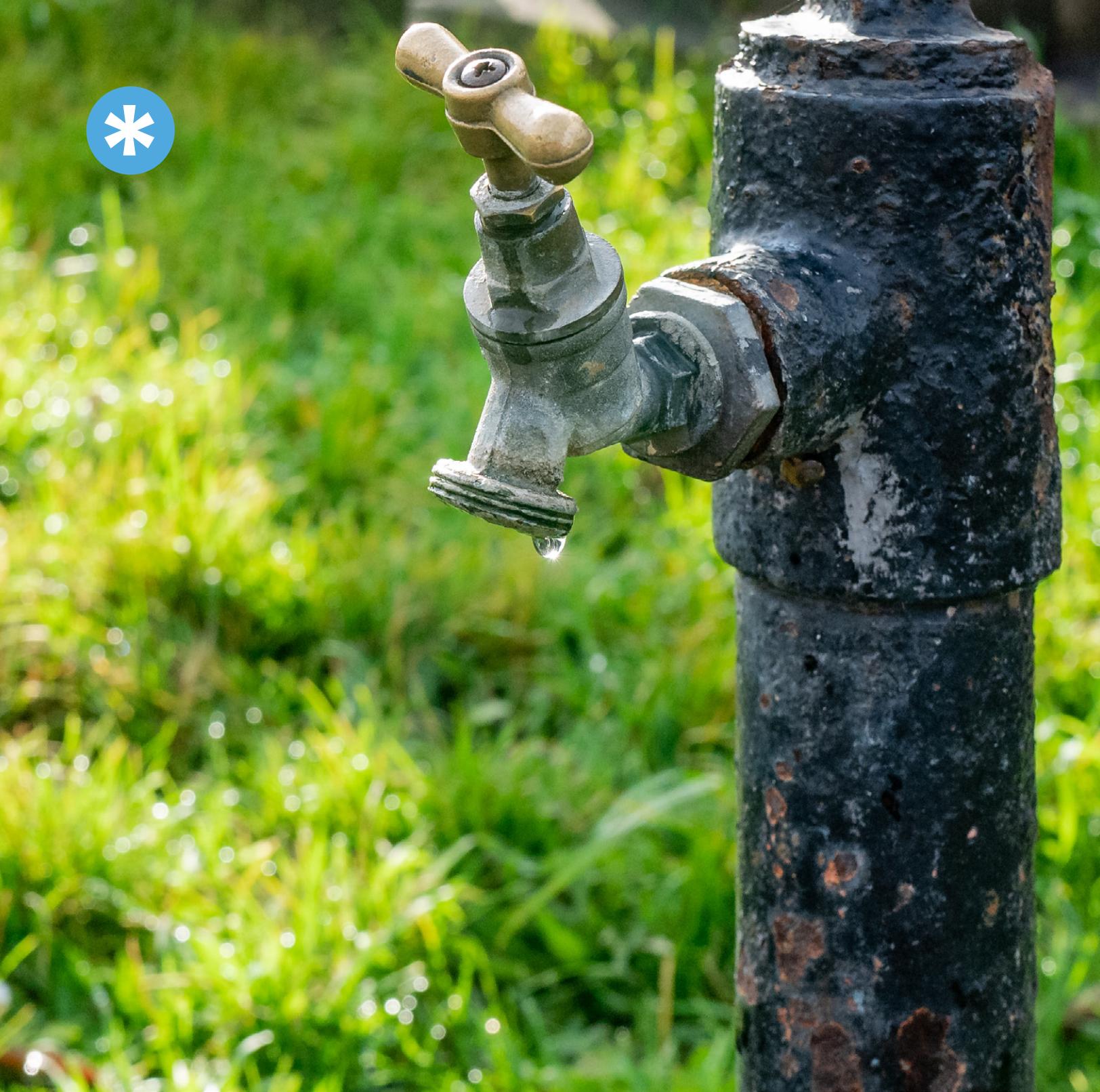
Nota: El “agua mejorada” proviene de tuberías, pozos protegidos, agua de lluvia o manantiales protegidos. “Red pública fuera de la vivienda” significa ya sea en el patio o dentro de la vivienda. “Agua por tubería dentro de la vivienda” significa dentro de la vivienda misma.

PANEL B. ACCESO A SANEAMIENTO



Fuente: Cavallo et al. (2020)

Nota: “Saneamiento mejorado” implica ya sea inodoro o letrina que separa la excreta del contacto humano y es utilizado solo por un hogar. “Alcantarillado o fosa séptica” se refiere a un sistema de saneamiento en el que la excreta está ya sea conectada a tuberías de alcantarillado o a un sistema séptico. “Alcantarillado” se refiere a un sistema de saneamiento en el que el hogar está conectado a tuberías de alcantarillado.



El acceso a servicios de agua potable y saneamiento de calidad es uno de los desafíos más acuciantes para asegurar el desarrollo de las naciones más relegadas.

/ Pág. 07



ESTIMACIÓN DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

La estimación de la brecha de infraestructura para los servicios de agua potable y saneamiento cuenta con tres módulos: el acceso a agua potable segura, el acceso a saneamiento seguro y la brecha de infraestructura de plantas de tratamiento para las aguas residuales.

La brecha de acceso a servicios de agua potable

En lo que respecta al acceso a los servicios de agua potable, la definición de los ODS es clara: apunta a lograr la universalización del acceso gestionado de forma segura para el año 2030. El ODS relevante en este caso es el ODS-6 y la meta relevante la 6.1, que declara la necesidad de “lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos” para el año 2030. El indicador específico para hacer el seguimiento de esta meta es la proporción de la población con acceso a servicios de agua potable gestionada de forma segura. Cabe destacar que esta meta tiene asociadas inversiones sobre el acceso e incluye además la necesidad de invertir en aspectos cualitativos del servicio.

Para estimar las tasas de acceso se utilizó información proveniente del Joint Monitoring Program (JMP) que llevan en conjunto la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef). La información disponible permite diferenciar las tasas de acceso bajo los diferentes estándares prefijados por la organización, tanto a nivel urbano como rural. Para mejor referencia, la siguiente tabla contiene la “escalera” de JMP para el monitoreo del acceso al agua para consumo, con sus respectivas definiciones.

Tabla 2. Escalera JMP de acceso al agua para consumo

Gestionado de forma segura	Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada ubicada en la vivienda o lote, disponible en el momento en que se la necesita y libre de contaminación fecal y por químicos prioritarios.
Básico	Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada en la medida de que el tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua no sea mayor a 30 minutos.
Limitado	Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada con un tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua mayor a 30 minutos.
No mejorado	Agua para consumo proveniente de un pozo excavado no protegido o de un manantial no protegido.
Agua de superficie	Agua para consumo proveniente de ríos, represas, lagos, estanques, arroyos, canales o canales de riego.

Fuente: OMS y Unicef (2017).

Nota: las fuentes mejoradas incluyen agua corriente, pozos de agua o sondeo, pozos excavados protegidos, manantiales protegidos, agua de lluvia y agua en envases o agua suministrada (carro cisterna o carreta con tanque pequeño).

La primera dificultad asociada al cálculo es que el JMP no reporta las tasas de acceso a agua gestionada de forma segura para todos los países de la región. Como se cuenta con información completa sobre acceso para todos los países, se evaluaron una serie de supuestos para superar esta limitación. El primero es suponer que, en los países con información faltante, los hogares que tienen acceso lo hacen con el estándar de agua gestionada de forma segura. Evidentemente, así se subestima el valor de la brecha real; en consecuencia, los valores de brecha de infraestructura estimados bajo este supuesto deben considerarse como montos mínimos indispensables. Una segunda alternativa es suponer que, en ese grupo de países, los hogares que actualmente tienen acceso lo hacen únicamente con el estándar de agua básica y, por lo tanto, requieren de inversiones adicionales para alcanzar la meta fijada en el ODS. Es decir, se supone que la población que tiene acceso básico no cuenta con acceso a agua gestionada de forma segura. En este caso, se sobreestima el valor de la brecha real, dado que es esperable que algunos de los hogares que reciben el acceso al servicio bajo el estándar de agua básica también tengan acceso bajo la definición de agua segura. En consecuencia, los valores de brecha de infraestructura estimados bajo este supuesto deben considerarse como máximos.

En definitiva, hemos definido un rango en el cual se encontrarán las inversiones necesarias para alcanzar la meta 6.1 del ODS-6 al año 2030¹¹. Este rango se ve acotado porque los países sobre los que sí existe información de acceso bajo el estándar de agua gestionada de forma segura –sobre los que no existe incertidumbre ni necesidad de realizar supuestos adicionales– representan casi el 80% de la población de la región. Por lo tanto, el impacto que tiene esta limitación en la información sobre el cálculo de la brecha de infraestructura es limitado.

Una vez definida la cantidad de hogares en la región que no cuentan con acceso a los servicios de agua potable gestionada de forma segura, para estimar las necesidades de inversión para asegurar el cumplimiento del componente de infraestructura del ODS hubo que imputar el costo individual de proveer las nuevas conexiones para dichos hogares y para los nuevos hogares que surgirán como consecuencia del crecimiento poblacional hasta el año 2030. Para estimar cada uno de los costos relevantes se utilizaron múltiples fuentes, desde las opiniones de expertos y de proyectos del BID en la región hasta trabajos académicos como Hutton y Varughese (2016), que incluye información para 24 países de la región respecto de los costos unitarios de diferentes soluciones que permiten garantizar el acceso a agua potable y saneamiento bajo diversos estándares de calidad¹².

El resultado de este análisis es que la región necesita invertir entre 64.505 y 90.620 millones de dólares en nueva infraestructura para garantizar la universalización del acceso a agua gestionada de forma segura en el año 2030, dependiendo del esce-

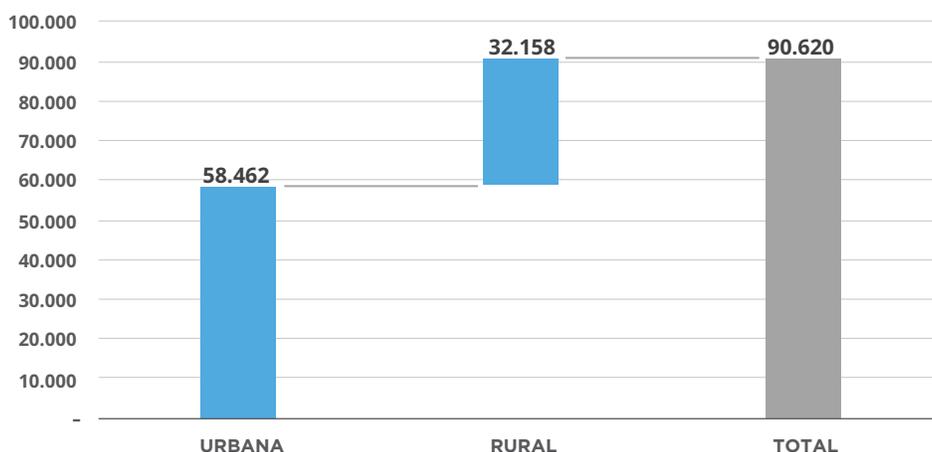
¹¹ Una tercera opción sería establecer un valor central entre ambos supuestos extremos, pero fijar dicho valor sería arbitrario. El conocimiento del sector en ALC nos hace pensar que para los países con información faltante es más cercano a la realidad suponer que las personas con acceso reportado no cuentan con acceso gestionado de forma segura, sino únicamente con acceso básico, y que requieren, por tanto, de inversiones adicionales.

¹² Ver en el Anexo el listado de las fuentes utilizadas y el detalle de los valores considerados para el cómputo de la brecha.

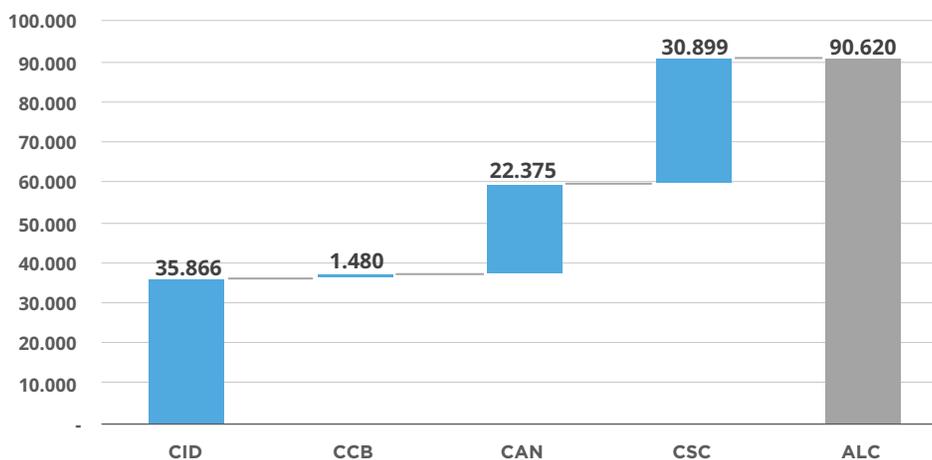
nario de inversión. Aproximadamente dos terceras partes de ese monto deberán invertirse en áreas urbanas; si bien, como se determinó en el diagnóstico, las tasas de acceso son menores en las áreas rurales, el número absoluto de habitantes sin acceso a los servicios es mayor en áreas urbanas. Además, las tendencias migratorias hasta 2030 indican que la migración de zonas rurales a zonas urbanas incrementará aún más las necesidades de inversión en zonas urbanas.

Gráfico 3. Necesidades de inversión total hasta 2030 en nueva infraestructura para garantizar el acceso seguro a agua potable: escenario de máxima inversión (millones de dólares)

POR ÁREA GEOGRÁFICA



POR REGIÓN



Fuente: elaboración propia.

Nota: CID es el Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana del BID; CCB es el Departamento de Países del Caribe (Las Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tobago) del BID; CAN es el Departamento de Países del Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) del BID; CCS es el Departamento de Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del BID.

Sin embargo, para obtener el acceso universal a los servicios de agua potable gestionada de forma segura no solo es necesario realizar inversiones en nueva infraestructura; además hay que mantener los activos existentes y reemplazar aquellos que lleguen al fin de su vida útil. Para mantener y reponer los activos existentes para alcanzar el ODS-6, la región deberá invertir entre 44.381 y 52.041 millones de dólares adicionales de aquí a 2030 (ver el Anexo para el detalle de los supuestos), dependiendo del escenario de inversión. Como consecuencia, el escenario de mínima supone la necesidad de invertir 108.886 millones de dólares; mientras que en el escenario de máxima ese monto se eleva a 142.661 millones de dólares. Este escenario de máxima inversión se traduce en necesidades anuales de inversión promedio del orden de 0,2% del PBI regional. La siguiente tabla resume las necesidades de inversión previstas para ALC y cada uno de los países de la región.

Tabla 3. Necesidades de inversión total hasta 2030 para cerrar la brecha de infraestructura de acceso a agua gestionada de forma segura por país (millones de dólares): escenario de máxima inversión

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN		
	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL
Argentina	8.067	4.230	12.296
Bahamas	82	41	124
Barbados	53	29	82
Belice	117	47	164
Bolivia	2.927	1.321	4.248
Brasil	20.461	16.262	36.723
Chile	959	1.148	2.107
Colombia	5.290	3.600	8.889
Costa Rica	445	358	804
Ecuador	2.402	1.303	3.705
El Salvador	1.479	699	2.178
Guatemala	4.120	1.692	5.813
Guyana	208	91	298
Haití	3.928	1.377	5.305
Honduras	2.937	1.182	4.119
Jamaica	708	326	1.034
México	18.003	9.587	27.590
Nicaragua	1.283	502	1.784
Panamá	1.113	502	1.614
Paraguay	1.260	599	1.858
Perú	5.344	2.592	7.936
República Dominicana	2.440	1.176	3.617
Suriname	131	59	190
Trinidad y Tobago	298	138	436
Uruguay	152	230	382
Venezuela	6.413	2.950	9.363
Total América Latina y el Caribe	90.620	52.041	142.661
Inversión anual (% del PBI)	0,13%	0,07%	0,20%

Fuente: elaboración propia.

La brecha de acceso a servicios de saneamiento

Para determinar la brecha de infraestructura vinculada al acceso a los servicios de saneamiento el ODS relevante es nuevamente el ODS-6; la meta 6.2 declara la necesidad de “Para 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad”. El indicador específico para hacer el seguimiento de esta meta es la proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento gestionado de forma segura.

Para estimar las tasas de acceso se utilizó información proveniente del JMP, administrado por la OMS y Unicef. La información disponible permite diferenciar las tasas de acceso a los servicios de saneamiento bajo los diferentes estándares prefijados por la organización, tanto a nivel urbano como rural. Para mejor referencia, la siguiente tabla contiene la escalera de JMP para el monitoreo del acceso a saneamiento, con sus respectivas definiciones.

Tabla 4. Escalera JMP de acceso al saneamiento

Gestionado de forma segura	Uso de una instalación de saneamiento mejorada que no se comparte con otros hogares y donde los excrementos se contienen y eliminan de forma segura en el sitio o se transportan y se tratan fuera del sitio.
Básico	Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares.
Limitado	Uso de instalaciones mejoradas compartidas entre dos o más hogares.
No mejorado	Uso de letrinas de fosa simple sin losa o plataforma, letrinas colgantes y letrinas de cubo.
Defecación al aire libre	Depósito de las heces humanas en campos abiertos, bosques, cuerpos de agua abiertos, playas u otros espacios abiertos o desechado con los desechos sólidos.

Fuente: OMS y Unicef (2017).

Nota: las instalaciones mejoradas incluyen inodoros conectados a redes de alcantarillado, fosas sépticas o letrinas de fosa simple; letrinas mejoradas ventiladas, letrinas de compostaje o letrinas de fosa simple con losa.

Al igual que en el caso de agua potable, el JMP no reporta las tasas de acceso gestionado de forma segura para todos los países de la región. Considerando que sí se cuenta con información completa sobre acceso para todos los países, para superar esta limitación se realizaron supuestos análogos a los utilizados en el caso de agua potable para determinar un rango de inversiones necesarias para alcanzar la meta 6.2 del ODS-6 hacia el año 2030.

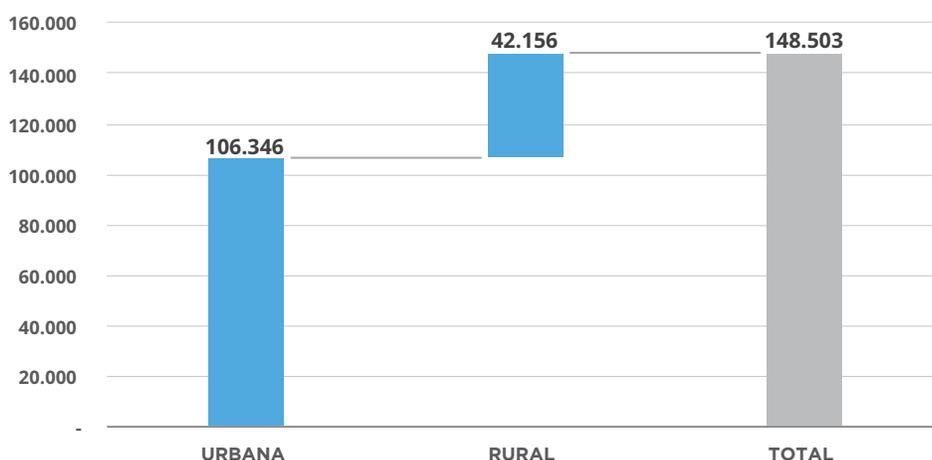
Definida la cantidad de hogares en la región que no cuentan con acceso a los servicios de saneamiento gestionado de forma segura, la estimación de las necesidades de inversión para cumplir con el componente de infraestructura del ODS requirió imputar el costo individual de proveer las nuevas conexiones para dichos hoga-

res, así como para el incremento de hogares como consecuencia del crecimiento poblacional hasta el año 2030. Para estimar cada uno de los costos relevantes se utilizaron múltiples fuentes, desde las opiniones de expertos y de proyectos operativos (en curso y finalizados) del BID en la región hasta trabajos académicos como Hutton y Varughese (2016), que incluye información para 24 países de la región respecto de los costos unitarios de diferentes soluciones que permiten garantizar el acceso a agua potable y saneamiento bajo diversos estándares de calidad¹³.

El resultado de este análisis es que la región necesita invertir, dependiendo del escenario de inversión, entre 128.760 y 148.503 millones de dólares en nueva infraestructura para garantizar la universalización del acceso a servicios de saneamiento gestionado de forma segura en el año 2030. Alrededor del 70% de estas inversiones debe realizarse en áreas urbanas; si bien las tasas de acceso son menores en las áreas rurales, el número absoluto de habitantes sin acceso a los servicios de saneamiento es mayor en áreas urbanas. De acuerdo a los estudios revisados, asegurar la conexión puede resultar más costoso en entornos urbanos que en entornos rurales, en los que se puede optar por soluciones descentralizadas. Adicionalmente, las tendencias migratorias hasta 2030 indican que la migración de zonas rurales a zonas urbanas incrementará las necesidades de inversión en zonas urbanas.

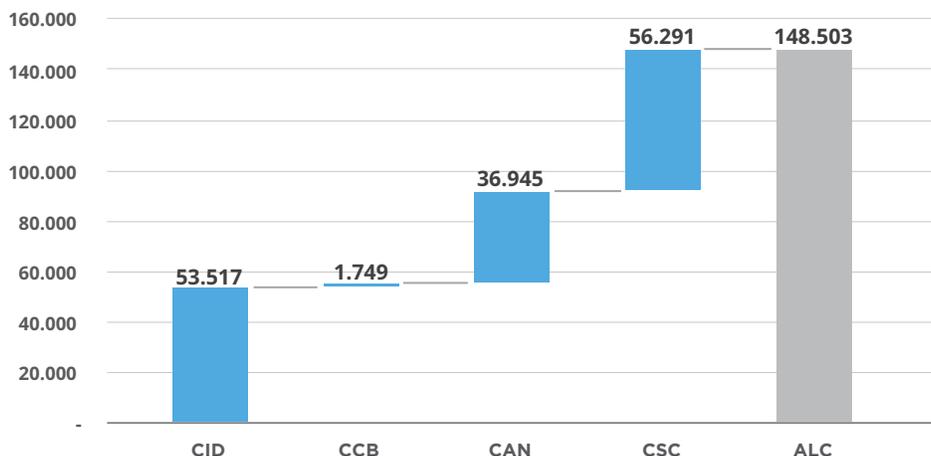
Gráfico 4. Necesidades de inversión total hasta 2030 en nueva infraestructura para garantizar el acceso seguro a los servicios de saneamiento: escenario de máxima inversión (millones de dólares)

POR ÁREA GEOGRÁFICA



¹³ El listado de las fuentes utilizadas y el detalle de los valores considerados para el cómputo de la brecha pueden ser consultados en el Anexo.

POR REGIÓN



Fuente: elaboración propia.

Nota: CID es el Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana del BID; CCB es el Departamento de Países del Caribe (Las Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tobago) del BID; CAN es el Departamento de Países del Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) del BID; CCS es el Departamento de Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del BID.

Sin embargo, para obtener el acceso universal a los servicios de saneamiento gestionado de forma segura no solo es necesario realizar inversiones en nueva infraestructura; es necesario también mantener los activos existentes y reemplazar aquellos que lleguen al fin de su vida útil. Considerando estas inversiones adicionales necesarias para alcanzar el ODS-6 (ver el Anexo para el detalle de los supuestos), dependiendo del escenario de inversión, la región deberá invertir entre 60.087 y 65.878 millones de dólares adicionales de aquí a 2030 para mantener los activos existentes y reponerlos. Como consecuencia, en el escenario de mínima inversión se invertiría un total de 188.847 millones de dólares; mientras que en el escenario de máxima inversión este monto se eleva a 214.381 millones de dólares. En el escenario de máxima inversión las necesidades anuales de inversión son el 0,3% del PBI regional. La siguiente tabla resume las necesidades de inversión estimadas para cada país de ALC.

Tabla 5. Necesidades de inversión total hasta 2030 para cerrar la brecha de infraestructura de acceso a saneamiento gestionado de forma segura por país (millones de dólares): escenario de máxima inversión

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN		
	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL
Argentina	12.045	5.356	17.401
Bahamas	109	50	159
Barbados	66	35	101
Belice	141	56	197
Bolivia	4.396	1.542	5.939
Brasil	40.132	19.839	59.971
Chile	1.701	1.335	3.036
Colombia	12.771	5.310	18.080
Costa Rica	1.409	671	2.081
Ecuador	4.102	1.802	5.903
El Salvador	2.282	971	3.252
Guatemala	9.083	3.150	12.233
Guyana	239	109	348
Haití	6.235	1.970	8.205
Honduras	3.305	1.277	4.582
Jamaica	818	386	1.205
México	23.617	11.413	35.030
Nicaragua	2.452	883	3.335
Panamá	1.525	623	2.148
Paraguay	1.618	738	2.356
Perú	8.548	3.395	11.943
República Dominicana	3.467	1.455	4.922
Suriname	181	75	256
Trinidad y Tobago	336	161	497
Uruguay	796	419	1.215
Venezuela	7.128	2.858	9.986
Total América Latina y el Caribe	148.503	65.878	214.381
Inversión anual (% del PBI)	0,21%	0,09%	0,30%

Fuente: elaboración propia.

La brecha de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

Finalmente, es necesario considerar las inversiones en infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales. La meta 6.3 declara la necesidad de “reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar”. Sin embargo, dicha meta puede entrar en conflicto con la anterior, que busca garantizar la universalidad del acceso a saneamiento seguro, cuya definición requiere que los excrementos sean “conducidos fuera del hogar para ser tratados”. Por ello, en el presente módulo se

consideró la necesidad de proveer tratamiento en plantas al 100% de los efluentes generados a nivel urbano, entendiendo que en el ámbito rural existen soluciones que permiten el tratamiento *in-situ* a nivel individual o comunal.

Para realizar las estimaciones de las necesidades de inversión se utilizó la información sobre porcentaje de aguas residuales tratadas reportada por la Organización Mundial de la Salud en la página de seguimiento al ODS 6.3.¹⁴

Para calcular las necesidades de inversión en tratamiento de aguas residuales supusimos que cada solución tecnológica contribuirá en igual proporción al cierre de la brecha. Luego utilizamos los costos unitarios de cada una de las tecnologías disponibles para proveer las soluciones requeridas en las ciudades de la región¹⁵. El resultado es que para dar cumplimiento a la meta del ODS-6 será necesario invertir hasta el año 2030 alrededor de 16.848 millones de dólares en infraestructura nueva de tratamiento de aguas residuales en los países con información disponible. No se incluye información sobre necesidades de inversión en mantenimiento y reemplazo de activos debido a que resulta difícil cuantificar el stock de infraestructura de tratamiento, cuyo valor es altamente sensible al tipo de tecnología utilizado.

Tabla 6. Necesidades de inversión total hasta 2030 para cerrar la brecha de infraestructura de tratamiento de aguas residuales (millones de dólares)

País	NECESIDADES DE INVERSIÓN (NUEVA INFRAESTRUCTURA)
Argentina	2.238
Brasil	7.549
Chile	295
Colombia	2.009
Ecuador	554
El Salvador	179
México	3.001
Perú	1.022
Total América Latina y el Caribe	16.848
Inversión anual (% del PBI)	0,02%

Fuente: elaboración propia.

Nota: ver el Anexo para el detalle de los países sin información disponible.

¹⁴ La brecha de tratamiento de aguas residuales únicamente se ha calculado para los países con información consignada en la página web de la OMS: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, México y Perú. Si bien así se subestima la brecha de tratamiento de aguas residuales, el impacto de esta limitación en la información es limitado ya que dichos países concentran el 80% de la población estimada de ALC en el año 2030.

¹⁵ En el Anexo se encuentran detalladas las fuentes de los costos unitarios y los procedimientos de cálculo utilizados para realizar las estimaciones.



Se consideró la necesidad de proveer tratamiento en plantas al 100% de los efluentes generados a nivel urbano, entendiendo que en el ámbito rural existen soluciones que permiten el tratamiento in-situ a nivel individual o comunal.

/ Pág. 20



Consideraciones finales sobre la brecha de los servicios de agua potable y saneamiento

Las estimaciones referidas a los tres módulos definidos en el sector de agua y saneamiento indican que para cumplir con las metas establecidas en el ODS-6 de garantizar acceso seguro universal a los servicios de agua potable y saneamiento para el año 2030 será necesario construir nueva infraestructura por un total de 255.970 millones de dólares; 183.808 millones para cerrar los déficits actuales en infraestructura y 72.162 millones para construir infraestructura para la atender a la expansión de la demanda esperada. El 70% de las inversiones se concentra en áreas urbanas y el 30% en áreas rurales. Incorporando los costos de mantenimiento y de reemplazo de activos que llegan al fin de su vida útil en el período, cumplir este objetivo requiere invertir anualmente un promedio de 0,5% del PBI regional.

Las estimaciones revelan una cuestión crucial. Al evaluar las necesidades de inversión en el sector de agua y saneamiento es fundamental definir los estándares de calidad con los que se brindarán los servicios. El impacto es significativo: según las estimaciones, garantizar el acceso con los estándares definidos por los ODS incrementa en 120% el costo de garantizar el acceso definido por los ODM. Este hecho enfatiza que encontrar las soluciones más costo-efectivas para las necesidades de los distintos tipos de usuarios es fundamental para viabilizar el cumplimiento de las metas de política que defina cada país.

Una aclaración final es que esta brecha de inversión estimada no incluye potenciales requerimientos que sin duda serán necesarios para mejorar la calidad y cantidad de agua ante efectos no deseados generados por el cambio climático, así como otras inversiones en el sector de agua y saneamiento que pueden ser relevantes desde el punto de vista de los objetivos de política pública. Dentro de estas inversiones se encuentran las grandes obras de cabecera (captación, represamiento), inversiones en ampliación de plantas de tratamiento de agua potable y reservorios. No existe información a nivel de costos unitarios por tipos de tecnología (plantas de tratamiento de agua potable, pozos, galerías filtrantes, obras de represamiento); y adicionalmente su estimación requiere de un análisis *ad-hoc* de las condiciones particulares a nivel de país e inclusive a nivel de ciudad y, por ello, excede el alcance del presente estudio. De manera referencial, el Recuadro 1 muestra estimaciones complementarias a este estudio sobre las inversiones necesarias para gestionar el almacenamiento de agua.

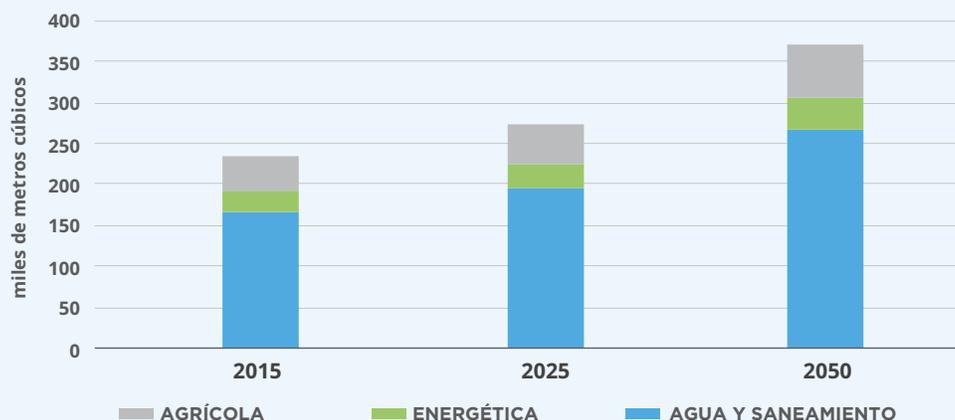
Recuadro 1. Necesidades de inversión en infraestructura de almacenamiento de agua

Cerrar la brecha de infraestructura de agua potable requiere de inversiones en distintos niveles del proceso productivo para garantizar que los ciudadanos cuenten con agua en cantidad y calidad adecuadas. Por ejemplo, además de las redes de distribución se necesitan inversiones complementarias en captación, almacenamiento y tratamiento, entre otros.

El cálculo de la brecha en agua potable realizado en el presente documento incluye inversiones relacionadas principalmente con la expansión de las redes de distribución de agua y las conexiones domiciliarias. Esto se debe a que resulta difícil establecer una metodología de cálculo general para las inversiones complementarias que pueda ser aplicada a todos los países de ALC. Como la magnitud de estas inversiones depende de diversos factores que varían entre países —como la tecnología de potabilización, la escala de producción, la geografía o la disponibilidad de recursos hídricos— se sugiere calcular los montos de estas inversiones caso por caso.

En el documento del BID “A CLEWS Nexus modeling approach to assess water security trajectories and infrastructure needs in Latin America and the Caribbean” (2019) se realiza un cálculo de las necesidades de infraestructura de almacenamiento en agua para ALC. Para ello se calcula la demanda actual y proyectada (2015 - 2050) para tres tipos de uso: agrícola, energético y servicios de agua y saneamiento. Se espera que la demanda agregada en 2025 aumentará en 17% con respecto a su nivel de 2015; y que los requerimientos de agua para distintos usos en 2050 se incrementarán en 59% con respecto al nivel de 2015.

Gráfico R1.1. Demanda proyectada de agua para ALC según tipo de uso



Fuente: elaborado sobre la base de Muñoz-Castillo, Miralles-Wilhelm y Machado (2019).

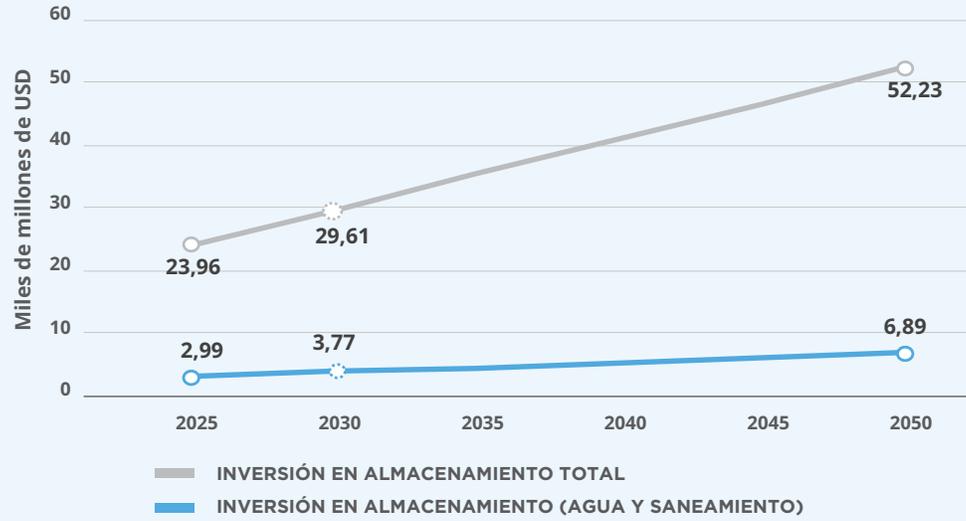
El documento calcula el monto de inversiones necesarias para atender esta creciente demanda con infraestructura de almacenamiento adecuada. Para ello utiliza información de la base de datos de AquaStat sobre la capacidad de almacenamiento existente en cada país, obteniendo que ALC tiene una capacidad de almacenamiento de 1.307 por miles de m³. Esa capacidad se encuentra por encima de la demanda agregada total de la región, pero en el análisis individual se observa que a partir del año 2025 algunos países presentarán déficits de capacidad de almacenamiento.

Para calcular la brecha de infraestructura en almacenamiento el estudio utiliza un costo unitario de inversión de 1 dólar por metro cúbico, que es aplicado al déficit presentado por los países en el horizonte de análisis. Así, la brecha ascendería a 23.960 millones de dólares en 2025 y a 52.220 millones de dólares en 2050. Suponiendo una progresión lineal, los requerimientos de inversión hasta 2030 ascenderían a 29.612 millones de dólares para almacenamiento de agua en usos agrícola, energético y para servicios de agua potable y saneamiento.

El requerimiento de almacenamiento de agua para uso agrícola es obviamente de suma importancia para el desarrollo, pero escapa al alcance del presente ejercicio de cálculo de brechas, que se encuentra centrado en servicios públicos. Del mismo modo, y como nuestro cálculo de la brecha en electricidad ya incluye un componente análogo, se opta por excluir el requerimiento de agua para uso energético a fin de evitar una doble contabilización.

Para determinar la brecha de inversión en almacenamiento correspondiente a servicios de agua y saneamiento se calcula el porcentaje que representa la demanda para agua y saneamiento dentro de la demanda total de agua de cada país. Este porcentaje se multiplica por la capacidad de almacenamiento a fin de aproximar la capacidad de almacenamiento que tiene cada país para atender a la demanda de uso poblacional. De esta forma se puede calcular la brecha de inversión multiplicando el costo unitario de inversión por el déficit de almacenamiento para uso poblacional observado en cada país. Así, para 2030 será necesario invertir aproximadamente 3.769 millones de dólares para garantizar el almacenamiento que permita atender la creciente demanda de servicios de agua potable y saneamiento en ALC.

Gráfico R1.2. Costo estimado de inversión requerida en infraestructura de almacenamiento de agua



Fuente: elaborado sobre la base de Muñoz-Castillo, Miralles-Wilhelm y Machado (2019).

4.

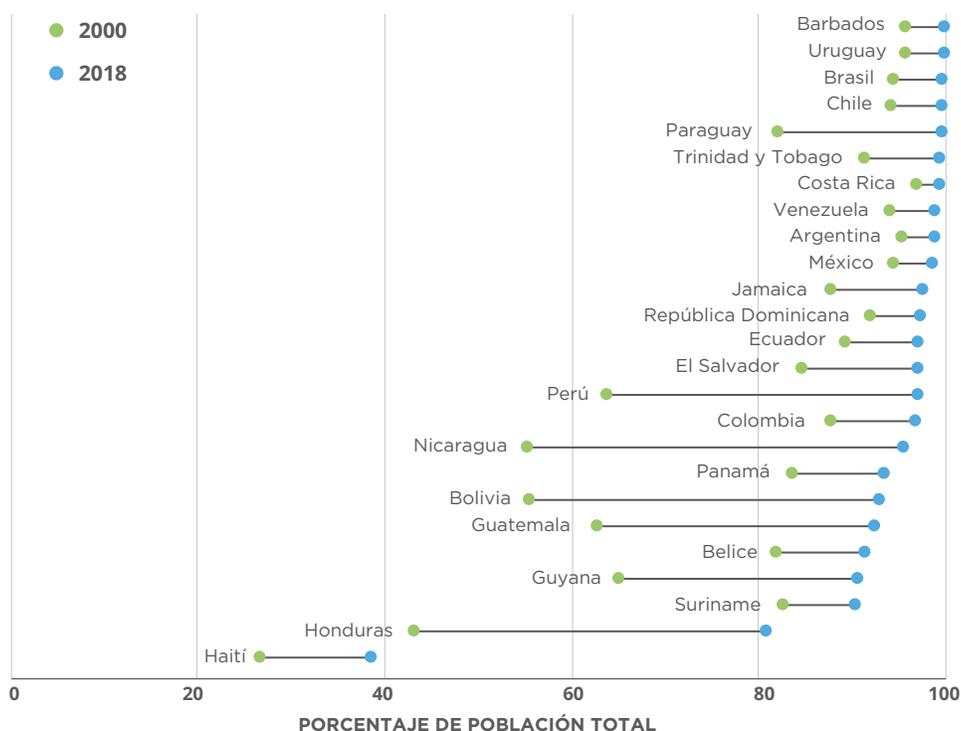
LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN EL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

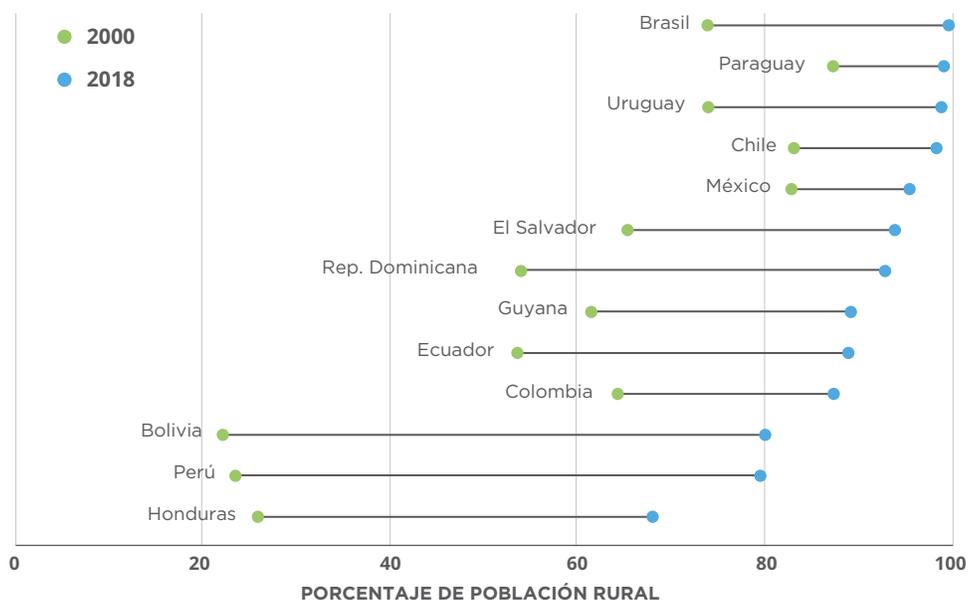
En las últimas dos décadas, ALC ha realizado grandes avances en el acceso al servicio eléctrico comparando con los de otras regiones en desarrollo. Estos avances son significativos: ALC está por encima del promedio mundial y solo es superada por América de Norte, Europa y Asia Central. Sin embargo, este progreso oculta una gran heterogeneidad tanto entre países como entre zonas rurales y urbanas (Castillo *et al.*, 2019). Mientras la mayoría de los países de la región tiene niveles de acceso al servicio eléctrico superiores al 90%, en Haití sólo cuenta con una conexión eléctrica el 39% de la población. El Gráfico 5 muestra la evolución del acceso a servicios eléctricos por país en ALC.

Gráfico 5. Evolución del acceso a los servicios de suministro eléctrico en ALC 2000-2018

PANEL A. EVOLUCIÓN DEL ACCESO TOTAL A ELECTRICIDAD



PANEL B. EVOLUCIÓN DEL ACCESO RURAL A ELECTRICIDAD



Fuente: Cavallo et al. (2020) y Sanin (2019).

Las disparidades entre las zonas urbanas y rurales tienden a exacerbarse al considerar aspectos cualitativos. La región ha realizado grandes avances en aumentar la cobertura en zonas rurales (Honduras, Bolivia y Perú son casos claros), pero dicho aumento se ha realizado con soluciones descentralizadas que permiten el consumo de pocos artefactos y que, en muchos casos, no garantizan la continuidad del servicio. En la medida en que se alcanzan los objetivos de cobertura universal, las inversiones requeridas para alcanzar la “última milla” se vuelven más costosas y difíciles de proveer, en especial si el objetivo es proveer el servicio con una calidad suficiente. Como es de esperar, esta problemática afecta desproporcionadamente a la población de menores ingresos: en Panamá el 47% de los hogares pertenecientes al quintil más pobre no tiene acceso a la electricidad; en Guatemala y Honduras esta cifra supera el 30% y en Bolivia y Perú es más del 20% (Iorio y Sanin, 2019).

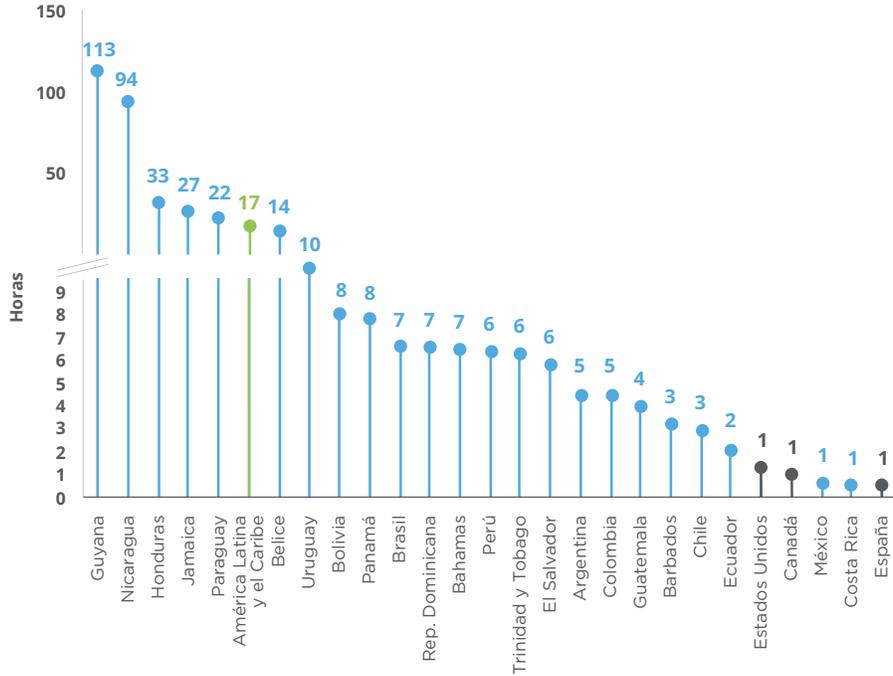
Más allá de la necesidad de lograr la universalización del acceso a la electricidad, la región enfrenta múltiples desafíos vinculados con la mejora de la calidad del servicio y para garantizar la sostenibilidad ambiental de la generación eléctrica. Una matriz energética basada en fuentes limpias y principalmente orientada en renovables permitirá la reducción de emisiones contaminantes, conforme a lo previsto en el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático de 2015, cuyo objetivo es “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales...” (Naciones Unidas, 2015).

Los problemas con la calidad del servicio eléctrico no son exclusivos de las zonas geográficamente remotas o de las poblaciones de menores ingresos. Durante 2018, los países de la región experimentaron en promedio 13 interrupciones cuya duración promedio fue de 17 minutos. La media es alta en comparación con los países desarrollados y varía ampliamente entre países (Gráfico 6). México reporta números de interrupciones y duración similares a España, mientras que Honduras reporta 23 veces más interrupciones que México, y en promedio ellas duran 33 veces más. Las interrupciones significan costos concretos para los hogares y las empresas, expresados en pérdidas de ventas, daños a los artefactos eléctricos e incluso la pérdida de alimentos por la interrupción de la cadena de frío.

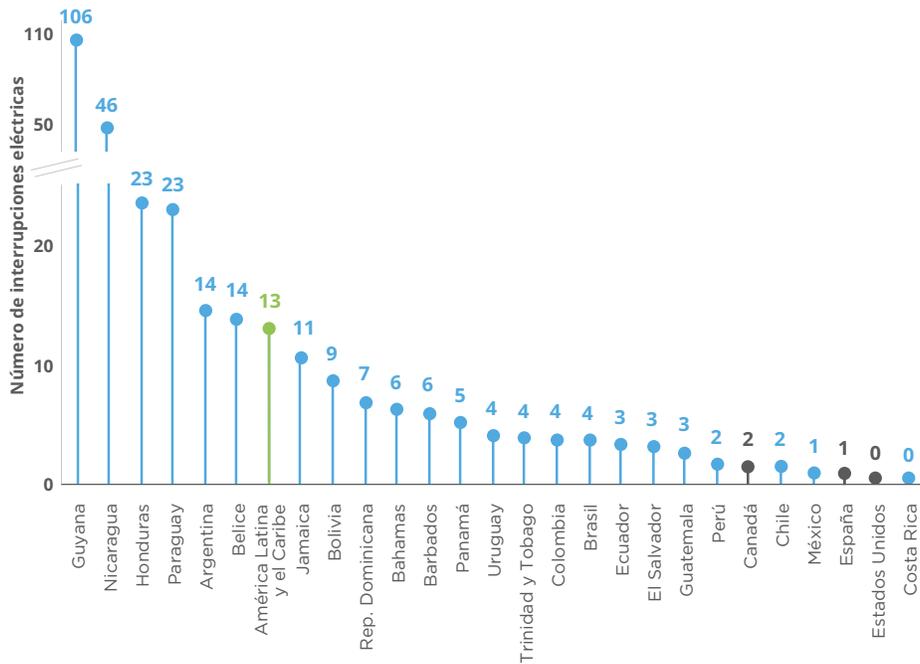
En lo que respecta a la sostenibilidad ambiental, la región a nivel agregado ha tenido históricamente la matriz de generación energética más limpia entre las regiones en desarrollo. Este logro surge de un uso intensivo de la generación hidroeléctrica, lo cual significa un desafío: como las fuentes hidroeléctricas más prometedoras y económicas ya han sido explotadas, mantener la matriz de generación eléctrica limpia requiere desarrollar inversiones en otras tecnologías renovables, como la eólica o la fotovoltaica. La incertidumbre respecto de los costos de afrontar dicha transición hacia energías renovables intermitentes es significativa. Desde el punto de vista de los costos, éstas han ganado competitividad en los últimos años, observándose una reducción marcada en las últimas dos décadas. Al mismo tiempo, sin embargo, un entorno donde las energías renovables intermitentes representen una proporción mayor del mix de generación requerirá realizar inversiones adicionales para poder gestionar los sistemas eléctricos.

Gráfico 6. Duración y frecuencia promedio de las interrupciones en el servicio eléctrico durante el año 2019

PANEL A. DURACIÓN PROMEDIO DE LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS (SAIDI)



PANEL B. FRECUENCIA PROMEDIO DE LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS (SAIFI)



Fuente: Cavallo et al. (2020)



Más allá de la necesidad de lograr la universalización del acceso a la electricidad, la región enfrenta múltiples desafíos vinculados con la mejora de la calidad del servicio y para garantizar la sostenibilidad ambiental de la generación eléctrica.

/ Pág. 27



ESTIMACIÓN DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La estimación de la brecha de infraestructura para los servicios de energía eléctrica cuenta con dos módulos: el acceso al servicio de energía eléctrica (concentrada en los activos de distribución eléctrica) y la brecha de infraestructura para la generación y transmisión de electricidad.

La brecha de acceso al servicio de energía eléctrica

El primer aspecto considerado para estimar la brecha de infraestructura en el servicio de energía eléctrica es la infraestructura de distribución para garantizar el acceso para los usuarios. El objetivo relevante es el ODS-7, que declara la necesidad de “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” hacia 2030. La meta 7.1 señala que hacia 2030 se debe “garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos”. El indicador específico para hacer el seguimiento de la meta es la proporción de la población que cuenta con acceso a la electricidad.

Para la cobertura del servicio eléctrico urbano y rural el presente estudio utiliza las estimaciones existentes producidas por la División de Energía del BID. El estudio de referencia es la estimación de brechas de inversión para el logro de Acceso Universal a Electricidad residencial en ALC que se encuentra disponible en el Energy Hub¹⁶. En dicho trabajo, los indicadores de cobertura fueron obtenidos de la información disponible en el reporte de OLADE (ver Castillo *et al.* 2019), complementándose con información proveniente de encuestas de hogares y verificada por expertos del BID y por los ministerios de energía de la región. En el estudio mencionado también se reportan los costos unitarios de las diversas soluciones aplicables para garantizar el acceso al servicio eléctrico, desde conexiones a la red en entornos urbanos hasta una variedad de soluciones descentralizadas para las áreas rurales, donde la densidad poblacional no amerita el tendido de redes de distribución¹⁷.

De acuerdo con los cálculos realizados, la región necesitará invertir 25.420 millones de dólares en nueva infraestructura para garantizar la universalización del acceso al servicio eléctrico en el año 2030; aproximadamente el 80% de ese monto corresponde a áreas urbanas. Ello se explica debido a que aunque las tasas de

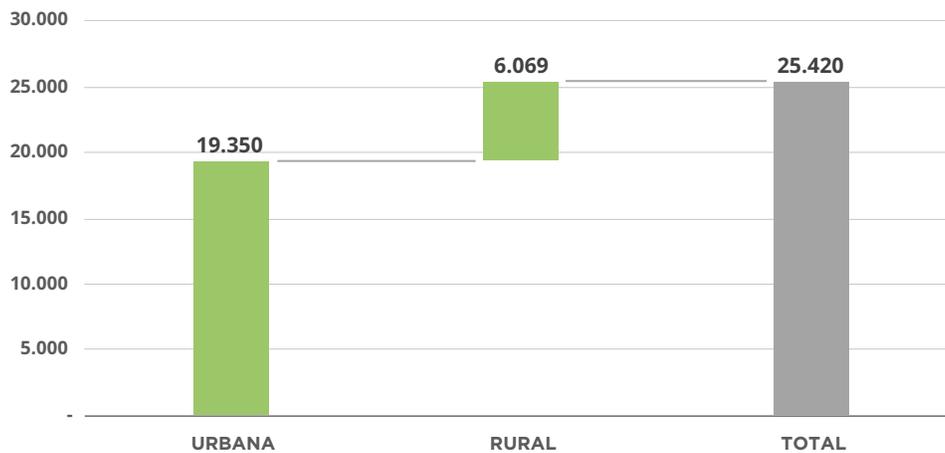
¹⁶ Las estimaciones de “Investment gap for universal access to electricity by 2030” pueden encontrarse en el siguiente enlace: <https://hubenergia.org/en/indicators/investment-gap-universal-access-electricity-2030>. Consultado en agosto de 2021.

¹⁷ Para un mayor detalle sobre el procedimiento de cálculo se puede consultar el Anexo y el documento metodológico de la estimación de brechas de inversión para el logro de Acceso Universal a Electricidad residencial en ALC.

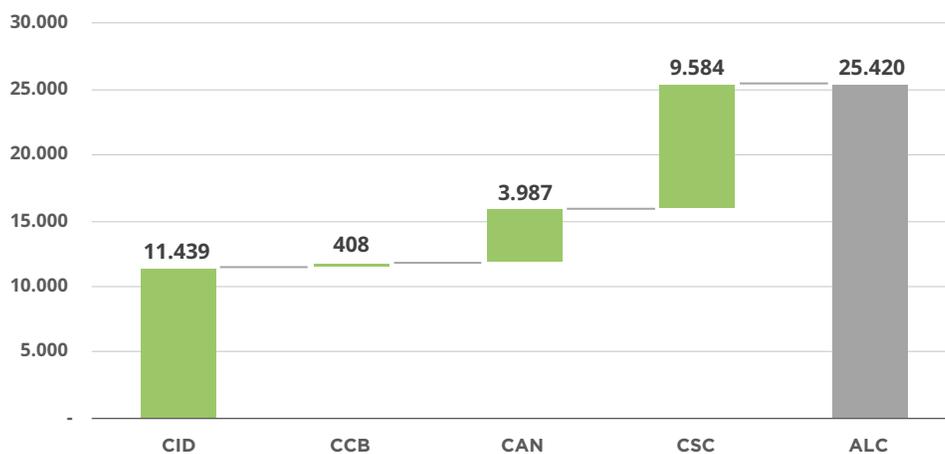
acceso al servicio eléctrico son menores en las áreas rurales, el número absoluto de habitantes sin acceso a los servicios está concentrado en áreas urbanas. Adicionalmente, las proyecciones poblacionales indican que las tendencias migratorias incrementarán el número de usuarios que requerirán acceder al servicio en las ciudades durante la próxima década.

Gráfico 7. Necesidades de inversión total hasta 2030 en nueva infraestructura para garantizar el acceso al servicio eléctrico (millones de dólares)

POR ÁREA GEOGRÁFICA



POR REGIÓN



Fuente: elaboración propia con información de hubenergia.org.

Nota: CID es el Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana del BID; CCB es el Departamento de Países del Caribe (Las Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tobago) del BID; CAN es el Departamento de Países del Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) del BID; CCS es el Departamento de Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del BID.

Tal como vimos para los servicios de agua y saneamiento, a fin de garantizar el cumplimiento de la meta 7.1 de los ODS será necesario realizar inversiones adicionales para mantener los activos existentes de distribución y reemplazar aquellos que lleguen al fin de su vida útil. Estas inversiones adicionales (ver el Anexo para el detalle de los supuestos) alcanzan la cifra de 64.118 millones de dólares. Como consecuencia, la inversión total sería de 89.538 millones de dólares, lo cual implica necesidades anuales de inversión promedio del orden de 0,13% del PBI regional. La siguiente tabla resume las necesidades de inversión previstas para cada uno de los países.

Tabla 7. Necesidades de inversión total hasta 2030 para cerrar la brecha de infraestructura de acceso a electricidad por país (millones de dólares)

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN		
	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL
Argentina	674	4.068	4.743
Barbados	35	39	74
Belice	27	32	59
Bolivia	776	1.222	1.998
Brasil	8.301	24.326	32.627
Chile	310	1.903	2.213
Colombia	1.239	5.026	6.265
Costa Rica	168	540	708
Ecuador	624	1.576	2.200
El Salvador	433	693	1.126
Guatemala	1.425	1.534	2.959
Guyana	99	90	190
Haití	4.876	1.705	6.580
Honduras	833	800	1.633
Jamaica	170	320	490
México	2.551	11.569	14.120
Nicaragua	263	433	696
Panamá	480	487	967
Paraguay	277	659	936
Perú	734	2.940	3.674
República Dominicana	384	1.094	1.478
Suriname	93	69	162
Trinidad y Tobago	11	112	123
Uruguay	23	394	417
Venezuela	615	2.486	3.101
Total América Latina y el Caribe	25.420	64.118	89.538
Inversión anual (% del PBI)	0,04%	0,09%	0,13%

Fuente: elaboración propia.

Nota: ver el Anexo para el detalle de los países sin información disponible.

La brecha de infraestructura para la generación y transmisión de electricidad

Para brindar el servicio eléctrico no basta que los usuarios tengan conexiones en sus casas sino que es necesario tener plantas de generación y líneas de transmisión que produzcan y transmitan la energía demandada. La peculiaridad del mercado eléctrico es que no permite diferencias temporales entre lo que se produce y lo que consume: la energía eléctrica demandada debe ser igual a la ofrecida en intervalos infinitesimales; de lo contrario el sistema eléctrico colapsa. Esto implica que las inversiones planificadas deben incorporar márgenes suficientes tanto en la generación como en la transmisión para garantizar la seguridad energética para los hogares y empresas de la región. Esto es particularmente desafiante en la medida en que toman mayor relevancia en la matriz eléctrica las tecnologías de generación renovable intermitentes (solar, eólica). Al respecto, el ODS-7 plantea dos metas relevantes a alcanzar en el año 2030: la meta 7.1, abordada en la anterior subsección, y la meta 7.2, que requiere “aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas”.

A diferencia del módulo anterior (cobertura universal del servicio de electricidad), los ODS no proveen aquí una meta clara a alcanzar. Por el contrario, existen muchas formas de alcanzar la meta cualitativa de incrementar la energía renovable en las fuentes energéticas, y cada país tiene distintas características intrínsecas en relación con sus recursos y fuentes de energía disponibles. Más allá de eso, y frente a los desafíos de descarbonizar el consumo de energía, gran parte de las inversiones y de los esfuerzos que se están desarrollando en la región para avanzar en la meta 7.2 pasa por aumentar la participación de fuentes renovables en el mix de generación de electricidad, adecuando además el parque generador para incorporar infraestructura resiliente, eficiente y sostenible. La penetración de estas tecnologías en los países de la región dependerá en cada caso de la disponibilidad de recursos naturales (gas natural, petróleo, carbón) y su competencia directa con la caída global en los costos de las nuevas tecnologías, así como de la estructura de mercado y otras condiciones regulatorias.

En el presente trabajo se optó por tomar los patrones del sendero de inversiones del estudio realizado por especialistas del BID (Yepez-García, Hallack, Ji y López Soto, 2019) y su reciente actualización (Yepez-García, Hallack, Mejdalani y López Soto, 2021). A partir de los planes de expansión de generación eléctrica de los países de ALC y de estimaciones sobre la expansión de la demanda eléctrica, dicho trabajo determina las necesidades de inversión requeridas para el período 2020-2030 tanto para expandir la capacidad de generación como para realizar el reemplazo de las plantas de generación que llegan al final de su vida útil. El mix de generación resultante para ALC garantiza el suministro de la demanda eléctrica esperada e incorpora una mayor participación de fuentes libres de emisión dentro de la generación. En estas estimaciones, la participación de las tecnologías eólica y fotovoltaica aumenta desde un 7,9% de la matriz eléctrica de ALC en 2019 hasta un 17,1% en 2030; y la generación libre de emisiones aumenta desde un 63,4% hasta un 70,4%. Cabe destacar que la generación proveniente de las tecnologías eólica y solar crece a una tasa promedio de 9,6% anual acumulado (frente a un 2,3% del



Las inversiones planificadas deben incorporar márgenes suficientes tanto en la generación como en la transmisión para garantizar la seguridad energética para los hogares y empresas de la región, en particular con una mayor inserción de tecnologías de generación renovable intermitente.



crecimiento de la demanda), lo cual se alinea directamente con la definición de los ODS de “aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas”¹⁸.

El resultado indica que la región necesitará invertir 371.494 millones de dólares en nueva infraestructura para la generación y líneas de transmisión eléctrica hasta el año 2030. Adicionalmente, los costos de reemplazo de los activos que lleguen al fin de su vida útil durante el período ascenderían a 116.051 millones de dólares, por lo cual el monto requerido para alcanzar las metas fijadas por el ODS-7 asciende a 487.545 millones de dólares. Esto se traduce en necesidades anuales de inversión del orden de 0,69% del PBI regional. La siguiente tabla resume las necesidades de inversión previstas para ALC y cada uno de los países de la región.

Tabla 8. Necesidades de inversión total hasta 2030 para cerrar la brecha en generación y transmisión eléctrica por país (millones de dólares)

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN		
	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL
Argentina	52.276	22.475	74.751
Belice	1.142	55	1.197
Bolivia	3.987	1.065	5.051
Brasil	108.077	49.228	157.305
Chile	30.240	18.041	48.281
Colombia	25.729	9.070	34.800
Costa Rica	2.621	1.913	4.535
Ecuador	18.819	2.205	21.024
El Salvador	4.915	924	5.838
Guatemala	4.444	1.813	6.257
Guyana	497	36	532
Haití	118	61	179
Honduras	3.211	548	3.759
Jamaica	825	862	1.688
México	81.837	3.129	84.966
Nicaragua	1.582	612	2.194
Panamá	4.450	262	4.712
Paraguay	2.859	213	3.071
Perú	12.562	1.118	13.680
República Dominicana	6.856	293	7.149
Suriname	0	116	116
Trinidad y Tobago	657	662	1.319
Uruguay	3.791	1.350	5.141
Total América Latina y el Caribe	371.494	116.051	487.545
Inversión anual (% del PBI)	0,52%	0,16%	0,69%

Fuente: elaboración propia.

Nota: para el detalle de los países sin información disponible puede consultarse el Anexo.

¹⁸ En el Anexo se detallan las fuentes de información utilizadas, los procedimientos de estimación de la demanda eléctrica en el período y los procedimientos de cálculo para la estimación de las necesidades de inversión.

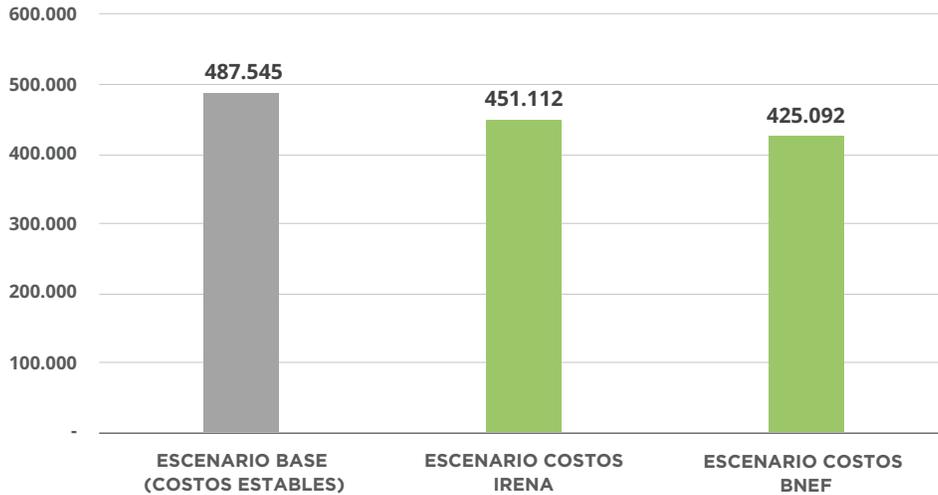
Cabe aclarar que estas estimaciones están sujetas a supuestos sobre los cuales existe un importante grado de incertidumbre, como la evolución temporal de los costos de las tecnologías renovables no convencionales.

En primer lugar, la expansión de la generación renovable cuantificada está en línea con los planes de expansión de la capacidad de generación que reportan los países de la región. Dichos planes suelen ser reevaluados de manera periódica para adaptarlos de manera consistente con sus contribuciones nacionalmente determinadas incrementando la ambición en línea con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París. Esto podría sugerir que los países incorporarán una mayor proporción de fuentes renovables por encima de lo planificado para cumplir compromisos más ambiciosos. Aumentar la participación de las energías renovables generalmente tiene impactos sobre las inversiones no solo de generación, sino también sobre las inversiones complementarias para gestionar adecuadamente una red que garantiza la seguridad energética ante la intermitencia de estas nuevas fuentes de generación. En este sentido, y más allá de que en la estimación utilizada las emisiones en el subsector de generación eléctrica caen más de 23% (por MWh generado), estas inversiones deben ser consideradas como una cota inferior en términos de esfuerzos de mitigación del cambio climático, ya que este escenario puede no estar completamente alineado con la necesidad de una descarbonización profunda de las economías consistente con el Acuerdo de París para “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales...”.

En segundo lugar, las estimaciones de las necesidades de inversión han sido realizadas utilizando los valores actuales del costo de generación de cada una de las tecnologías disponibles de acuerdo con los datos que reporta la National Renewable Energy Agency (NREL) del gobierno de los Estados Unidos. Sin embargo, la tendencia observada durante la última década ha sido de una reducción sostenida en los costos de generación, especialmente los de generación solar y eólica. La región no ha sido ajena a esta tendencia: en 2019, las subastas en la región otorgaron contratos a un precio de 30 dólares por MWh para la energía solar en México, Perú y Chile y para la energía eólica en México, ubicándolos entre los costos más bajos a nivel global (AIE, 2019).

La posible reducción de los requerimientos de inversión como consecuencia de la caída en los costos de generación renovable puede resultar significativa. Por ejemplo, utilizando la tendencia de disminución de costos reportada por la International Renewable Energy Agency (IRENA) durante el último lustro y proyectándolas hacia 2030, las necesidades de inversión totales se reducirían a alrededor de 451.000 millones de dólares. Con los costos proyectados para la generación con renovables no convencionales por Bloomberg New Energy Finance (BNEF), la reducción es incluso mayor, situándose las inversiones en torno a los 425.000 millones de dólares. Esto implica una reducción de hasta un 13% de la inversión total prevista en el escenario base.

Gráfico 8. Impacto sobre las necesidades de inversión en generación eléctrica de la caída de los costos de las fuentes renovables no convencionales (solar, eólica y geotérmica) (millones de dólares)



Fuente: elaboración propia.

Consideraciones finales sobre la brecha del servicio de energía eléctrica

Las estimaciones referidas a los dos módulos definidos para el cálculo de la brecha de infraestructura del servicio eléctrico indican que, para garantizar el acceso universal y sostenible en línea con las metas relacionadas a la infraestructura en el ODS-7, ALC deberá realizar inversiones totales por 577.083 millones de dólares. De esta cifra, 396.914 millones de dólares deben destinarse a construir nueva infraestructura de generación, transmisión y distribución. Por su parte, los costos de mantenimiento de las redes actuales y de reemplazo de activos que llegan al fin de su vida útil en generación, transmisión y distribución ascienden a 180.169 millones de dólares. En suma, cumplir con las metas asociadas a los componentes de infraestructura del ODS-7 requerirá invertir anualmente a nivel regional como mínimo un 0,8% del PBI hasta 2030.

5.

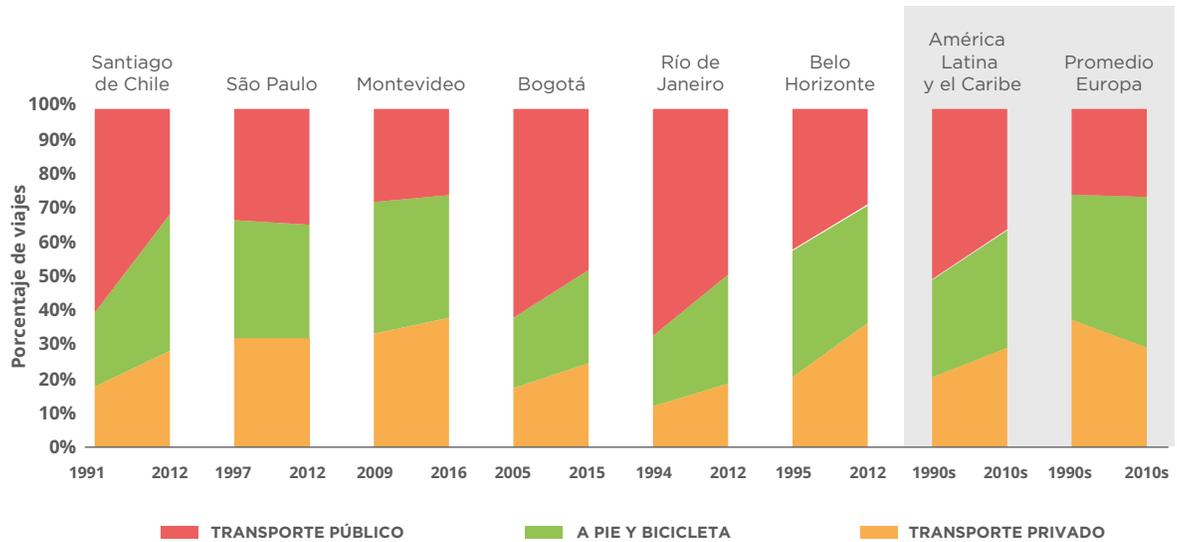
LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE

Los servicios de transporte influyen en el crecimiento económico y en el desarrollo a través de varios canales. Estos canales incluyen desde el impacto directo que tiene la logística sobre los costos de las empresas y su capacidad de exportar bienes eficientemente, integrando las economías a las cadenas de valor regionales y globales, hasta el impacto que la falta de un transporte público urbano adecuado tiene en la población, limitando su accesibilidad al empleo o a servicios de salud, con claras implicancias sobre la productividad y la equidad.

En lo que respecta al transporte urbano, la región muestra pocos progresos en años recientes. Es cierto que, de acuerdo con una encuesta llevada a cabo en 10 ciudades de la región por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), el acceso a una parada de transporte público en un radio de tres cuadras de la vivienda es casi universal: desde 87% en Bogotá y 90% en Ciudad de Panamá y Quito hasta 98% en Buenos Aires y Montevideo. Sin embargo, la baja calidad de los servicios en aspectos como frecuencia, seguridad y fiabilidad reduce los beneficios del transporte. Si bien las paradas de transporte público existen y en muchos casos la infraestructura vial urbana es adecuada, la calidad del servicio es deficiente y por ello el acceso que brinda a los lugares de trabajo y centros de salud o educativos resulta limitado y con inconvenientes. Como consecuencia, los usuarios de la región migran al transporte privado en búsqueda de soluciones para sus necesidades de transporte, tal como muestra el siguiente gráfico para varias ciudades de ALC.

Gráfico 9. Participación por modo de transporte en ciudades seleccionadas de ALC



Fuente: Cavallo et al. (2020).

Nota: Las comparaciones entre ciudades están limitadas por diferencias en las metodologías y la programación de las encuestas. El transporte privado incluye automóviles y motos. Las ciudades incluidas en el promedio europeo son Estocolmo, Hamburgo, Londres, Munich, Berlín, Viena, Copenhague, Zúrich, Ámsterdam y París.

Este efecto puede ser corroborado al revisar un estudio realizado para tres grandes ciudades de la región (Ciudad de México, Bogotá y Santiago de Chile), donde se verifica que la accesibilidad a los lugares de trabajo en un viaje de 60 minutos es mucho mayor cuando se utiliza el transporte privado en lugar del transporte público (ITF, 2020), aun considerando factores como la congestión en las horas pico y el tiempo dedicado a buscar estacionamiento.

Asimismo, el crecimiento urbano desordenado ha contribuido al deterioro de las redes de transporte. A medida que las ciudades se expanden para acomodar a una población que sigue creciendo, la densidad de los centros urbanos se reduce. De esta forma, cada vez menos zonas se encuentran a una distancia caminable de las grandes arterias, la conectividad entre las zonas periféricas y metropolitanas es limitada y caminar en las zonas periurbanas es más difícil debido a las mayores distancias y a la falta de infraestructura peatonal (Rivas, Suárez-Alemán y Serebrisky, 2019).

Las consecuencias de estas tendencias son evidentes. En comparación con las personas en economías más avanzadas, los habitantes de ALC tardan más tiempo para viajes de distancias más cortas. El tiempo de viaje promedio al trabajo en las ciudades de la región es de 77 minutos y en economías avanzadas es de 65 minutos, aun cuando sus viajes en promedio son casi 2 kilómetros más largos (Rivas,

Suárez-Alemán y Serebrisky, 2019). En muchas ciudades de la región, desde las más pobladas como Bogotá (Colombia) hasta algunas con menos población como Manaus (Brasil), y desde megaciudades establecidas como São Paulo (Brasil) hasta zonas urbanas de rápida expansión como Lima (Perú), el viaje promedio puede tardar más de 90 minutos. Según datos del 2019 del Índice de Transporte Público de Moovit, en varias ciudades como Monterrey, Ciudad de México, Bogotá y San José, al menos el 25% de las personas realizan desplazamientos promedio (ida o vuelta) de entre 1 y 2 horas.

El escenario no es más prometedor en lo que respecta a los servicios de transporte vinculados con la logística. Según la última edición del Índice de Desempeño Logístico (Banco Mundial, 2018), el desempeño logístico general de la región alcanzó apenas 2,66 puntos sobre 5, ubicándose muy por debajo de los niveles de Europa (3,40) y Asia del Este y Pacífico (3,13), y solo cercano a Medio Oriente y Norte de África (2,78). A su vez, este puntaje fue menor al alcanzado en 2014, cuando la región obtuvo 2,79 puntos. La región obtuvo puntajes promedio cercanos a los de Asia del Sur y África Subsahariana en todos los componentes del índice, siendo la calidad de la infraestructura de transporte y la eficiencia de las aduanas los componentes con menor puntaje relativo (Calatayud y Montes, 2021).

Los países de ALC podrían obtener importantes beneficios si mejoraran su desempeño logístico. Entre otros impactos, los costos logísticos influyen en los costos de comercio, determinando el grado de acceso a mercados. Calatayud y Montes (2021) estiman que si la calidad de los servicios logísticos de un país mejorara en una unidad (llevando los índices a niveles comparables con los países europeos), las exportaciones de ALC se incrementarían en alrededor del 7%. El incremento sería del 5% en el caso de una mejora de la misma magnitud en la calidad de su infraestructura de transporte. Los beneficios pueden llegar a ser mayores cuando se consideran las exportaciones por sector económico. Las exportaciones de bienes manufacturados aumentarían un 18% con la mejora de una unidad en la calidad de los servicios logísticos, y un 12% si la mejora fuera de infraestructura de transporte. Para el caso de productos altamente intensivos en tecnología, la mejora de una unidad en la calidad de los servicios logísticos incrementaría las exportaciones en un 25% y las importaciones en un 17%. Este incremento rondaría el 17% en el caso de mejoras en la calidad de la infraestructura de transporte por parte del país exportador. Además, los avances en materia logística permitirían a los países de ALC aprovechar el contexto actual de reconfiguración de las cadenas de suministro globales, en el que las grandes empresas y mercados de consumo están buscando diversificar sus esquemas de proveedores, a fin de asegurar una mayor resiliencia y una mejor gestión de riesgos ante eventuales shocks como los de la pandemia del COVID-19.



El tiempo de viaje promedio al trabajo en las ciudades de la región es de 77 minutos y en economías avanzadas es de 65 minutos, aun cuando sus viajes en promedio son casi 2 kilómetros más largos.

/ Pág. 40



ESTIMACIÓN DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE

La estimación de la brecha de infraestructura para los servicios de transporte cuenta con tres módulos: el acceso a infraestructura caminera, las necesidades de inversión vinculadas a la inversión logística en aeropuertos y la brecha de infraestructura de transporte urbano masivo.

La brecha de infraestructura caminera para el acceso a los servicios de transporte en el ámbito rural

El primer módulo para estimar la brecha de infraestructura en los servicios de transporte está vinculado con la infraestructura caminera para garantizar el acceso al transporte a la población rural. El ODS relevante es el número 9, que declara la necesidad de “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”. En particular, la meta 9.1 asociada señala que debe buscarse “desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos”. El indicador central para la medición de esta meta (9.1.1) es la proporción de la población rural con acceso a menos de 2 km de distancia a una carretera transitable durante todo el año y bajo todas las condiciones climáticas, medida a través del Rural Accessibility Index (RAI).

Si bien los ODS no determinan un objetivo específico para el indicador 9.1.1, la meta 9.1 sugiere la necesidad de universalizar el acceso de la población rural a una red caminera bajo los estándares requeridos en el indicador. Sin embargo, existen severas limitaciones que hacen inviable considerar esta meta como realista en el marco temporal de este estudio (año 2030).

El cómputo del indicador resulta dificultoso debido a severas limitaciones en la información física y demográfica. En un escenario ideal, el cómputo del indicador requiere superponer mapas de densidad poblacional con gran granularidad con el mapa de una red caminera geolocalizada que incorpore características cualitativas para poder determinar las condiciones de transitabilidad de cada camino. Lamentablemente, los mapas camineros de la región no tienen ese grado de detalle y su generación requiere la fusión de bases de datos dispersas o inexistentes.

Esta limitación no es exclusiva de ALC, y por ello el Banco Mundial (2019b) ha liderado esfuerzos para realizar mediciones consistentes del RAI en un amplio grupo de países. Aunque el único país de la región dentro de la muestra de países es Perú, estas estimaciones proveen información valiosa para este ejercicio. Utilizando algoritmos para medir la expansión óptima de la red caminera que incrementa el acceso de la población rural, el Banco Mundial pudo determinar los costos efi-

cientes asociados al logro de metas de cambio del RAI (Mikou *et al.*, 2019). El estudio incluyó la consideración de diversas soluciones (redes pavimentadas, grava, etc.) para alcanzar las metas de cambio del RAI. De allí se derivan dos conclusiones principales que resultan relevantes para el presente trabajo.

1. Los costos de desplegar la infraestructura caminera se incrementan exponencialmente a medida que aumentan los niveles del RAI, dado que es necesario alcanzar poblaciones más alejadas y dispersas. Esto refuerza la inviabilidad del objetivo de universalización del acceso rural mediante carreteras e invita a pensar en soluciones alternativas.
2. Los costos económicos vinculados a la construcción y al mantenimiento de las redes camineras que busquen el incremento de la cobertura del RAI requieren la consideración de alternativas de bajo costo (soluciones de grava, por ejemplo) para encontrar las soluciones con mayor costo efectividad.

El trabajo del Banco Mundial realiza un ejercicio teórico de gran utilidad para la determinación del objetivo relevante para este estudio. Para una muestra de 110 países para los que se contaba con información básica de carreteras (geolocalizada, pero no con información sobre su estado de transitabilidad a lo largo del año), se computaron los RAI correspondientes a 4 escenarios: 1) considerar las redes primarias como las únicas que proveen cobertura; 2) considerar las redes primarias y secundarias como las únicas que proveen cobertura; 3) considerar las redes primarias, secundarias y terciarias como las únicas que proveen cobertura; 4) considerar las redes primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales como las únicas que proveen cobertura. El hallazgo de este ejercicio teórico fue que, para los países con los que se contaba con una medición efectiva del RAI, los resultados se replicaban razonablemente bien bajo el escenario 2. Esto sugiere que la cobertura está siendo garantizada principalmente por las vías primarias y secundarias.

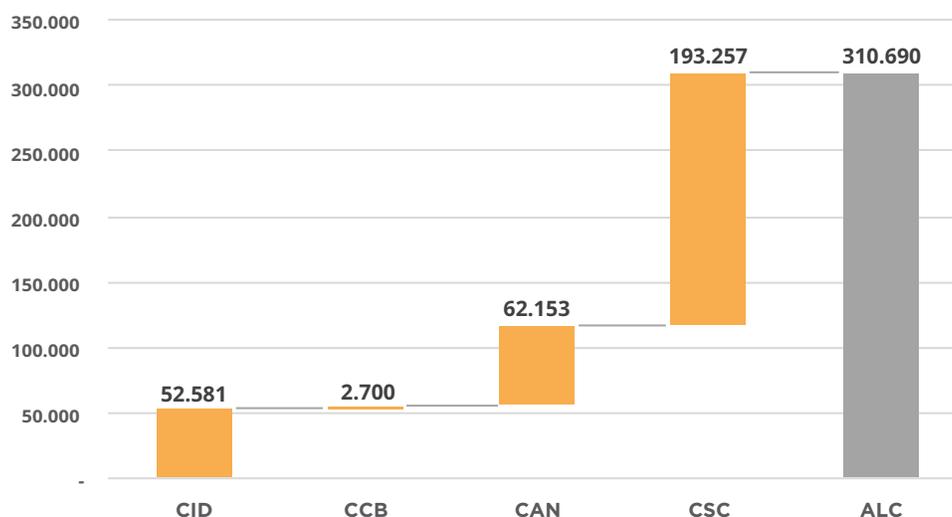
Las implicancias de este ejercicio teórico es que el RAI correspondiente a ALC considerando solo las vías primarias y secundarias es de 35 puntos porcentuales. Si incluimos en el cálculo las vías terciarias (escenario 3), el indicador alcanza el valor de 70 puntos porcentuales. La conclusión es que garantizar la transitabilidad de la red terciaria durante todo el año tiene el potencial de duplicar el acceso rural a la red caminera de acuerdo con el RAI. En consecuencia, el objetivo definido en el presente estudio para cerrar la brecha de acceso rural a la red caminera para el año 2030 es garantizar la transitabilidad a lo largo de todo el año de la red terciaria existente e incrementar su cobertura en línea con su expansión histórica.

Para realizar las estimaciones se utilizó información del kilometraje, tipo de calzada y transitabilidad de las redes camineras provista por la International Road Federation (IRF). Estos datos han sido validados, actualizados y ampliados por los especialistas de la División de Transporte del BID. Establecida la información sobre la cobertura y calidad de la red caminera, se procedió a computar el monto necesario de inversiones para garantizar la transitabilidad y la ampliación de capacidad de acuerdo con la demanda prevista de las redes camineras primarias, secundarias

y terciarias utilizando los costos de construcción y mantenimiento reportados por la base de datos Road Costs Knowledge System (ROCKS) del Banco Mundial¹⁹.

El resultado de este análisis indica que la región necesita invertir alrededor de 310.690 millones de dólares en nueva infraestructura para garantizar la transitabilidad y ampliar la capacidad de la red caminera hasta el año 2030.

Gráfico 10. Necesidades de inversión total hasta 2030 en nueva infraestructura caminera para el acceso a los servicios de transporte en el ámbito rural, según región (millones de dólares)



Fuente: elaboración propia.

Nota: CID es el Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana del BID; CCB es el Departamento de Países del Caribe (Las Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tobago) del BID; CAN es el Departamento de Países del Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) del BID; CCS es el Departamento de Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del BID.

Adicionalmente, deben considerarse las inversiones necesarias para mantener los activos existentes y reemplazar aquellos que lleguen al fin de su vida útil durante el período considerado. Estas inversiones adicionales alcanzan los 427.822 millones de dólares. Como consecuencia, para cerrar la brecha de acceso rural a la red caminera y alcanzar la meta fijada por el ODS-9, de acuerdo con la interpretación dada en el presente trabajo, la inversión total de aquí a 2030 deberá llegar a 738.512 millones de dólares. Esto se traduce en necesidades anuales de inversión

¹⁹ En el Anexo se detallan las fuentes de información y los procedimientos de cálculo para estimar las necesidades de inversión.

del orden de 1,04% del PBI regional. La Tabla 9 resume las necesidades de inversión previstas para ALC y cada uno de los países que forman parte de la región.

Tabla 9. Necesidades de inversión total hasta 2030 para cerrar la brecha en infraestructura caminera para el acceso a los servicios de transporte en el ámbito rural (millones de dólares)

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN		
	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL
Argentina	25.716	41.680	67.396
Bolivia	14.440	14.083	28.523
Brasil	154.474	179.001	333.475
Chile	8.676	13.831	22.507
Colombia	21.481	32.146	53.627
Costa Rica	4.550	6.487	11.038
Ecuador	9.935	13.267	23.202
Guatemala	1.909	3.404	5.312
Honduras	1.630	2.178	3.808
Jamaica	2.309	3.467	5.776
México	38.023	81.425	119.448
Nicaragua	2.419	2.891	5.309
Panamá	1.826	3.284	5.110
Paraguay	3.384	4.901	8.285
Perú	16.296	19.470	35.766
República Dominicana	2.223	4.128	6.351
Suriname	391	357	748
Uruguay	1.007	1.824	2.832
Total América Latina y el Caribe	310.690	427.822	738.512
Inversión anual (% del PBI)	0,44%	0,60%	1,04%

Fuente: elaboración propia.

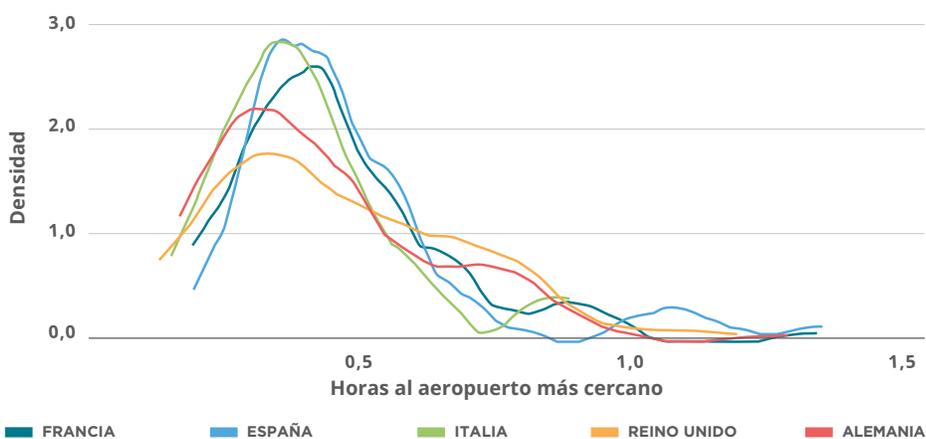
Nota: ver el Anexo para el detalle de los países sin información disponible.

La brecha de infraestructura logística: las necesidades de inversión en aeropuertos

En lo que respecta a infraestructura de logística, uno de los indicadores centrales para verificar el cumplimiento del ODS-9 es el volumen de pasajeros y carga transportada por modo de transporte (indicador 9.1.2). En este caso los ODS no proveen una meta clara a alcanzar, por lo cual en el presente estudio se incluyó la estimación de la brecha aeroportuaria (y se reseña de manera referencial las estimaciones realizadas por la CAF para la brecha portuaria). Ello permitiría atender los requerimientos de inversión para cerrar la brecha logística.

Primero se estimó la brecha de infraestructura aeroportuaria para garantizar el acceso al transporte aéreo de acuerdo con la información presentada en Brichetti *et al.* (2021). En dicho estudio se estimaron las inversiones necesarias para garantizar el acceso a infraestructura aeroportuaria para las poblaciones que habitan en centros urbanos de más de 100.000 habitantes sobre la base de un ejercicio espacial que determinó la población urbana de la región que carece de acceso a un aeropuerto a menos de una hora de distancia del centro poblado en el que habita. Estos criterios de accesibilidad fueron determinados tomando en cuenta el tiempo de acceso en países en los cuales el mercado aéreo se encuentra altamente desarrollado (Europa Occidental y Estados Unidos, Gráfico 11).

Gráfico 11. Distribución de los tiempos de desplazamiento desde los centros poblados de más de 100.000 habitantes al aeropuerto más cercano por país



Fuente: Brichetti *et al.* (2021).

Este análisis indica que la región necesita invertir 15.200 millones de dólares en nueva infraestructura aeroportuaria hasta el año 2030 para garantizar el acceso al transporte aéreo para los centros poblados de más de 100.000 habitantes. Esto se traduce en necesidades anuales de inversión del orden del 0,02% del PBI regional.

La Tabla 10 resume las necesidades de inversión previstas para ALC y cada uno de los países de la región.

Tabla 10. Necesidades de inversión total hasta 2030 en nuevos aeropuertos para garantizar el acceso en centros poblados mayores a 100.000 habitantes, por tamaño de aeropuertos (millones de dólares)

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN				TOTAL
	AEROPUERTOS MUY GRANDES	AEROPUERTOS GRANDES	AEROPUERTOS MEDIANOS	AEROPUERTOS PEQUEÑOS	
Argentina	-	-	-	420	420
Bolivia	-	-	-	70	70
Brasil	1.200	1.200	750	1.260	4.410
Chile	-	300	300	70	670
Colombia	-	-	300	210	510
Ecuador	-	300	-	70	370
El Salvador	600	-	-	-	600
Guatemala	-	-	-	210	210
Haití	-	-	150	70	220
Honduras	-	-	-	140	140
México	1.800	900	450	910	4.060
Nicaragua	600	-	-	-	600
Panamá	-	-	-	70	70
Paraguay	-	-	-	140	140
Perú	-	-	450	280	730
República Dominicana	-	-	-	70	70
Suriname	-	-	-	70	70
Venezuela	600	300	450	490	1.840
Total América Latina y el Caribe	4.800	3.000	2.850	4.550	15.200
Inversión anual (% del PBI)					0,02%

Fuente: elaboración propia.

Notas: aeropuertos muy grandes son aquellos para más de un millón de habitantes; aeropuertos grandes son aquellos para entre 500.000 y un millón de habitantes; aeropuertos medianos son para entre 300.000 y 500.000 habitantes; y aeropuertos pequeños son para entre 100.000 y 300.000 habitantes (ver el Anexo para el detalle de los países sin información disponible).

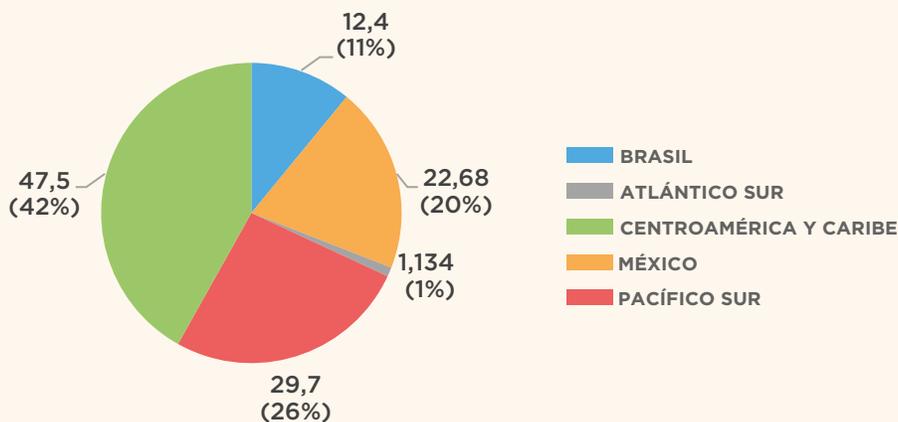
Las estimaciones muestran que el monto requerido de inversiones es sensible tanto al tiempo de desplazamiento necesario para considerar que la población se encuentra adecuadamente servida como al tamaño mínimo de los centros poblados requerido para ser considerados en el análisis. Criterios más laxos en lo

que respecta al acceso (por ejemplo, considerar aceptables dos horas de viaje al aeropuerto o realizar el ejercicio para centros urbanos de más de 200.000 habitantes) conducen a reducciones de las inversiones necesarias en hasta un 65%. Esto resulta relevante ya que, si bien el presente estudio tiene por objetivo brindar un orden de magnitud de las inversiones requeridas, un análisis más detallado de cada país permitirá determinar con exactitud los requerimientos de inversión en aeropuertos. Al respecto, la experiencia internacional documenta casos de sobreinversión en aeropuertos que se encuentran próximos entre sí, cuya infraestructura se encuentra subutilizada debido a la escasa demanda, como es el caso de algunos aeropuertos de España.

Recuadro 2. Necesidades de inversión en infraestructura portuaria

La infraestructura portuaria es necesaria para garantizar el transporte marítimo de mercancías. Se espera que en muchos países el nivel de saturación recomendable en los puertos esté por superarse, por lo que el cierre de las brechas de infraestructura portuaria requiere atención urgente. De acuerdo con cálculos de la CAF (2016), en el año 2040 la diferencia entre la demanda y la capacidad de manipulación de contenedores de los puertos en la región ascenderá a un total de 113 millones de TEU. De esta brecha, Centroamérica y el Caribe concentra un 42%, seguida de Pacífico Sur (26%) y México (20%).

Gráfico R2.1. Brecha portuaria por subregión en ALC hasta 2040 (millones de TEU)



Fuente: elaborado sobre la base del documento "Análisis de inversiones aeroportuarias y portuarias 2040: Sector Portuario", Banco de Desarrollo de América Latina - CAF (2016).

Nota: de acuerdo con la clasificación realizada con CAF. Atlántico Sur: Argentina, Uruguay, Paraguay. Pacífico Sur: Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia. Pacífico, Centroamérica y Caribe: Colombia Caribe, Venezuela, Panamá, Costa Rica, República Dominicana, Jamaica, Barbados, Trinidad y Tobago y otros países de Centroamérica y Caribe no pertenecientes a CAF.

De acuerdo con las estimaciones de CAF (2016), cerrar la brecha de infraestructura portuaria hasta 2040 atendiendo a la demanda prevista requiere inversiones de aproximadamente 50.000 millones de dólares. Cabe mencionar que este monto incluye tanto la ampliación de la capacidad necesaria para manipular contenedores ante el crecimiento de la demanda como actividades de dragado de profundización en nodos portuarios.

Como puede verse en el siguiente gráfico, el 30% del monto corresponde a inversiones a realizar en el sector portuario hasta el año 2025. Lideran el listado México (con una inversión requerida de USD 12.241 millones a 2040 y USD 3.869 millones a 2025), Panamá (USD 7.896 millones a 2040 y USD 1.883 millones a 2025) y Brasil (USD 6.503 millones a 2040 y USD 1.982 millones a 2025).

Gráfico R2.2. Inversión estimada en nueva infraestructura portuaria para contenedores hasta 2040 (millones de dólares)



Fuente: elaborado sobre la base del documento "Análisis de inversiones aeroportuarias y portuarias 2040: Sector Portuario", Banco de Desarrollo de América Latina - CAF (2016).



Existen múltiples alternativas posibles para satisfacer las demandas de movilidad, y su optimalidad depende muchas veces de efectos de red.

/ Pág. 52



La brecha de infraestructura de transporte urbano masivo

La definición de metas para medir brechas de inversión del transporte urbano masivo no es una tarea sencilla. La eficiencia y eficacia de los sistemas de transporte urbano dependen de características locales como la densidad de las ciudades, su morfología y geografía o la ubicación de nodos para el acceso a los trabajos y centros educativos y de salud. Además, existen múltiples alternativas posibles para satisfacer las demandas de movilidad, y su optimalidad depende muchas veces de efectos de red. Ante estas dificultades, el ODS-11 indica en su meta 11.2 que de aquí a 2030 se debe “proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad”. El indicador central para la medición de esta meta (11.2.1) menciona la proporción de la población que tiene un acceso conveniente al transporte público por sexo, edad y discapacidad, pero sin establecer metas cuantitativas. En consecuencia, para viabilizar el cálculo, en el presente estudio se define la brecha de infraestructura de movilidad urbana para satisfacer el ODS-11 a partir del resultado de un ejercicio de *benchmarking* de las ciudades de más de 500.000 habitantes de la región respecto de las ciudades de mejor desempeño en ALC²⁰.

Para realizar este ejercicio de *benchmarking* se relevó información de las trazas actuales de transporte masivo en ALC y en los países de la OCDE, incluyendo sistemas de *Bus Rapid Transit* (BRT), sistemas de ferrocarriles de cercanía y sistemas de subterráneos. Para la determinación de los costos unitarios por kilómetro para cada una de estas soluciones de transporte se utilizaron los valores promedio de proyectos de transporte masivo relevantes (identificados por los especialistas de la División de Transporte del BID) realizados en la región y en el mundo durante las últimas dos décadas. Finalmente, se realizaron escenarios considerando diferentes combinaciones de infraestructura para garantizar la movilidad urbana en las ciudades de la región²¹.

El resultado es que, para alcanzar en cada una de las ciudades de más de 500.000 habitantes la cobertura de las ciudades de mejor desempeño de ALC, y en un escenario costo-efectivo basado fuertemente en BRT, la región necesita invertir al menos 222.376 millones de dólares en nueva infraestructura de movilidad urbana

20 Se utiliza como indicador de desempeño el número total de kilómetros de transporte público masivo (BRT y ferroviario) por millón de habitantes. Para las ciudades de más de 5 millones de habitantes se seleccionaron las tres ciudades que registraron los valores más altos para este indicador: Buenos Aires, Río de Janeiro y Santiago. Para las ciudades de entre 500.000 y 5 millones de habitantes, las tres ciudades que registraron mayores valores para este indicador se encontraban en Brasil (Natal, Porto Alegre y Recife), por lo cual se incorporó la cuarta ciudad (Córdoba, Argentina) para garantizar mayor representatividad en los casos de mejor desempeño. Puede revisarse el Anexo del presente estudio para mayores detalles.

21 En el Anexo se detallan las fuentes de información y los procedimientos de cálculo para las estimar las necesidades de inversión.

hasta el año 2030²². Esto se traduce en necesidades anuales de inversión de 0,31% del PBI regional. Estas estimaciones se incrementan significativamente si se considera como *benchmark* a las ciudades de la OCDE o si para solucionar los déficits existentes se utilizan soluciones basadas en transporte ferroviario.

Tabla 11. Necesidades de inversión total hasta 2030 en infraestructura de transporte urbano masivo (solución costo-efectiva basada principalmente en BRT, en millones de dólares)

PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN (NUEVA INFRAESTRUCTURA)
Argentina	5.803
Bolivia	2.173
Brasil	80.442
Chile	2.079
Colombia	25.741
Costa Rica	3.562
Ecuador	5.330
El Salvador	3.380
Guatemala	4.052
Haití	1.237
Honduras	1.046
Jamaica	263
México	51.227
Nicaragua	474
Panamá	1.549
Paraguay	1.488
Perú	15.107
República Dominicana	4.459
Trinidad y Tobago	243
Uruguay	2.112
Venezuela	10.609
Total América Latina y el Caribe	222.376
Inversión anual (% del PBI)	0,31%

Fuente: elaboración propia.

Nota: ver el Anexo para el detalle de los países sin información disponible.

²² El escenario planea que la ampliación de kilometraje de transporte masivo urbano para alcanzar la cobertura por millón de habitantes del *benchmark* de las ciudades latinoamericanas de mejor desempeño se resuelva en un 75% utilizando BRT, 15% con ferrocarriles de cercanías y 10% con subterráneos.

Un aspecto importante en este análisis es que el ODS-11 requiere que las soluciones brindadas sean ambientalmente sostenibles. Como el escenario base considera soluciones fuertemente basadas en el transporte automotor, la electromovilidad debe jugar un papel crucial. El Recuadro 3 explora las inversiones necesarias para comenzar a transformar los sistemas de transporte masivos hacia alternativas más sostenibles basadas en la electromovilidad.

Recuadro 3. Costo de la electromovilidad de los sistemas de transporte masivo urbanos en ALC

La sostenibilidad ambiental de los sistemas de transporte se ha convertido en una cuestión fundamental debido a las metas de emisiones comprometidas en el marco del Acuerdo de París de 2015. Los sistemas de transporte masivo urbano juegan un papel fundamental en la prevención de emisiones producidas por el transporte privado, puesto que permiten reducir las emisiones totales y reducir la emisión de partículas contaminantes en entornos urbanos donde se acentúan sus consecuencias sobre la salud.

La sostenibilidad ambiental de los sistemas de transporte masivo urbano no solo se limita a evitar emisiones del transporte privado: es necesario garantizar que las alternativas de transporte público no se transformen en sí mismas en una fuente de contaminación. Históricamente, las emisiones de los autobuses para proveer servicios de transporte público masivo han sido una fuente significativa de contaminación del aire dado que utilizan combustibles fósiles contaminantes. La mejora de los estándares ambientales de los motores de combustión interna ha mejorado la situación en términos relativos, pero dista de solucionarla de forma definitiva. En este sentido, la electromovilidad es una alternativa tecnológica clave para lograr soluciones ambientalmente eficientes en el mediano plazo, teniendo en cuenta que se espera una mayor utilización de fuentes de energía limpia para la generación de electricidad, tal como se discutió en la sección anterior.

La alternativa tradicional para tener un transporte urbano masivo ambientalmente más sostenible era inclinarse por el transporte ferroviario eléctrico. Sin embargo, el límite al impulso de estas políticas estaba dado muchas veces por la incapacidad de financiar los elevados costos de infraestructura que requiere. A modo de ejemplo, si el ejercicio de *benchmarking* conducido en esta sección tuviera más participación de soluciones ferroviarias reemplazando a medios de transporte automotor como el BRT²³ el costo sería más del doble, llegando a 578.081 millones de dólares de aquí hasta 2030.

²³ La combinación propuesta plantea solucionar el déficit de cobertura de transporte masivo con una combinación de 30% de BRT, 20% de ferrocarriles suburbanos y 50% de subterráneos.

Afortunadamente, el desarrollo de nuevas tecnologías de transporte eléctrico (y las reducciones de sus costos) promete proporcionar alternativas costo-eficientes a este dilema entre la capacidad de financiación y las urgencias ambientales. Si consideramos la renovación prevista de flota y el diferencial actual de costos entre los autobuses de combustión interna y los eléctricos, las estimaciones indican que hasta 2030 la región podría convertir un 20% de su flota total de autobuses a autobuses eléctricos invirtiendo adicionalmente alrededor de 11.000 millones de dólares respecto de la inversión en renovación de flota prevista para el período 2020-2030. De este monto, aproximadamente 3.700 millones de dólares se vinculan a la necesidad de desplegar infraestructura de carga y otras inversiones complementarias para viabilizar el servicio.

Consideraciones finales sobre la brecha de los servicios de transporte

Las estimaciones de los tres módulos definidos para el cálculo de la brecha de infraestructura del servicio de transporte indican que para cumplir con las metas relacionadas establecidas en los ODS-9 y ODS-11 será necesario construir nueva infraestructura (caminera, aeroportuaria y de transporte público) por un total de 548.266 millones de dólares; casi el 60% corresponde a infraestructura caminera. Incorporar los costos de mantenimiento de las redes actuales y de reemplazo de activos que llegan al fin de su vida útil en el período para el sector carretero, que es el único para el cual existe información fiable sobre el stock de infraestructura existente, requiere de 427.822 millones de dólares adicionales. Por lo tanto, cumplir este objetivo requerirá una inversión total de 976.088 millones de dólares, lo que equivale a invertir a nivel regional 1,37% del PBI de forma anual hasta 2030.

Estos resultados expresan la suma de las inversiones consideradas más probables y eficientes para alcanzar los objetivos bajo la interpretación de las definiciones dadas en este trabajo. Sin embargo, cabe señalar que el sector de transporte es sin duda el de mayor incertidumbre respecto de los montos necesarios para alcanzar las metas previstas. Esto se debe a que existen múltiples alternativas posibles para alcanzar los resultados, a la falta de información sectorial y a la indefinición en términos cuantitativos de las metas asociadas a los ODS. En el caso de transporte carretero, debido a que resultaría inviable universalizar el acceso de la población rural a una red caminera bajo los estándares requeridos, se ha optado como estrategia definir como objetivo la transitabilidad a lo largo de todo el año de la red terciaria existente e incrementar su cobertura en línea con su expansión histórica. De otro lado, en el caso de transporte público, se ha optado por estimar los costos de cierre de brecha sobre la base de un escenario que se apoya mayoritariamente (75%) en soluciones de tipo BRT. No obstante, estos porcentajes podrían variar entre países. Ambos supuestos que son parte de la metodología de trabajo deben ser considerados en la interpretación de los resultados finales.

Adicionalmente, en el caso del transporte carretero debe tenerse en cuenta que las soluciones no pueden provenir únicamente del lado de las inversiones, que muchas veces pueden resultar contraproducentes y generar mayor congestión y contaminación. Es importante implementar políticas de gestión de la demanda que permitan racionalizar el uso de los vehículos para reducir la presión sobre la infraestructura existente y, por lo tanto, reducir las inversiones proyectadas (ver Recuadro 4).

Recuadro 4. Importancia de políticas de gestión de la demanda

En los últimos años, el uso del vehículo particular ha aumentado considerablemente en la región; su participación modal de viajes pasó del 20,6% en la década de 1990 a 29,1% en la década de 2010 (BID, 2020). La dotación de infraestructura vial en ALC ha favorecido al transporte individual frente a los otros modos: de los 277.000 km de red vial de las 29 mayores áreas metropolitanas de la región, apenas 1% es de uso exclusivo de transporte público (BID, 2020). Como consecuencia del incremento mencionado, la región posee un alto nivel de congestión: tiene 4 de las 10 ciudades más congestionadas del mundo (TomTom, 2020²⁴) y la congestión genera pérdidas de entre el 5% y 10% del PIB regional (CAF,2018)²⁵. En este contexto, la construcción de más infraestructura vial no es siempre la solución más eficiente o sostenible para atender la problemática de la congestión (Transportation for America, 2020). El costo de construcción por kilómetro por carril de autopistas en la región es en promedio de 460.000 dólares²⁶, presentando limitantes sustanciales de capacidad en comparación con los sistemas de transporte masivo.

En este contexto, junto con medidas orientadas a mejorar el transporte público, es necesario implementar medidas de desincentivo del vehículo particular. Una forma de desincentivar el uso del automóvil es hacer que los usuarios perciban las externalidades que producen a través de la implementación de cobros por congestión. Esta política ha tenido diversos casos de éxito a nivel mundial. En Singapur, los volúmenes de tráfico y emisiones se redujeron en un 15% y generaron ingresos anuales de 100 millones de dólares. En Estocolmo, los retrasos y las emisiones de CO₂ disminuyeron en un 30%-50% y 14% respectivamente, produciendo ingresos de 155 millones de dólares al año (BID, 2020). Otra forma de disminuir la demanda del automóvil es implementar políticas de estacionamientos, como restringir el número de estacionamientos en la vía pública o aumentar el costo por estacionamiento. Christiansen *et al.* (2017) concluye que la reducción de estacionamientos es la medida más efectiva para desincentivar el uso del automóvil en viajes con motivo de trabajo; Auchincloss *et al.* (2015) analizó 107 ciudades de Estados Unidos mostrando que mayores costos de estacionamiento se asociaban con un aumento en el uso del transporte público. Contar con parqueo gratis y en abundancia puede llegar a cuadruplicar la probabilidad de viajar en automóvil (Calatayud *et al.*, 2021).

24 TomTom (2020). Traffic congestion ranking | TomTom Traffic Index. Tomtom.Com. https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/.

25 CAF, 2018. "América Latina necesita mejores infraestructuras urbanas". Caracas: Corporación Andina de Fomento. [Online] Disponible en: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2018/04/america-latina-necesita-mejores-infraestructuras-urbanas/>.

26 Elaboración propia de la División de Transporte del BID, basada en proyectos de la región.

6.

LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS EN LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

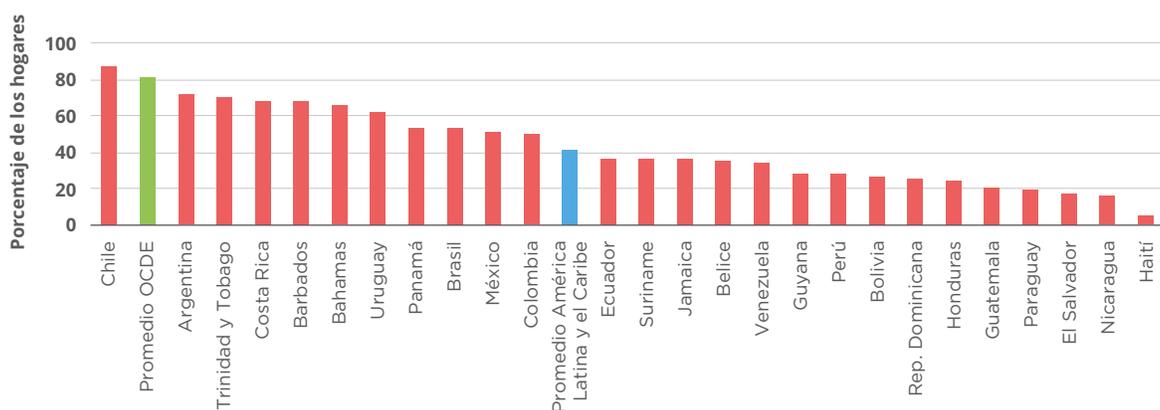
DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

La conectividad digital es un insumo crucial para tener una economía productiva y competitiva y servicios modernos para los ciudadanos. Los rezagos en la adopción de las tecnologías de telecomunicación serán cada vez más costosos y podrán actuar como cuello de botella para el desarrollo de actividades productivas. La crisis asociada a la irrupción del COVID-19 ha mostrado que la falta de acceso a conectividad digital puede afectar la actividad y la productividad económicas, condicionar el acceso a la educación para los niños de la región o dificultar las gestiones gubernamentales para asignar las escasas vacunas disponibles y otros tipos de ayuda estatal. Estos efectos han sido muy asimétricos entre las poblaciones con distintos niveles de ingreso, afectando además en particular a los habitantes de zonas remotas.

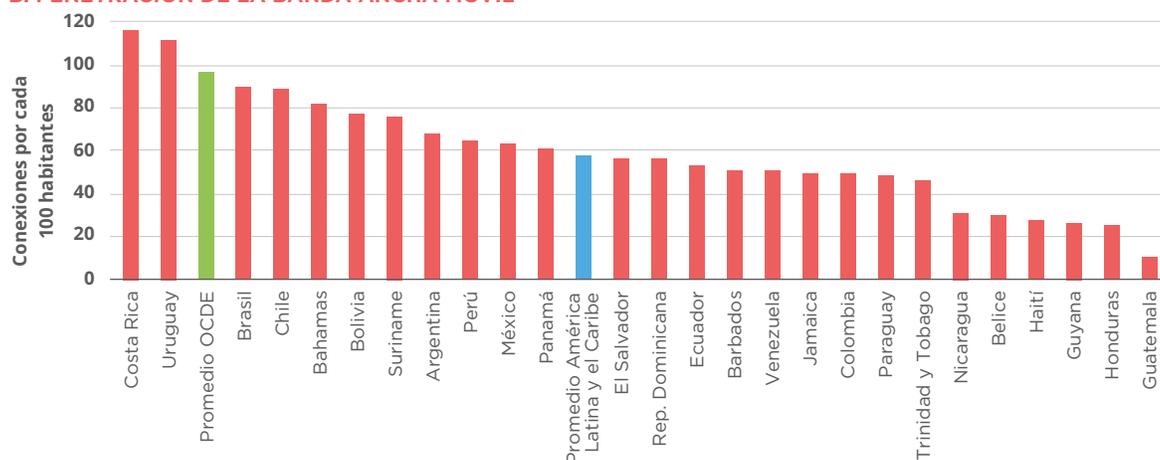
El COVID-19 hizo que la región tome más conciencia de la importancia de garantizar un acceso a servicios de telecomunicaciones de forma equitativa y con estándares de calidad adecuados. En 2018, solo dos quintas partes de los hogares tenían acceso a Internet y solo dos terceras partes de la población tenían acceso a la banda ancha móvil en ALC, como se puede apreciar en el Gráfico 12.

Gráfico 12. Acceso a tecnologías de comunicación fija y móvil en ALC

A. HOGARES CON ACCESO A INTERNET



B. PENETRACIÓN DE LA BANDA ANCHA MÓVIL

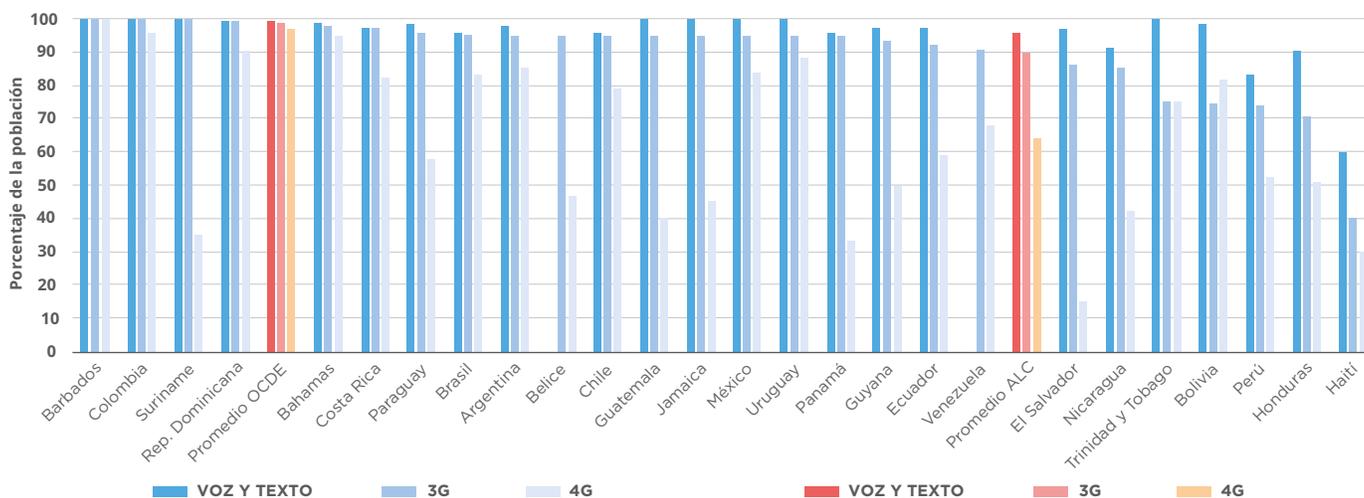


Fuente: Cavallo et al. (2020).

Los niveles de acceso a la infraestructura de telecomunicaciones presentan una heterogeneidad significativa a nivel país y entre contextos urbanos y rurales. Esta diferencia suele ser mayor en telecomunicaciones debido a que la participación privada en el despliegue de la infraestructura es mayor que en otros sectores. Como las inversiones realizadas en el sector se recuperan en su gran mayoría mediante pagos por suscripción, los inversionistas priorizan proyectos que atienden a las comunidades densamente pobladas. El despliegue tiende a comenzar en zonas urbanas (donde el acceso se acerca al 100% en la mayoría de la región) y de ahí se expande a zonas suburbanas antes de eventualmente llegar a zonas rurales. Según el DIA 2020, el resultado de esta dinámica de inversión es que la brecha de acceso en tecnologías maduras como la de la telefonía móvil casi se ha cerrado pero sigue bien abierta en las últimas tecnologías. Efectivamente, hacia 2017, cerca del 89% de la población rural de la región tenía cobertura de redes móviles celulares (en comparación con el 93% de la OCDE) pero solo el 76% de la población rural estaba cubierta por una red 3G (en comparación con el 87% de la OCDE).

Esta brecha de calidad es particularmente perniciosa en conectividad digital, puesto que la capacidad de transmisión de datos de cada una de las tecnologías condiciona sus aplicaciones. Mientras que los países de la OCDE están desplegando redes 5G con la conectividad necesaria para usos tan variados como el control de autos autónomos, la gestión de demanda eléctrica de los electrodomésticos (“Internet of Things”) y cirugías a distancia, en 2018 la cobertura de 4G en ALC solo alcanzaba al 62% de la población (Gráfico 13). Si bien parecen retrasos menores, las consecuencias se miden en órdenes de magnitud: las velocidades de descarga permitidas por las redes 5G son al menos 10 veces más altas que el 4G, la latencia (frecuencia con la que se transmiten los datos) es una décima parte y la cantidad de dispositivos que pueden estar conectados en simultáneo se multiplican por 100.

Gráfico 13. Población cubierta por diferentes tecnologías de conectividad móvil en ALC



Fuente: Cavallo et al. (2020).

La consecuencia de la falta de acceso y la baja calidad de los servicios de conectividad digital es naturalmente la baja adopción y uso de tecnologías digitales. Numerosos indicadores sugieren que hay margen para aumentar el uso de la conectividad digital: ALC cuenta con 2,1 dispositivos digitales per cápita, cifra muy inferior a la de América del Norte (8,0) y Europa Occidental (5,4) y ligeramente más baja que el promedio global (2,4) (Cisco, 2020). En 2017, ALC representaba el 5,7% del total de tráfico digital de datos en todo el mundo, porcentaje menor a su participación en la economía (6,5%) y en la población mundial (8%). Solucionar este retraso relativo es fundamental para evitar que la región se desconecte del mundo, creando márgenes de productividad y para que los hogares de la región puedan disfrutar plenamente de las mejoras en la calidad de vida que permiten estas tecnologías.

ESTIMACIÓN DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

La estimación de la brecha de infraestructura para los servicios de telecomunicaciones cuenta con un módulo en el que se realizan dos estimaciones: las inversiones necesarias para garantizar el acceso a banda ancha y las inversiones necesarias para brindar una cobertura adecuada de redes para telecomunicaciones móviles.



En 2018, solo dos quintas partes de los hogares tenían acceso a Internet y solo dos terceras partes de la población tenían acceso a la banda ancha móvil en América Latina y el Caribe.

/ Pág. 57



La brecha de acceso a servicios telecomunicaciones móviles y por banda ancha

Estimar la brecha de infraestructura de telecomunicaciones presenta una primera dificultad: evaluar en simultáneo los distintos aspectos relacionados a la cobertura y calidad de las diferentes tecnologías para brindar los servicios. En consecuencia, no es sencillo definir el objetivo para los servicios de telecomunicaciones de acuerdo con los ODS. El ODS-9 apunta a la necesidad de “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”, y la meta 9.c estipula: “Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados”. Los ODS no proveen una meta clara a alcanzar; sin embargo, proveen lineamientos para poder establecer objetivos. En primer lugar, los ODS indican la necesidad de aumentar el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones; este objetivo predetermina que las necesidades de expansión de la infraestructura de telecomunicaciones abarquen un número de tecnologías diversas que permitan el soporte de aplicaciones múltiples. En segundo lugar, los ODS indican la necesidad de proporcionar acceso universal y asequible a Internet. Considerando las actuales tasas de cobertura en los países con mayor desarrollo de las tecnologías de la información y comunicaciones (OCDE), esto puede ser alcanzado mediante el uso de tecnologías móviles. En consecuencia, en el presente estudio se estimaron las necesidades de inversión en infraestructura de telecomunicaciones mediante un ejercicio de *benchmarking* respecto del acceso provisto en los países avanzados a través de dos tecnologías: la banda ancha en el hogar y el acceso a internet móvil bajo un estándar 4G.

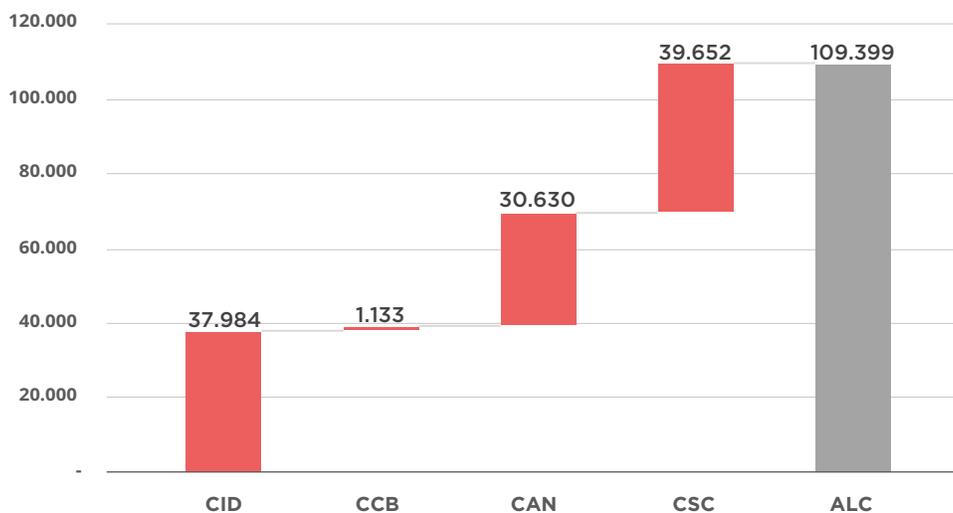
La información respecto de la cobertura del servicio de banda ancha en los hogares y de las redes de 3G y 4G proceden de dos fuentes. Para la cobertura del servicio de banda ancha se utilizó el indicador de número de conexiones de banda ancha por cada 100 habitantes reportada en los World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial. Respecto de la cobertura de las redes móviles de 3G y 4G, los datos fueron recabados de la base de datos de la International Telecommunication Union, que reporta las coberturas de ambos servicios para el año 2018.

Una vez definida la cantidad de habitantes en la región que no cuentan con acceso a los servicios de banda ancha domiciliaria y acceso a las tecnologías móviles de 3G y 4G fue necesario imputar el costo individual de proveer la conectividad respectiva de acuerdo con la infraestructura existente y el incremento poblacional esperado hasta el año 2030. Los costos unitarios para el servicio de banda ancha domiciliaria han sido definidos de manera diferenciada por país y fueron proporcionados por los especialistas de la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del Sector de Instituciones para el Desarrollo. Dichos costos sustentan la estimación de la brecha de inversión contenida en el Informe Anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha (García *et al.* 2021) publicado por el BID. Para el caso de los servicios de internet móvil a través de las tecnologías 3G y 4G, los costos unitarios están basados en el proyecto “Diseño, construcción, modernización,

equipamiento, instalación, operación, mantenimiento para la comercialización de la red compartida de telecomunicaciones a nivel nacional” de México y el Plan Nacional de Infraestructura de Perú²⁷.

Según este análisis, la región necesita invertir hasta 2030 aproximadamente 44.086 millones de dólares en nueva infraestructura para igualar los niveles de acceso a banda ancha de la OCDE y 18.481 millones de dólares en nueva infraestructura para igualar los niveles de cobertura de sus redes 3G. Si se buscara igualar la cobertura móvil a un estándar de 4G, el monto respectivo se incrementa significativamente a 65.314 millones de dólares. Igualar los niveles de cobertura de la OCDE parece una meta exigente, como se mencionó en el diagnóstico sectorial, pero el retraso en conectividad de la región impone un costo importante, restringiendo el potencial productivo de las economías y su capacidad para brindar servicios modernos a los hogares. Por tal motivo, el escenario base de brecha de infraestructura considerará las necesidades de inversión vinculadas a alcanzar el estándar 4G. En consecuencia, se requiere aproximadamente de 109.399 millones de dólares en inversión nueva para garantizar el acceso a banda ancha domiciliaria y redes móviles 4G hasta 2030.

Gráfico 14. Necesidades de inversión total hasta 2030 en nueva infraestructura para garantizar el acceso a banda ancha domiciliaria y redes móviles de 4G (millones de dólares)



Fuente: elaboración propia.

Nota: CID es el Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana del BID; CCB es el Departamento de Países del Caribe (Las Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Suriname, y Trinidad y Tobago) del BID; CAN es el Departamento de Países del Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) del BID; CCS es el Departamento de Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del BID.

²⁷ En el Anexo puede consultarse el listado de las fuentes utilizadas y el detalle de los valores considerados para el cómputo de la brecha.

Para obtener el acceso a los servicios de telecomunicaciones en niveles similares a la OCDE además de invertir en nueva infraestructura es necesario hacer inversiones adicionales para mantener los activos existentes y reemplazar aquellos que lleguen al fin de su vida útil. De aquí a 2030 la región deberá destinar 184.275 millones de dólares a estas inversiones adicionales (ver el Anexo para el detalle de los supuestos). Como consecuencia, la inversión total sería de 293.675 millones de dólares, lo cual significa necesidades anuales de inversión de 0,41% del PBI regional. Nótese que la importancia relativa del mantenimiento y reposición de activos es mayor en el caso de los servicios de telecomunicaciones que en otros servicios de infraestructura. Esto se debe a la necesidad de reemplazar activos con mayor frecuencia, no necesariamente por llegar al fin de su vida útil, sino por la rápida obsolescencia tecnológica que sufren estos activos. La siguiente tabla resume las necesidades de inversión previstas para ALC y cada uno de los países de la región.

Tabla 12. Necesidades de inversión total hasta 2030 para garantizar el acceso a banda ancha domiciliaria y redes móviles de 4G (millones de dólares)

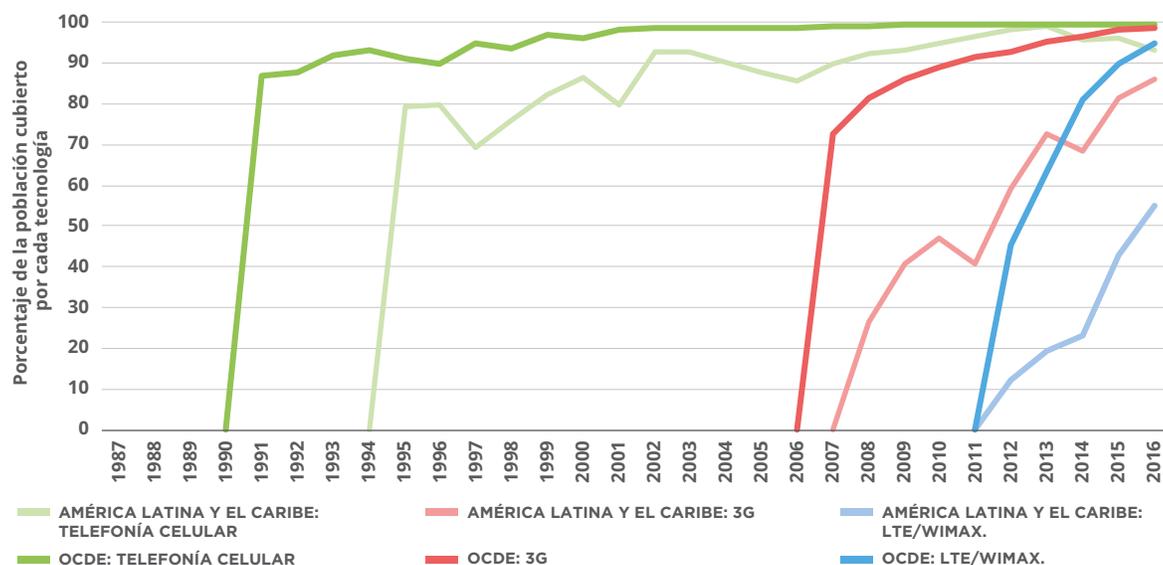
PAÍS	NECESIDADES DE INVERSIÓN				TOTAL
	BANDA ANCHA		4G		
	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	
Argentina	2.755	3.093	3.462	10.045	19.356
Bahamas	18	25	26	88	158
Barbados	0	22	4	59	84
Belice	52	31	81	114	278
Bolivia	1.859	989	1.747	2.676	7.271
Brasil	14.566	13.547	13.991	46.509	88.613
Chile	1.086	1.173	1.600	4.115	7.974
Colombia	3.238	2.944	2.065	10.877	19.123
Costa Rica	191	274	388	1.154	2.007
Ecuador	1.187	986	2.944	4.546	9.662
El Salvador	195	197	1.577	1.890	3.859
Guatemala	1.212	689	4.191	5.272	11.363
Guyana	110	66	100	192	468
Haití	371	183	3.660	2.631	6.844
Honduras	872	490	2.489	2.448	6.299
Jamaica	86	105	448	769	1.408
México	7.191	7.303	10.786	29.022	54.303
Nicaragua	681	369	1.429	1.775	4.254
Panamá	300	258	1.010	1.272	2.840
Paraguay	976	532	1.087	1.867	4.462
Perú	3.626	2.211	6.558	7.863	20.258
República Dominicana	454	390	852	2.434	4.130
Suriname	71	50	120	172	413
Trinidad y Tobago	10	75	141	275	500
Uruguay	9	214	119	720	1.062
Venezuela	2.967	1.945	4.440	7.332	16.684
Total América Latina y el Caribe	44.086	38.160	65.314	146.115	293.675
Inversión anual (% del PBI)	0,06%	0,05%	0,09%	0,20%	0,41%

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones finales sobre la brecha de infraestructura en telecomunicaciones

Según las estimaciones del presente estudio, las necesidades de inversión en el sector telecomunicaciones para cumplir con el componente de infraestructura de las metas establecidas en el ODS-9 con estándares de calidad adecuados ascienden a 293.675 millones de dólares, lo que implica invertir el 0,4% del PBI de forma anual a nivel regional. Estas estimaciones presentan una gran sensibilidad a los estándares de calidad definidos. En este sector es importante comprender que la demora en el cumplimiento de las metas de cobertura ralentiza el desarrollo de las economías, impidiendo que las mejoras se traduzcan en mejoras en la productividad de los sectores de la economía y en la calidad de vida de los hogares. La crisis del COVID-19 ha sido una lección dramática en este sentido. Pese a este episodio, es cierto que la región ha hecho progresos en acortar los tiempos en el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones respecto de los países avanzados, como indica el Gráfico 15. ALC debe asegurar que esta tendencia prosiga como pieza fundamental para desarrollar economías modernas, digitales y productivas.

Gráfico 15. Despliegue de las tecnologías de telecomunicaciones móviles, América Latina y el Caribe vs. OCDE



Fuente: Cavallo et al. (2020).

7.

LIMITACIONES DE LOS CÁLCULOS DE BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA

Las estimaciones de la brecha de infraestructura de ALC para cumplir los ODS deben ser consideradas, por múltiples motivos, una estimación de las necesidades mínimas de inversión. En primer lugar, las necesidades de inversión estimadas en este ejercicio se vinculan específicamente con los ODS con metas explícitamente relacionadas a la provisión de servicios de infraestructura. No obstante, la provisión de servicios de infraestructura se relaciona también de forma indirecta con otros ODS, como los relativos a la preservación de los ambientes naturales marinos (ODS-14) y terrestres (ODS-15).

En segundo lugar, las estimaciones presentadas se basan fuertemente en las inversiones vinculadas a la construcción de infraestructura; sin embargo, y como se ha puesto de manifiesto en el DIA 2020, existen intervenciones regulatorias necesarias para mejorar la provisión de los servicios que exceden la construcción de infraestructura; las inversiones de este tipo tienen impacto sobre las métricas de los ODS y pueden resultar costo-efectivas, sobre todo en el contexto de la salida de la pandemia del COVID-19 (Serebrisky *et al.*, 2020).

Una tercera limitación es que este documento representa un ejercicio por estimar de manera razonable aquellas inversiones que resultan estándar para el cierre de las brechas de infraestructura; sin embargo, no contempla otras inversiones necesarias cuya estimación requiere de un análisis más detallado de las condiciones particulares a nivel de país, e inclusive a nivel de ciudad. Dentro de estas inversiones se encuentran, por citar algunos ejemplos, aquellas destinadas a captación, represamiento y tratamiento de agua.

Asimismo, las estimaciones preliminares presentadas no incluyen inversiones complementarias requeridas para alcanzar la totalidad de los ODS vinculados al cambio climático; por ejemplo, estimaciones recientes para ALC muestran que cumplir con los objetivos de eficiencia energética vinculados al uso de refrigeradores puede requerir una inversión de alrededor 8.000 millones de dólares hasta 2030 (Urteaga, 2020); inversiones similares requeridas para la electrificación del transporte público, por ejemplo, pueden incrementar los requerimientos de inversión en más de 11.000 millones de dólares.

Finalmente, se realizaron estimaciones respecto de las necesidades de inversión y mantenimiento en todos los módulos en los que fue posible realizar estimaciones razonables sobre el stock de infraestructura existente a partir de la información

disponible. Las limitaciones informativas han implicado que para algunos de los módulos no se pudo hacer estimaciones sobre las necesidades de mantenimiento y reemplazo de activos existentes (aeropuertos, por ejemplo) o bien que se pudieran hacer solo de forma parcial (activos de generación eléctrica). En suma, estas limitantes determinan que las estimaciones realizadas corresponden a montos mínimos indispensables y, por lo tanto, los requerimientos podrían encontrarse por encima de las estimaciones.

El presente trabajo es un ejercicio de cálculo de las necesidades de inversión requeridas para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir con los ODS vinculados directamente con servicios de infraestructura. El objetivo principal de la modelización de necesidades de inversión es proveer a los especialistas y tomadores de decisiones de políticas públicas de una herramienta que, con supuestos explícitamente manifestados, permita realizar estimaciones consistentes y cuantificar el esfuerzo inversor que se requiere a nivel de países y sectores. Muchos de los supuestos constituyen parámetros del modelo que pueden ser fácilmente modificados a fin de evaluar su impacto en la magnitud de los valores calculados. La modelización realizada está disponible en una hoja de cálculo de libre acceso que permite cambiar los parámetros y supuestos para ajustar los cálculos a preguntas específicas e información detallada de costos para los diferentes servicios de infraestructura modelados. Dicha hoja de cálculo puede descargarse en el siguiente enlace: <https://interactive-publications.iadb.org/La-brecha-de-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe>

Es importante recalcar que las inversiones estimadas no implican el total cumplimiento de los ODS relacionados a la provisión de servicios de infraestructura. Además de las limitaciones que existen para el cálculo de las inversiones que son debidamente explicadas en los anexos, los ODS plantean metas integrales que incorporan, por ejemplo, criterios de asequibilidad, resiliencia y sostenibilidad que implican políticas públicas que son más amplias que las inversiones necesarias para proveer más y mejor infraestructura. Ejemplos de estas políticas son la focalización de subsidios, políticas de gestión de la demanda y repensar el diseño de infraestructura ante riesgo de desastres y en el contexto de los efectos producidos por el cambio climático.

En ese sentido, las estimaciones presentadas en el presente estudio deberían ser interpretados como una cota inferior, sobre la cual pueden realizarse cálculos adicionales para que los servicios de infraestructura sean más sostenibles; esto requiere realizar inversiones relacionadas con la incorporación de una mayor penetración de energías renovables en la matriz energética regional, líneas de transmisión que refuercen la integración regional de los sistemas eléctricos, obras de control de inundaciones, redes de agua y alcantarillado resilientes ante desastres naturales e inversiones en infraestructura verde para asegurar la calidad y cantidad de agua en el contexto del cambio climático, entre otras.

El resultado bajo el escenario base indica que América Latina y el Caribe necesita invertir 2.220.736 millones de dólares para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir con los ODS al año 2030 en los sectores de agua, saneamiento, electricidad, transporte y telecomunicaciones. De este monto, un 59% deberá destinarse a inversiones para infraestructura nueva y un 41% a inversiones de mantenimiento y reposición de activos que llegan al final de su vida útil y son indispensables para que los servicios de infraestructura se provean con estándares adecuados de calidad. En términos del esfuerzo de inversión, esto implica que América Latina y el Caribe necesita invertir al menos un 3,12% de su PBI cada año hasta 2030.

En el análisis por países, siguiendo la agrupación regional adoptada por el BID, las necesidades de inversión se descomponen de la siguiente manera: países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y la República Dominicana (CID), USD 612.776 millones; países del Grupo Caribe (CCB), USD 19.555 millones; países del Grupo Andino (CAN), USD 457.965 millones; y países del Cono Sur (CSC), USD 1.130.439 millones. En relación a la inversión por habitante, la región debe invertir 282 dólares per cápita cada año hasta 2030. En los países del Cono Sur (CSC), la inversión requerida es de 322 dólares per cápita, seguida por la de los países del Grupo Andino y Caribe (CAN y CCB) con 259 y 251 dólares per cápita anual, respectivamente, y la de los países de Centroamérica (CID) con 243 dólares per cápita.

Tabla 13. Necesidades de inversión para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir los ODS hasta 2030 en América Latina y el Caribe, por región BID (millones de dólares)

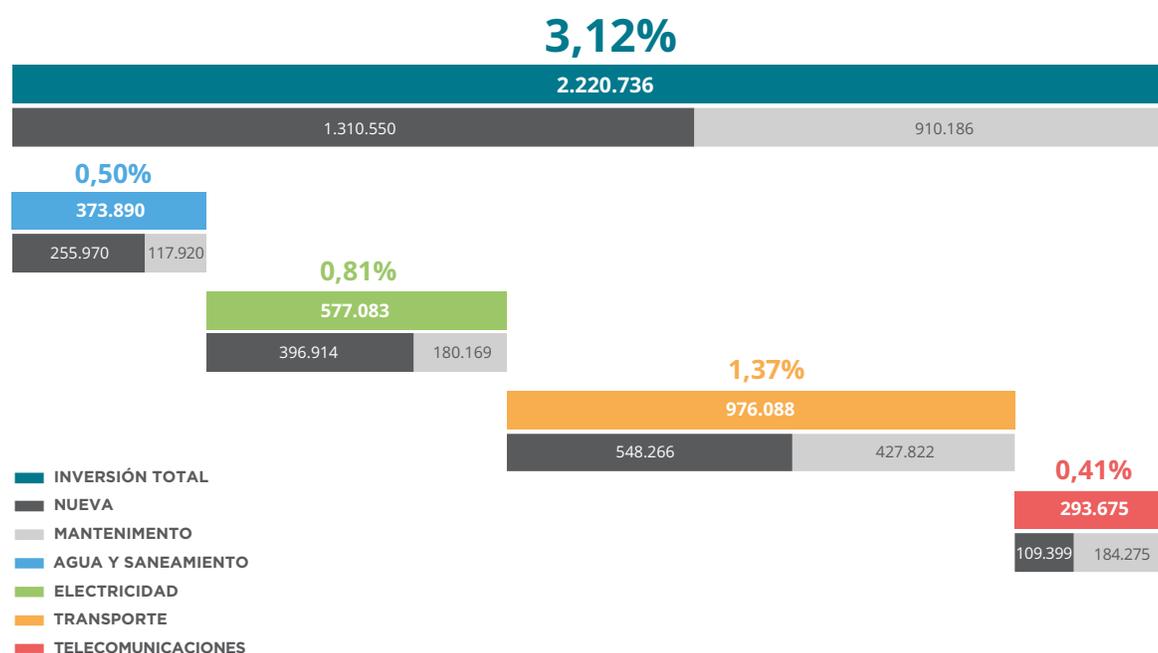
REGIÓN	PAÍSES	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL	INVERSIÓN ANUAL PER CÁPITA
Países de Centroamérica (CID), Haití, México, Panamá y la República Dominicana	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, México, Panamá y la República Dominicana	382.699	230.077	612.776*	243*
Países del Grupo Caribe (CCB)	Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Surinam y Trinidad y Tobago	10.026	9.529	19.555*	251*
Países del Grupo Andino (CAN)	Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela	283.252	174.714	457.965*	259*
Países del Cono Sur (CSC)	Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay	634.573	495.866	1.130.439	322
Total América Latina y el Caribe		1.310.550	910.186	2.220.736	282

Fuente: elaboración propia.

*Nota: en el anexo de este estudio puede encontrarse información detallada a nivel de país sobre las necesidades de inversión y la disponibilidad de información para el cálculo de la brecha en cada servicio. En casos como los países de los grupos CID, CCB, así como en el caso de Venezuela, la falta de información sesga el cálculo a la baja.

En el análisis sectorial, cerrar la brecha de acceso y mantener la calidad de los servicios de agua y saneamiento, incluido el tratamiento de aguas residuales, requiere un esfuerzo inversor promedio anual del 0,5% del PBI regional. En el sector eléctrico, América Latina y el Caribe deberá invertir anualmente un 0,8% de su PBI para brindar acceso universal a la electricidad a toda la población y avanzar en la descarbonización de la matriz de generación de electricidad, de acuerdo con los programas de expansión de los países. Para el sector transporte, el cierre de brechas en infraestructura caminera, aeropuertos y transporte público supone una inversión anual de 1,4% del PBI regional. Finalmente, en el sector telecomunicaciones, incrementar la conectividad de los hogares mediante las tecnologías de banda ancha e internet móvil con estándar 4G requiere una inversión promedio anual del 0,4% del PBI hasta 2030.

Gráfico 16. Esfuerzo inversor anual como porcentaje del PBI regional por sectores (inversión total hasta 2030 en millones de dólares)



Fuente: elaboración propia.

Estos resultados muestran la necesidad de un aumento significativo de la inversión en infraestructura respecto de los niveles pre-pandemia, considerando que entre 2008 y 2019 el promedio anual de la inversión (la suma de la pública y privada) fue del 1,8% del PBI. El incremento necesario en la inversión constituye un desafío para la región en un contexto en el que tanto la situación económica y el espacio

fiscal han sufrido un fuerte deterioro (Izquierdo *et al.*, 2020), y en el que además las inversiones en infraestructura se han visto reducidas ante la crisis económica generada por el COVID-19 en América Latina y el Caribe.

De los 2.220.736 millones de dólares de inversiones necesarias estimadas, un 47% está asociado al cumplimiento del ODS-9, ya que incluye las inversiones asociadas a infraestructura carretera, aeroportuaria y de telecomunicaciones. En segundo lugar se encuentran las inversiones relacionadas al ODS-7, que representan el 26% de las necesidades de inversión. En tercer lugar, el ODS-6 representa inversiones en torno al 17% del total. Finalmente, cumplir el ODS-11 en lo que respecta al transporte público urbano masivo representa el 10% del total de inversiones estimadas.

Gráfico 17. Participación del cierre de brecha de infraestructura para lograr los ODS 2030, por objetivo

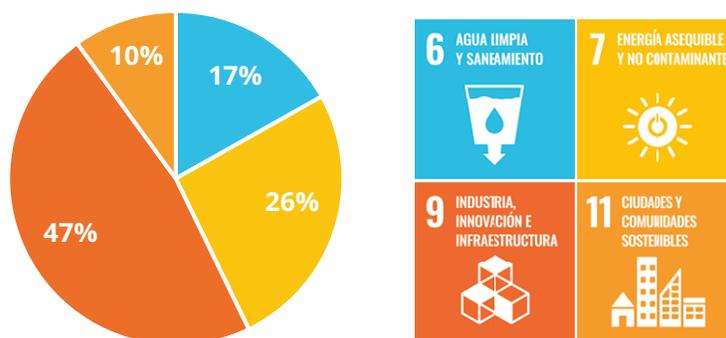


Tabla 14. Participación del cierre de brecha de infraestructura para lograr los ODS 2030, por objetivo

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	INVERSIÓN (MILLONES DE USD)	PORCENTAJE
OBJETIVO 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	373.890	17%
OBJETIVO 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna	577.083	26%
OBJETIVO 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación	1.047.387	47%
OBJETIVO 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles	222.376	10%
Total	2.220.736	100%

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 15 resume los resultados respecto de cuánto deberá invertir cada uno de los países de la región para cumplir con el componente de infraestructura de los ODS hasta 2030²⁸. Asimismo, el Resumen Ejecutivo presenta un análisis gráfico consolidado por cada uno de los sectores. Además, puede revisarse el Anexo del presente estudio para ver el detalle sobre la disponibilidad de información para el cálculo de las distintas brechas de infraestructura en cada uno de los países de la región y los resultados de manera desagregada.

²⁸ Las inversiones requeridas se calculan tomando en consideración el último año con información disponible respecto del acceso y calidad de los servicios de infraestructura para cada uno de los sectores. Teniendo en cuenta que en el período 2008-2019 la región ha invertido 1,8% anual de su PBI y que la crisis económica por el COVID-19 detuvo en gran medida las inversiones en 2020-2021, se espera que en el período 2019-2021 la región haya acumulado un retraso en inversiones con respecto al 3,12% anual del PBI que este documento estimada. Por tal motivo, sería necesaria una inversión adicional en los siguientes años hasta 2030 para compensar por este retraso.

Tabla 15. Necesidades totales de inversión hasta 2030 por país para expandir y mantener la infraestructura necesaria para cumplir los ODS relacionados a servicios de infraestructura (en millones de dólares)

PAÍS	NUEVA INFRAESTRUCTURA	MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO DE ACTIVOS	TOTAL
Argentina	113.456	90.948	204.404
Bahamas	236	204	441
Barbados	157	184	342
Belize	1.561	335	1.895
Bolivia	32.375	22.898	55.273
Brasil	452.404	348.711	801.115
Chile	47.617	41.547	89.164
Colombia	100.072	68.972	169.044
Costa Rica	13.335	11.398	24.733
Ecuador	46.266	25.684	71.950
El Salvador	15.039	5.374	20.413
Guatemala	30.646	17.553	48.199
Guyana	1.252	583	1.836
Haití	20.644	7.927	28.571
Honduras	16.464	8.923	25.387
Jamaica	5.628	6.236	11.864
México	240.297	153.448	393.745
Nicaragua	11.184	7.464	18.647
Panamá	12.322	6.688	19.010
Paraguay	13.088	9.508	22.596
Perú	70.527	39.588	110.115
República Dominicana	21.207	10.969	32.175
Suriname	1.057	898	1.955
Trinidad y Tobago	1.695	1.423	3.117
Uruguay	8.008	5.152	13.160
Venezuela	34.012	17.571	51.583
Total América Latina y el Caribe	1.310.550	910.186	2.220.736

Fuente: elaboración propia.

El estudio presenta recuadros con información valiosa sobre estudios externos que estiman inversiones de algunos componentes que no han sido incluidos en los cálculos. Comparadas a las estimaciones realizadas, su magnitud es reducida. Las inversiones en almacenamiento de agua para uso poblacional implicarían un esfuerzo de inversión del 0,005% anual del PBI regional. Mientras que en el caso de los puertos e inversión adicional para la electrificación de la flota de transporte, el esfuerzo inversor es de 0,02% anual del PBI regional en cada caso.

REFERENCIAS

Acevedo, M. C., E. Borensztein y J. Lennon. 2019. "Development Gaps: Methodological Innovations and Inclusion of Private Sector Indicators." Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC. Consultado en enero de 2020.

AIE (Agencia Internacional de la Energía). 2019. "Renewables 2019: Market Analysis and Forecast from 2019 to 2024." Informe. AIE, París. Disponible en <https://www.iea.org/reports/renewables-2019>. Consultado en marzo de 2020.

Auchincloss, A. H., Weinberger, R., Aytur, S., Namba, A., y A. Ricchezza. 2015. Public Parking Fees and Fines: A Survey of U.S. Cities. Public Works Management and Policy.

Bain, R., R. Johnston, F. Mitis, C. Chatterley y T. Slaymaker. 2018. "Establishing Sustainable Development Goal Baselines for Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene Services." *Water* 10 (12), <https://doi.org/10.3390/w10121711>.

Banco Interamericano de Desarrollo - BID. 2020. Documento de Marco Sectorial de Transporte. División De Transporte.

Banco Mundial. 2021. "Well Maintained: Economic benefits from more reliable and resilient infrastructure" Reporte para el G20. Banco Mundial, Washington, DC.

Banco Mundial. 2019a. Encuesta de empresas.

Banco Mundial. 2019b. "Measuring Rural Access: Update 2017/18". Banco Mundial, Washington, DC.

Banco Mundial. 2019c. "From Waste to Resource: Shifting Paradigms for Smarter Wastewater Interventions in Latin America and the Caribbean." Informe. Banco Mundial, Washington, DC.

Banco Mundial. Road Costs Knowledge System (ROCKS).

Banco Mundial. World Development Indicators.

Banco Mundial. Population Estimates and Projections.

Bonifaz, J. L., R. Urrunaga, J. Aguirre y P. Quequezana. 2020. “Brechas de infraestructura en la región andina”. Documento para discusión N° IDB-DP-00807. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Bonifaz, J. L., R. Urrunaga, J. Aguirre y P. Quequezana. 2019. “Brecha de infraestructura en el Perú: Estimación de la brecha de infraestructura de largo plazo 2019-2038”. Monografía N° 838. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Brichetti, J.P., Giraldez Zuniga, F., Sanchez Gonzalez, S. y T. Serebrisky. 2021. “La brecha de acceso a la infraestructura aeroportuaria en América Latina y el Caribe”. Banco Interamericano de Desarrollo. Mimeo.

BRTData. Información estadística por ciudades.

CAF (Corporación Andina de Fomento - Banco de Desarrollo de América Latina). 2016. “Análisis de inversiones portuarias en América Latina y el Caribe al horizonte 2040”. Banco de Desarrollo de América Latina, Lima, Perú.

Calatayud, A. y L. Montes, eds. 2021. “Logística en América Latina y el Caribe: oportunidades, desafíos y líneas de acción”. Monografía del BID 921. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Calatayud, A., Sánchez, S., Bedoya, F., Giraldez, F. y J. Marquez. 2021. Congestión urbana en América Latina y el Caribe: características, costos y mitigación.

Calderón, C., A. Fernández Gómez Platero y Z. Wanner. 2020. “The Development Conversation about Infrastructure: Energy, Transportation, Water and Sanitation.” Nota técnica IDB-TN-1800. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Castillo, T., F. García, L. Mosquera, T. Rivadeneira, K. Segura y M. Yujato. 2019. “Panorama energético de América Latina y el Caribe 2018”. Informe. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Quito.

Cavallo, E., Powell, A. y T. Serebrisky, eds. 2020. “De Estructuras a Servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe” (DIA 2020). Serie Desarrollo en las Américas. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Christiansen, P., Engebretsen, Ø., Fearnley, N., y J. Usterud Hanssen. 2017. Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 95, 198–206.

Cisco. 2020. “Cisco Annual Internet Report (2018–2023).” Documento técnico. Cisco, San José, CA. Disponible en https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html#_Toc532256803. Consultado en marzo de 2020.

Deichmann, U; Reuter, A., Vollmer, S. y F. Zhangc. 2019. “The relationship between energy intensity and economic growth: New evidence from a multi-country multi-sectorial dataset”. World Development.

Energy Hub. Investment gap for universal access to electricity by 2030. Consultado en agosto 2021.

Escobal, J. y M. Torero. 2005. "Measuring the impact of asset complementarities: the case of rural Perú". Cuadernos de economía, 42(125): 137-164, Mayo.

García, A., Iglesias, E. y P. Puig. 2021. "Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha. Brecha digital en América Latina y el Caribe". Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Glaeser, E. y J. Poterba. 2021. Economic Perspectives on Infrastructure Investment. ASPEN Economic Strategy Group.

Greenstone, M. y C. Q. Fan. 2018. "Introducing the Air Quality Life Index: Twelve Facts about Particulate Air Pollution, Human Health y Global Policy." Informe. Energy Policy Institute at the University of Chicago (EPIC), Chicago, IL.

Gómez-Vidal, A., F. Machado y D. Datshkovsky. 2021. "Water and Sanitation Services in Latin America: Access and Quality Outlook." Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

GTZ. 2003. "Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities".

Hutton, G. y L. Haller. 2004. "Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level". No. WHO/SDE/WSH/04.04. World Health Organization, Ginebra, Suiza.

Hutton, G. y M. Varughese. 2016. "The Costs of Meeting the 2030 Sustainable Development Goal Targets on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene". Banco Mundial, Washington, DC.

International Road Federation. Statistics: Better Road Data for Better Policies.

International Telecommunication Union. Statistics.

Iorio, P. y M. E. Sanin. 2019. "Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y el Caribe". Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

ITF (Foro Internacional de Transporte). 2020. "Developing Accessibility Indicators for Latin American Cities." ITF, París. Documento inédito.

Izquierdo, A., Keefer, P., Blackman, A., Busso, M., Cavallo, E., Elacqua, G., Ibáñez, A., Messina, J., Mesquita Moreira, M., Scartascini, C., Schady, N. y T. Serebrisky. 2020. "Salir del túnel pandémico con crecimiento y equidad: Una estrategia para un nuevo compacto social en América Latina y el Caribe". Monografía del BID 827. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Joint Monitoring Program. Información estadística.

Mikou, M., Rozenberg, J., Koks, E., Fox, C. y T. Peralta Quiros. 2019. "Assessing Rural Accessibility and Rural Roads Investment Needs Using Open Source Data". Policy Research Working Paper; No. 8746. Banco Mundial, Washington, DC.

Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. 2019. "Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad."

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento de Perú. 2014. Plan de Inversiones del Sector Saneamiento de alcance nacional 2014-2021.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento de Perú. 2017. Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021.

Muñoz-Castillo, R., Miralles-Wilhelm, F. y K. Machado. 2019. "A CLEWS Nexus modelling approach to assess water security trajectories and infrastructure needs in Latin America and the Caribbean". Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Naciones Unidas. 2015. "Acuerdo de París". Naciones Unidas, Nueva York, NY. Disponible en https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2017. *Gaps and Governance Standards of Public Infrastructure in Chile: Infrastructure Governance Review*. París: Publicación de la OCDE.

Organización Mundial de la Salud. Página de seguimiento a la meta 6.3.1 de los ODS. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/monitoring-and-evidence/water-supply-sanitation-and-hygiene-monitoring/country-files-for-sdg-6.3.1-proportion-of-wastewater-safely-treated>

Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef). 2017. WASH en la Agenda 2030 Nuevos indicadores a nivel mundial para agua para consumo, saneamiento e higiene.

Pickering, A. J., y J. Davis. 2012. "Freshwater availability and water fetching distance affect child health in sub-Saharan Africa". *Environmental science and technology*, 46(4), 2391-2397.

Rivas, M. E., A. Suárez-Alemán y T. Serebrisky. 2019. "Hechos estilizados de transporte urbano en América Latina y el Caribe". Nota técnica del BID N° 1640. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Rozenberg, J. y M. Fay, eds. 2019. "Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need While Protecting the Planet". Series Sustainable Infrastructure. Banco Mundial, Washington, DC.

Salas, D., Zapata, M. y J. Guerrero. 2007. "Modelo de Costos para el Tratamiento de las Aguas Residuales en la Región". *Scientia Et Technica*, diciembre, año/vol. XIII, número 037. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

Sanin, M. E. 2019. "Zooming into Successful Energy Policies in Latin America and the Caribbean: Reasons for Hope". Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Serebrisky, T., Brichetti, J. P., Blackman, A. y M. Mesquita Moreira. 2020. Infraestructura sostenible y digital para impulsar la recuperación económica post COVID-19 de América Latina y el Caribe: un camino hacia más empleo, integración y crecimiento.

Transportation for America. 2020. The Congestion Con.

Urrunaga, R. y S. Wong. 2016. "When the total is more than the sum of parts: Infrastructure complementarities," Working Papers 2016-64, Peruvian Economic Association.

Urteaga, J. A. 2020. "La eficiencia energética en el Sector Residencial en América Latina y el Caribe". Nota conceptual. Banco Interamericano de Desarrollo. Mimeo.

Yépez-García, A., Ji, Y., Carvalho Metanias Hallack, M. y D. López Soto. 2019. "The Energy Path of Latin America and the Caribbean". Monografía del BID 683. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Yépez-García, A., Carvalho Metanias Hallack, M, Mejdalani, A. y D. López Soto. 2021. "Update on the Energy Path of Latin America and the Caribbean". Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC. Mimeo.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ALC:	América Latina y el Caribe
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
BNEF:	Bloomberg New Energy Finance
CAF:	Corporación Andina de Fomento, ahora Banco de Desarrollo de América Latina
CAN:	Países del Grupo Andino
CCB:	Países del Grupo Caribe
CID:	Países de Centro América, México, Panamá y la República Dominicana
CSC:	Países del Cono Sur
DIA:	Development in the Americas
IRENA:	International Renewable Energy Agency
IRF:	International Road Federation
JMP:	Joint Monitoring Program
LAPOP:	Latin American Public Opinion Project
NREL:	National Renewable Energy Laboratory
OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODM:	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS:	Organización Mundial de la Salud

-
- ONU:** Organización de las Naciones Unidas
 - PBI:** Producto Bruto Interno
 - RAI:** Rural Accessibility Index
 - ROCKS:** Road Costs Knowledge System
 - Unicef:** Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
 - USD:** Dólares de Estados Unidos de América
 - WDI:** World Development Indicators

ANEXO

ANEXO

Metodología de cálculo de la brecha de infraestructura y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en 2030

Este Anexo describe las metodologías aplicadas para la estimación de la brecha de infraestructura en ALC para el cumplimiento de los ODS en el año 2030. A su vez se detallan las fuentes de información utilizadas, así como los principales supuestos utilizados para la estimación.

A.

ASPECTOS GENERALES

En la presente sección del Anexo se describen las metodologías de cálculo, las fuentes de información y los supuestos utilizados para variables que tienen impacto sobre los cálculos en más de uno de los sectores (estimaciones demográficas, proyecciones del PBI y aspectos generales del cómputo de la inversión en mantenimiento de los activos).

A.1. Estimaciones demográficas

La estimación de la brecha de infraestructura para servicios domiciliarios requiere la determinación de la población que no tiene cobertura en la actualidad, así como la estimación del incremento en la demanda a 2030 vinculada al crecimiento demográfico.

Los datos demográficos utilizados para realizar las estimaciones fueron recabados del Banco Mundial. Esta información está basada en los *World Population Prospects* realizados por el Departamento de Economía y Asuntos Sociales de Naciones Unidas. La base de datos utilizada presenta la población y otras estimaciones y proyecciones demográficas de 1960 a 2050, en más de 200 economías. La in-

formación disponible incluye datos de población por varios grupos de edad, sexo, localización geográfica (urbano/rural), así como datos de fertilidad, mortalidad y migración, entre otros.

Los indicadores de cobertura de los servicios domiciliarios (agua y electricidad) suelen estar expresados en términos de porcentaje de hogares cubiertos. En este caso, el cálculo requiere contar con el dato de la densidad o módulo promedio (habitantes por hogar) para transformar las poblaciones estimadas en un número de hogares que permita realizar el cálculo. Para estimar el número de hogares, en este trabajo se consideraron dos módulos distintos por país: uno para la población urbana y otro para la población rural. La información para calcular dichos módulos se basa en los cocientes de habitantes por número de hogares observados en el año 2018.

Los módulos calculados se mantuvieron fijos para la totalidad del período del estudio. Al respecto, debe considerarse que en los próximos años es esperable una disminución progresiva en los módulos promedio de los hogares, debido al incremento de los ingresos y al proceso de urbanización que la región experimenta. Por lo tanto, la decisión de incluir módulos constantes puede introducir un sesgo a la baja en las estimaciones de brechas de los servicios domiciliarios. Esto debido a que utilizar un módulo más elevado que el real, conduce a una subestimación de los hogares que requieren conexión a los servicios. Sin embargo, se espera que este efecto sea marginal debido a que la evolución de los módulos de los hogares promedio es suave y el período bajo análisis (2020-2030) es acotado. La Tabla A.1 resume los principales datos demográficos utilizados para la estimación.

Tabla A.1. Información demográfica por país utilizada para la estimación de brechas de infraestructura en ALC

PAÍS	2018					2030					EXPANSIÓN DE DEMANDA AL 2030			
	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL	MÓDULO VIVIENDAS URBANO	MÓDULO VIVIENDAS RURAL	VIVIENDAS URBANAS	VIVIENDAS RURALES	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL	VIVIENDAS URBANAS	VIVIENDAS RURALES	NUEVAS VIVIENDAS URBANAS	NUEVAS VIVIENDAS RURALES
Argentina	44.361.000	40.812.120	3.548.880	3,5	3,50	11.660.606	1.013.966	49.056.162	45.996.839	3.059.323	13.141.954	874.092	1.481.348	(139.873)
Bahamas	385.640	320.178	65.462	3,30	3,30	96.926	19.817	442.321	375.973	66.348	113.816	20.085	16.890	268
Barbados	287.000	198.030	88.970	3,05	3,05	64.928	29.170	295.000	200.000	95.000	65.574	31.148	646	1.977
Belize	398.000	179.100	218.900	4,61	4,61	38.850	47.484	467.000	227.000	240.000	49.241	52.061	10.390	4.577
Bolivia	11.307.000	7.914.900	3.392.100	3,33	3,14	2.376.847	1.018.649	13.240.382	9.960.260	3.280.122	2.991.069	1.045.268	614.222	26.619
Brasil	209.469.000	180.143.340	29.325.660	2,92	3,15	61.692.925	10.043.034	223.852.116	199.172.860	24.679.256	68.209.884	7.837.868	6.516.959	(2.205.166)
Chile	17.715.000	15.766.350	1.948.650	3,01	3,01	5.237.990	647.392	19.458.098	17.731.405	1.726.693	5.890.832	573.652	652.842	(73.740)
Colombia	49.661.000	39.728.800	9.932.200	3,14	3,41	12.652.484	3.163.121	53.416.767	44.824.664	8.592.103	14.275.371	2.521.892	1.622.887	(641.229)
Costa Rica	4.999.000	3.949.210	1.049.790	3,13	3,13	1.261.728	335.396	5.468.042	4.755.229	712.813	1.519.242	227.736	257.514	(107.660)
Ecuador	17.084.000	11.104.600	5.979.400	3,58	3,88	3.101.844	1.670.223	19.818.799	13.755.121	6.063.678	3.842.213	1.562.261	740.369	(107.962)
El Salvador	6.643.000	4.118.660	2.524.340	3,43	3,68	1.200.776	735.959	6.778.592	5.297.414	1.481.178	1.544.436	402.775	343.660	(333.184)
Guatemala	17.302.000	10.035.160	7.266.840	4,01	5,18	2.502.534	1.812.180	21.212.560	14.192.050	7.020.510	3.539.165	1.355.547	1.036.631	(456.632)
Guyana	779.000	225.910	553.090	3,58	3,58	63.103	154.494	782.000	195.000	587.000	54.469	163.966	(8.634)	9.472
Haití	11.123.000	6.117.650	5.005.350	4,75	4,98	1.287.926	1.053.758	12.733.227	8.128.494	4.604.733	1.711.262	925.000	423.336	(128.758)
Honduras	9.012.000	4.956.600	4.055.400	3,87	4,29	1.280.775	1.047.907	11.449.246	7.069.621	4.379.625	1.826.775	1.019.915	546.000	(27.992)
Jamaica	2.935.000	1.643.600	1.291.400	3,27	3,27	502.630	394.924	3.048.000	1.839.000	1.209.000	562.385	369.725	59.755	(25.199)
México	126.191.000	98.428.980	27.762.020	3,49	3,83	28.203.146	7.954.734	140.875.763	112.377.095	28.498.668	32.199.741	7.435.973	3.996.595	(518.761)
Nicaragua	6.460.000	3.746.800	2.713.200	5,22	5,57	717.778	519.770	7.391.881	4.438.212	2.953.669	850.232	530.648	132.454	10.878
Panamá	4.177.000	2.798.590	1.378.410	3,36	3,75	832.914	410.241	4.927.612	3.476.232	1.451.380	1.034.593	386.822	201.679	(23.419)
Paraguay	7.053.000	4.351.701	2.701.299	3,74	3,79	1.163.556	722.272	7.949.969	5.902.683	2.047.286	1.578.257	539.800	414.701	(182.472)
Perú	32.162.000	25.729.600	6.432.400	3,56	3,46	7.227.416	1.806.854	36.030.592	30.012.716	6.017.876	8.430.538	1.738.166	1.203.122	(68.688)
República Dominicana	10.266.000	8.315.460	1.950.540	3,18	3,03	2.614.925	613.377	11.770.316	10.238.383	1.531.933	3.219.617	505.887	604.693	(107.490)
Suriname	576.000	380.160	195.840	3,90	3,90	97.477	50.215	633.000	428.000	205.000	109.744	52.564	12.267	2.349
Trinidad y Tobago	1.390.000	736.700	653.300	3,91	3,91	188.414	167.084	1.414.000	775.000	639.000	198.210	163.427	9.795	(3.657)
Uruguay	3.506.000	3.330.700	175.300	2,76	3,52	1.206.775	63.514	3.569.471	3.460.493	108.978	1.253.802	30.993	47.026	(32.521)
Venezuela	28.887.000	25.998.300	2.888.700	3,83	3,83	6.788.068	754.230	33.626.459	30.902.186	2.724.273	8.068.456	711.298	1.280.388	(42.931)
ALC	624.128.640	501.031.199	123.097.441	3,59	3,76	154.063.340	36.249.767	689.707.375	575.731.930	113.975.445	176.280.877	31.078.570	22.217.537	(5.171.197)
CID	196.571.000	142.646.210	53.924.790	3,91	4,20	39.941.352	14.530.806	223.074.239	170.199.730	52.874.509	47.494.304	12.842.363	7.552.952	(1.688.443)
CCB	6.352.640	3.504.578	2.848.062	3,50	3,50	1.013.478	815.705	6.614.321	3.812.973	2.801.348	1.104.198	800.915	90.720	(14.790)
CAN	139.101.000	110.476.200	28.624.800	3,49	3,54	32.146.658	8.413.077	156.132.999	129.454.947	26.678.052	37.607.646	7.578.886	5.460.988	(834.191)
CSC	282.104.000	244.404.211	37.699.789	3,19	3,39	80.961.852	12.490.179	303.885.816	272.264.280	31.621.536	90.074.729	9.856.406	9.112.877	(2.633.773)

Fuente: World Population Prospects de Naciones Unidas, accedidos a través del banco de datos del Banco Mundial.

Notas: CID agrupa a los países miembros del Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana del BID; CCB agrupa a los países miembros del Departamento de Países del Caribe (Las Bahamas, Barbados, Guyana, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tobago) del BID; CAN agrupa a los países miembros del Departamento de Países del Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) del BID; CSC agrupa a los países miembros del Departamento de Países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del BID.

A.2. Proyecciones del PBI

Si bien el cálculo de las brechas de infraestructura en todos los casos ha sido estimado en dólares corrientes, en este trabajo también se presentan los resultados en términos de puntos de PBI como una manera de expresar en términos relativos el esfuerzo inversor necesario para cerrar las brechas identificadas. Los datos de PBI utilizados corresponden a aquellos consignados en la página del World Economic Outlook (WEO) del Fondo Monetario Internacional (FMI) para la región de ALC²⁹. De acuerdo a dicha fuente, el PBI regional en el año 2019 ascendió a USD 5.192.117 millones.

Asimismo, el ejercicio de cálculo de brechas es un ejercicio prospectivo, por lo cual es necesario realizar proyecciones sobre el crecimiento de la región para caracterizar el esfuerzo inversor. Sin embargo, estimar el crecimiento económico futuro de cada uno de los países excede el propósito de este trabajo. Por tanto, se ha tomado el promedio de las tasas de crecimiento estimadas por el WEO del FMI para los años de recuperación post COVID-19 (2023- 2026), extrapolándose hasta el fin del periodo de análisis (2030).

El esfuerzo inversor anual, expresado como porcentaje del PBI regional, que se reporta en el presente estudio se computa de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\bar{\beta} = \frac{1}{12} \sum_{t=2019}^{t=2030} \frac{I_t}{PBI_{2019} \times (1+\gamma)^{t-2019}}$$

Donde:

$\bar{\beta}$: Esfuerzo inversor anual (como porcentaje del PBI regional)

I_t : Inversión total realizada en cada año para el cierre de brechas

PBI_{2019} : PBI de ALC reportado por el Banco Mundial para 2019

γ : Tasa anual de crecimiento esperado del PBI

²⁹ Actualizados a abril 2021.

A.3. Aspectos generales del cómputo de la inversión en mantenimiento y reemplazo de activos

El cálculo de las brechas incorpora los costos de mantenimiento y reemplazo de la infraestructura necesaria para proveer los servicios. Al respecto es necesario realizar dos aclaraciones:

1. Los costos de mantenimiento incorporados en el cálculo fueron estimados como aquellos requeridos para mantener a los activos de infraestructura funcionando de manera óptima a lo largo de su vida útil esperada. Asimismo, se les agrega las inversiones necesarias para el reemplazo de los activos una vez finalizada su vida útil esperada. Para determinar el perfil de reemplazo de los activos existentes se ha supuesto que las inversiones existentes se han realizado de forma suavizada, es decir sin discontinuidades en los procesos de inversión a lo largo del tiempo.
2. Las inversiones necesarias para cubrir los costos de mantenimiento no son neutrales al perfil de inversiones seleccionado para cerrar las brechas de infraestructura. En el presente estudio se computaron dos perfiles de inversión para el cierre de brechas posibles. El primero que asumía inversiones constantes en términos nominales; es decir, que se invierte todos los años el mismo monto. El segundo perfil asume que los países invierten todos los años un porcentaje constante de su PBI; lo que en la práctica, dado el crecimiento económico esperado, implica montos crecientes de inversiones. Para efectos de los cálculos del esfuerzo inversor presentados en este estudio, se ha asumido el primer perfil de inversión; es decir, inversiones constantes en términos nominales.

B. CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL SECTOR ELÉCTRICO

En el presente estudio se estimó la brecha de infraestructura considerando dos dimensiones del servicio eléctrico: garantizar el acceso universal a la electricidad y garantizar la suficiencia de la oferta de energía eléctrica, teniendo en cuenta las estimaciones de la División de Energía del BID.

B.1. Cálculo de la brecha de acceso a la electricidad

Para el cómputo de la brecha de infraestructura y las inversiones que permitan garantizar el acceso universal al servicio eléctrico, fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información sobre los niveles del acceso a la electricidad en zonas urbanas y rurales de cada país, definir los costos unitarios de dar acceso y definir una metodología para el cálculo de la inversión necesaria en mantenimiento y reemplazo de activos.

B.1.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante en este caso es el número 7 que declara la necesidad de “garantizar acceso a energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”. En consecuencia, el objetivo del cierre de brechas en cuanto a acceso es lograr que el 100% de hogares urbanos y rurales cuenten con el servicio eléctrico para el año 2030.

B.1.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio eléctrico

Como se ha mencionado en el presente estudio, la información de la línea de base en términos del acceso al servicio eléctrico proviene de las estimaciones existentes que han sido producidas por la División de Energía del BID. En particular, el estudio de referencia es la estimación de brechas de inversión para el logro de Acceso Universal a Electricidad residencial en ALC del Energy Hub.

B.1.3. Costos unitarios

Para determinar los costos unitarios de brindar acceso al servicio eléctrico a las viviendas sin conexión se identificaron 4 costos relevantes vinculados a la solución de infraestructura considerada de mayor conveniencia entre las siguientes opciones: costos de conexión a la red urbana; costos de conexión y ampliación de redes rurales; costos de conexión a un sistema rural aislado configurado como *mini-grid*; y costos de conexión a un sistema rural aislado de carácter individual. Cada uno de estos costos fue estimado a nivel país.

La determinación de la proporción de hogares que requerían cada tipo de solución se realizó siguiendo los lineamientos del estudio de estimación de brechas de inversión para el logro de Acceso Universal a Electricidad residencial en ALC del Energy Hub. Al agregar las distintas brechas identificadas a nivel país, se obtuvieron costos promedios a nivel latinoamericano, dando como resultado un costo unitario de 832 dólares por hogar urbano y de 1.989 dólares por hogar rural.

B.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura de electricidad

El procedimiento para el cálculo y valoración de la brecha de infraestructura para garantizar el acceso al servicio de electricidad fue el siguiente:

- En primer lugar, se determinó el número de hogares por país, tanto a nivel urbano como a nivel rural, que no contaban con acceso a electricidad.
- En segundo lugar, se determinó la expansión del número de hogares hasta 2030 de forma consistente con la expansión demográfica prevista. Esta estimación se realizó dividiendo el incremento poblacional previsto por el módulo de habitantes por hogar correspondiente al año 2018 por área geográfica (urbano/rural).
- El tercer paso consistió en multiplicar los hogares por el costo unitario correspondiente; es decir, se calcularon las inversiones necesarias para brindar acceso tanto a los hogares actuales sin servicio como a los proyectados hasta 2030, diferenciando el costo unitario según ámbito urbano o rural.

B.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos

Para la estimación de la inversión necesaria para el mantenimiento de la red en óptimo estado se requirió estimar el valor del stock de infraestructura existente. En función de la información disponible, se procedió a multiplicar el número de hogares conectados a la red eléctrica, tanto a nivel urbano como rural, por los costos unitarios promedio previamente definidos. Adicionalmente, el valor del stock de infraestructura se amortizó siguiendo un esquema lineal para representar la pérdida de valor de los activos como resultado de su uso a lo largo del tiempo.

Los montos de inversiones anuales necesarias para cubrir el reemplazo de los activos corresponden a anualidades que permiten la reposición del valor neto de los activos existentes considerando una vida útil de 30 años. Por su parte, el costo de mantenimiento de la infraestructura se estimó utilizando un coeficiente del 2% anual sobre el valor estimado de los activos totales, incluyendo las nuevas inversiones.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

B.2. Cálculo de la brecha de generación y transmisión eléctrica

Para el cómputo de la brecha de infraestructura de generación y transmisión eléctrica fue necesario definir el objetivo a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información respecto del incremento planificado de la demanda eléctrica y definir las necesidades de inversión asociadas.

B.2.1. Definición del objetivo de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante en este caso es el número 7 y, en particular, las metas 7.1 (“Para 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos”) y 7.2 (“Para 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas”). Al no existir objetivos cuantitativos explícitos sobre inversiones en transmisión y en generación así como la cuantificación de la reconversión del mix, se optó por seguir el sendero de inversiones establecido en el estudio realizados por especialistas del BID (Yepez-García, Ji, Hallack y Lopez Soto (2019) y su reciente actualización Yepez-García, Hallack, Mejdalani y Lopez Soto 2021). En dicho trabajo, basado en los planes de expansión de generación eléctrica de los países en ALC y en estimaciones sobre la expansión de la demanda eléctrica, se determinan las necesidades de inversión requeridas para el período 2020 - 2030 tanto para expandir la capacidad de generación, en línea con los objetivos trazados por la política energética de cada país, como para realizar el reemplazo de las plantas de generación que llegan al final de su vida útil.

Los planes de expansión de la generación suelen ser reevaluados de manera periódica para adaptarlos de manera consistente con sus contribuciones nacionalmente determinadas y otros objetivos climáticos intermedios, incrementando la ambición en línea con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París. Esto podría sugerir que los países incorporarán una mayor proporción de fuentes renovables por encima de lo planificado para cumplimentar compromisos más ambiciosos. Aumentar la participación de las energías renovables generalmente tiene impactos sobre las inversiones no solo de generación, sino sobre las inversiones complementarias para gestionar adecuadamente una red que garantice la seguridad energética ante la intermitencia de estas nuevas fuentes de generación. Teniendo en cuenta la meta 7.2, cabe destacar que como consecuencia de la modelización, la matriz eléctrica resultante no solo garantiza el suministro de la demanda eléctrica esperada e sino que incrementa la participación de renovables no convencionales en la generación de electricidad del 7,9% al 17,1% en ALC, aumentando también en términos agregados la generación libre de emisiones, la cual se estima que crecerá de 63,4% a 70,4%. Estas métricas se asocian directamente con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, puesto que las emisiones por GWh disminuirían más de un 23% entre 2020-2030.

Teniendo en cuenta lo anterior, estas inversiones deben ser consideradas como una cota inferior en términos de esfuerzos de mitigación del cambio climático, teniendo en cuenta que el escenario desarrollado puede no estar completamente alineado

con el objetivo 2 del Acuerdo de París, para “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales(...)”. Esto surge como consecuencia que las estimaciones no están directamente asociadas con un escenario de descarbonización profunda de las economías hacia emisiones netas cero, ni consideran la electrificación de diferentes componentes de la demanda cubierta con fuentes más contaminantes (que requerirá mayor potencia), ni contabiliza inversiones para cambios de tecnología u otros esfuerzos de reducción de otras fuentes energéticas, por ejemplo, en el sector industrial o en el sector de transporte.

B.2.2. Fuentes de información para la determinación del incremento esperado de la demanda eléctrica

La determinación de la demanda eléctrica esperada se estimó siguiendo los lineamientos planteados en Yepez-García, Ji, Hallack y López Soto (2019) y su reciente actualización Yepez-García, Hallack, Mejdalani y López Soto (2021). En dichos trabajos la estimación de la demanda eléctrica futura se realizó siguiendo una metodología econométrica que utiliza como inputs los principales determinantes de la demanda eléctrica de acuerdo con la literatura (PBI, precio del petróleo, precio de la electricidad, entre otros) y calibrando los parámetros de la estimación sobre la base de las observaciones del período histórico 1971-2019.

En particular, para establecer las necesidades de inversión del presente trabajo se utilizaron las estimaciones de demanda eléctrica realizadas en Yepez-García, Hallack, Mejdalani y López Soto (2021) que predicen un incremento de la demanda eléctrica regional del 2,8% anual. Este escenario excede a los incrementos de la demanda eléctrica en la región a lo largo de la última década (1,8% anual en promedio). Los motivos por los que las demandas proyectadas superan el promedio histórico se vinculan con la tendencia a la electrificación de las actividades en la región, el aumento del PBI previsto que afecta de manera no lineal el consumo de electricidad³⁰ y la previsión de que durante la próxima década la tendencia al cierre de brechas de acceso a la electricidad continuará. Como consecuencia, a fin de cumplir con el objetivo de universalización del acceso al servicio de electricidad, se requerirá una expansión de la capacidad de generación que permita atender la creciente demanda.

B.2.3. Estimaciones de las necesidades de inversión para el cierre de brechas de infraestructura en generación y transmisión eléctrica

La estimación de las necesidades de inversión para el cierre de la brecha de infraestructura en generación y transmisión eléctrica corresponde a las estimaciones realizadas en Yepez-García, Hallack, Mejdalani y López Soto (2021).

³⁰ Ver la evidencia presentada por Deichmann *et al.* (2019) utilizando un panel de 137 economías para el período 1990-2014.

El procedimiento utilizado por los autores en cuanto a generación fue el siguiente:

- En primer lugar, se valorizó la inversión necesaria para cumplir los planes de expansión eléctrica disponibles de los países de la región hasta el año 2030; este cálculo se realizó para cada país y para cada tecnología de generación, valuando las expansiones expresadas en términos de capacidad, de acuerdo con los precios unitarios informados por el National Renewable Energy Laboratory (NREL) de los Estados Unidos.
- En segundo lugar, se calcularon las necesidades adicionales de generación eléctrica para cubrir la brecha entre la demanda estimada mediante los modelos econométricos y la generación media que surge de la capacidad instalada de acuerdo con los objetivos de los planes de expansión en el período 2020-2030. Teniendo en cuenta las políticas sectoriales de cada país, las necesidades adicionales de generación eléctrica por tecnología se estimaron considerando la composición del mix de generación de los planes de expansión hasta 2030 (o último año del plan, según corresponda). Mediante la utilización de factores de carga promedio del modelo de NREL, la necesidad de nueva generación por tecnología se transforma en requerimientos de nueva potencia a instalar para cada año. Finalmente, se valúa esta necesidad de generación adicional utilizando los precios unitarios reportados por NREL.
- En tercer lugar, realizando un análisis a nivel de planta se determinan las necesidades de inversión vinculadas a la depreciación del stock de generación actual. Esto se realiza determinando el fin de la vida útil estimada de cada planta de acuerdo con la tecnología empleada y computando el costo de reemplazo de toda la capacidad instalada que llegue al final de su vida útil en el período 2020-2030.

En cuanto a transmisión, el procedimiento utilizado por los autores fue el siguiente:

- La estimación se realizó computando un promedio histórico a nivel regional de las necesidades de expansión de las redes de transmisión por cada GWh demandado.
- Computando dicho coeficiente por el incremento en la demanda eléctrica planificada se obtuvo la cantidad adicional de kilómetros de líneas de alta tensión requeridas para prestar el servicio.
- La valuación de dicha infraestructura se realizó utilizando el costo por kilómetro de línea de transmisión de 400kv extraído del modelo META del Banco Mundial³¹.

³¹ El modelo para la Evaluación de Tecnología Eléctrica (META, por sus siglas en inglés) ha sido desarrollado por Chubu Electric Power Corp Inc. y Economic Consulting Associates comisionado por el Programa de Asistencia para el Manejo del sector Energético (ESMAP, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial. META proporciona costos y datos de rendimiento de las diferentes tecnologías de generación, transmisión y distribución eléctrica tomando en cuenta las tendencias del mercado y los últimos desarrollos tecnológicos.

Finalmente, se estimaron dos escenarios adicionales de costeo de la nueva infraestructura, con el objeto de cuantificar el impacto de las reducciones de costos previstos para la generación con renovables no convencionales (solar, eólica y biocombustibles) para la próxima década. El primer escenario está basado en la tendencia en reducción de costos de los últimos 5 años reportada por IRENA; mientras que el segundo está basado en los costos proyectados por BNEF para la generación con renovables no convencionales.

C. CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Considerando las definiciones del JMP, en el presente estudio se estimó la brecha de infraestructura para: i) garantizar el acceso a agua potable gestionado de forma segura, ii) garantizar acceso a saneamiento gestionado de forma segura y iii) lograr el tratamiento de aguas residuales en áreas urbanas.

C.1. Cálculo de la brecha de acceso a agua potable gestionada de forma segura

Para el cómputo de la brecha de infraestructura y las inversiones que permitan garantizar el acceso universal al servicio agua potable gestionado de forma segura, fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información sobre los niveles de acceso al agua (según los diferentes estándares de servicio en zonas urbanas y rurales), definir los costos unitarios de dar acceso, y definir el procedimiento de cálculo de la brecha y una metodología para el cálculo de la inversión necesaria en mantenimiento y reemplazo de activos.

C.1.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante en este caso es el número 6, en particular la meta 6.1 que declara la necesidad de “lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos”. En consecuencia, el objetivo del cierre de brechas en cuanto a acceso es lograr que el 100% de hogares urbanos y rurales cuenten con acceso al servicio de agua gestionado de forma segura para el año 2030.

C.1.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio de agua potable

Para el caso de la cobertura del servicio de agua potable en ALC, se utilizó la información disponible del JMP que reporta las tasas de acceso según los estándares básico y seguro.

C.1.3. Costos unitarios

Para cuantificar los costos unitarios de brindar acceso al servicio de agua potable bajo los diferentes estándares de prestación, se recabaron datos de múltiples fuentes. En particular, se tuvo acceso a información de distintos proyectos del BID y al consejo experto de sus especialistas en el terreno. Los principales proyectos utilizados como base de información fueron los siguientes: estimación de la brecha de infraestructura para el Plan Nacional de Infraestructura de Perú, elaborada por Bonifaz *et al.* (2019); estimación de la brecha de infraestructura para el Plan Nacional de Infraestructura de República Dominicana (pendiente de publicación); estimaciones de la brecha de infraestructura para los países de la Comunidad Andina (CAN); y análisis de los especialistas basados en proyectos operativos en Panamá y Paraguay.

Adicionalmente, se utilizó información de costos unitarios reportados en Hutton y Varughese (2016). Este estudio fue realizado por el Banco Mundial como *background paper* de su reporte “Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet”. En el mismo se detallan por país los costos unitarios de diferentes soluciones para garantizar el acceso a agua potable y saneamiento bajo diversos estándares de calidad. El estudio incluye información para 24 países de ALC.

La Tabla A.2 resume los costos recabados, expresados en dólares por habitante servido. Estos valores corresponden a dos de los estándares definidos por el JMP: un estándar definido como básico, vinculado a la obtención de acceso a una fuente mejorada de agua a menos de 15 minutos del hogar, y un estándar definido como seguro, que se vincula al acceso a agua potable de fuente mejorada dentro de la vivienda y libre de contaminantes. Los valores utilizados para el cálculo de la brecha presentado en este estudio se encuentran resaltados.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

Tabla A.2. Costos unitarios por habitante de provisión de acceso al servicio de agua potable por estándar de conexión (USD por habitante)

SECTOR	ESTUDIO PERÚ	ESTUDIO CAN			
		COLOMBIA	ECUADOR	PERÚ	TOTAL
AGUA					
Agua Básica Urbano	354,85	280	246,31	945	354,85
Agua Básica Rural	807,58	280	487,82	945	807,58
Agua Segura Urbano	1.887,09				1.887,09
Agua Segura Rural	1.887,09				
SECTOR	ESTUDIO REPÚBLICA DOMINICANA	INFORMACIÓN DE ESPECIALISTAS WSA		HUTTON Y VARUGHESE (2016)	
		PANAMÁ	PARAGUAY	MEDIA LAC	MEDIANA LAC
AGUA					
Agua Básica Urbano	195	750	160	245,14	219,25
Agua Básica Rural	536			144,02	58,20
Agua Segura Urbano	1.195	1.144	240	465,69	370,75
Agua Segura Rural	1.195	438		417,54	337,20

C.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura de agua potable segura

El procedimiento para el cálculo y valoración de la brecha de infraestructura para garantizar el acceso a agua potable gestionada de forma segura fue el siguiente:

- En primer lugar, se determinó el número de hogares por país, tanto a nivel urbano como a nivel rural, que contaban con acceso básico a agua potable y con acceso a agua potable gestionada de forma segura, de acuerdo con las definiciones del JMP. Adicionalmente se estimó el número de hogares que no contaban con un servicio de agua potable que alcance alguno de los estándares precedentes.
- En segundo lugar, se determinó la expansión del número de hogares hasta 2030 de forma consistente con la expansión demográfica prevista. Esta estimación se realizó dividiendo el incremento poblacional previsto por el módulo de habitantes por hogar correspondiente al año 2018 por área geográfica (urbano/rural).

- El tercer paso consistió en multiplicar los hogares que requieren acceso por el costo unitario correspondiente. Tanto para los hogares nuevos que son resultado del crecimiento demográfico esperado como para aquellos que no contaban con un servicio básico de agua potable, se utilizó el costo de una nueva conexión de agua potable gestionada de forma segura. Por su parte, para aquellos hogares que solo tenían acceso básico a agua, se consideró un costo unitario de mejora, obtenido como el diferencial entre el costo de una conexión a un servicio de agua gestionada de forma segura y el costo de una conexión a agua básica.

Como se ha mencionado en el presente estudio, una aclaración metodológicamente relevante es que para aquellos países en donde no se contaba con información de cobertura al servicio de agua potable diferenciada por estándar de calidad (básico o seguro), se realizaron dos supuestos alternativos:

1. Asumir que todos los hogares con acceso al servicio de agua potable lo recibían con el estándar de agua gestionado de forma segura. Este supuesto subestima la brecha real, por lo cual los valores de inversión obtenidos en el cálculo deben considerarse como mínimos indispensables.
2. Asumir que todos los hogares con acceso al servicio de agua potable lo recibían con el estándar de agua básica. Este supuesto sobreestima la brecha real, por lo cual los valores de inversión obtenidos en el cálculo deben considerarse como máximos.

Al respecto, el conocimiento de la realidad del sector nos hace pensar que, para los países con información faltante, resulta más cercano a la realidad asumir que las personas con acceso reportado no cuentan con acceso gestionado de forma segura, sino únicamente con acceso básico y requieren, por tanto, de inversiones adicionales.

C.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos

Para la estimación de la inversión necesaria para el mantenimiento de los servicios de agua potable en óptimo estado, se requirió estimar el valor del stock de infraestructura existente. En función de la información disponible, se procedió a multiplicar el número de hogares caracterizados por el tipo de conexión (agua básica, agua segura), tanto a nivel urbano como rural, por los costos unitarios previamente definidos. Adicionalmente, el valor del stock de infraestructura se amortizó siguiendo un esquema lineal para representar la pérdida de valor de los activos como resultado de su uso a lo largo del tiempo.

Los montos de inversiones anuales necesarias para cubrir el reemplazo de los activos corresponden a anualidades que permiten la reposición del valor neto de los activos existentes considerando una vida útil de 30 años. Por su parte, el costo de mantenimiento de la infraestructura se estimó utilizando un coeficiente del 2% anual sobre el valor estimado de los activos totales, incluyendo las nuevas inversiones.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

C.2. Cálculo de la brecha de acceso a saneamiento gestionado de forma segura

Para el cómputo de la brecha de infraestructura y las inversiones que permitan garantizar el acceso al servicio de saneamiento gestionado de forma segura, fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información respecto del acceso a saneamiento (según los diferentes estándares de servicio en zonas urbanas y rurales), definir los costos unitarios de dar acceso y definir el procedimiento de cálculo de la brecha y una metodología para el cálculo de la inversión necesaria en mantenimiento y reemplazo de activos.

C.2.1. Definición del objetivo de acuerdo con los ODS relevantes

El ODS relevante en este caso es el número 6, en particular la meta 6.2 que declara la necesidad de “lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad”. En consecuencia, el objetivo del cierre de brechas en cuanto a acceso es lograr que el 100% de hogares y rurales cuenten con acceso al servicio de saneamiento gestionado de forma segura para el año 2030.

C.2.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio de saneamiento

Para el caso de la cobertura del servicio de saneamiento en ALC, se utilizó la información disponible del JMP que reporta las tasas de acceso según los estándares básico y seguro.

C.2.3. Costos unitarios

Para cuantificar los costos unitarios de brindar acceso al servicio de saneamiento bajo los diferentes estándares de prestación, se recabaron datos de múltiples fuentes. En particular, se tuvo acceso a información de distintos proyectos del BID y al consejo experto de sus especialistas en el terreno. Los principales proyectos utilizados como base de información fueron los siguientes: estimación de la brecha de infraestructura para el Plan Nacional de Infraestructura de Perú, elaborada por Bonifaz *et al.* (2019); estimación de la brecha de infraestructura para el Plan Nacional de Infraestructura de República Dominicana (pendiente de publicación); estimaciones de la brecha de infraestructura para los países de la Comunidad Andina (CAN); y análisis de los especialistas basados en proyectos operativos en Panamá y Paraguay.

Adicionalmente se utilizó información de costos unitarios reportados en Hutton y Varughese (2016). Este estudio fue realizado por el Banco Mundial como *background paper* de su reporte “Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet”. En el mismo se detallan por país los costos unitarios de diferentes soluciones para garantizar el acceso a agua potable y saneamiento bajo diversos estándares de calidad. El estudio incluye información para 24 países de ALC.

La Tabla A.3 resume los costos recabados, expresados en dólares por habitante servido. Estos valores corresponden a dos de los estándares definidos por el JMP: un estándar definido como básico, vinculado a la obtención de acceso a instalaciones mejoradas de saneamiento no compartidas con otros hogares, y un estándar definido como seguro, que se vincula al acceso a servicios de saneamiento en instalaciones mejoradas no compartidas con otros hogares donde los excrementos son depositados de forma segura *in-situ* o conducidos fuera del hogar para ser tratados. Los valores utilizados para el cálculo de la brecha presentado en este estudio se encuentran resaltados.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

Tabla A.3. Costos unitarios por habitante de provisión de acceso al servicio de saneamiento por estándar de conexión (USD) por habitante

SECTOR	ESTUDIO PERÚ	ESTUDIO CAN			
		COLOMBIA	ECUADOR	PERÚ	TOTAL
SANEAMIENTO					
Saneamiento Básico Urbano	847,88	359	268,83	1.372	847,88
Saneamiento Básico Rural	1.244,85	359	599,19	1.372	1.244,85
Saneamiento Seguro Urbano	2.222,91				2.222,91
Saneamiento Seguro Rural	2.222,91				
SECTOR	ESTUDIO REPÚBLICA DOMINICANA	INFORMACIÓN DE ESPECIALISTAS WSA		HUTTON Y VARUGHESE (2016)	
		PANAMÁ	PARAGUAY	MEDIA LAC	MEDIANA LAC
SANEAMIENTO					
Saneamiento Básico Urbano	305	1.530		262,12	243,70
Saneamiento Básico Rural	524			96,83	96,80
Saneamiento Seguro Urbano	735		160	458,88	370,10
Saneamiento Seguro Rural	735			309,39	181,50

C.2.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura de saneamiento seguro

El procedimiento para el cálculo y valoración de la brecha de infraestructura para garantizar el acceso a saneamiento gestionado de forma segura fue el siguiente:

- En primer lugar, se determinó el número de hogares por país, tanto a nivel urbano como a nivel rural, que contaban con acceso básico a saneamiento y con acceso a saneamiento gestionado de forma segura, de acuerdo con las definiciones del JMP. Adicionalmente se estimó el número de hogares que no contaban con un servicio de saneamiento que alcance alguno de los estándares precedentes.
- En segundo lugar, se determinó la expansión del número de hogares hasta 2030 de forma consistente con la expansión demográfica prevista. Esta estimación se realizó dividiendo el incremento poblacional previsto por el módulo de habitantes por hogar correspondiente al año 2018 por área geográfica (urbano/rural).
- El tercer paso consistió en multiplicar los hogares por el costo unitario correspondiente. Tanto para los hogares nuevos que son resultado del crecimiento demográfico esperado como para aquellos que no contaban con un servicio básico de saneamiento, se utilizó el costo de una nueva conexión de saneamiento gestionado de forma segura. Por su parte, para aquellos hogares que solo tenían acceso básico a saneamiento, se consideró un costo unitario de mejora, obtenido como el diferencial entre el costo de una conexión a un servicio de saneamiento gestionado de forma segura y el costo de una solución de saneamiento básico.

Como se ha mencionado en el presente estudio, una aclaración metodológicamente relevante es que para aquellos países en donde no se contaba con información de cobertura al servicio de saneamiento diferenciada por estándar de calidad (básico o seguro), se realizaron dos supuestos alternativos:

1. Asumir que todos los hogares con acceso al servicio saneamiento lo recibían con el estándar de saneamiento gestionado de forma segura. Este supuesto subestima la brecha real, por lo cual los valores de inversión obtenidos en el cálculo deben considerarse como mínimos indispensables.
2. Asumir que todos los hogares con acceso al servicio de saneamiento lo recibían con el estándar de saneamiento básico. Este supuesto sobreestima el valor de la brecha real, por lo cual los valores de inversión obtenidos en el cálculo deben considerarse como máximos.

Al respecto, el conocimiento de la realidad del sector nos hace pensar que, para los países con información faltante, resulta más cercano a la realidad asumir que las personas con acceso reportado no cuentan con acceso gestionado de forma segura, sino únicamente con acceso básico y requieren, por tanto, de inversiones adicionales.

C.2.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos

Para la estimación de la inversión necesaria para el mantenimiento de los servicios de saneamiento en óptimo estado se requirió estimar el valor del stock de infraestructura existente. En función de la información disponible, se procedió a multiplicar el número de hogares caracterizados por el tipo de solución (básico, seguro), tanto a nivel urbano como rural, por los costos unitarios previamente definidos. Adicionalmente, el valor del stock de infraestructura se amortizó siguiendo un esquema lineal para representar la pérdida de valor de los activos como resultado de su uso a lo largo del tiempo.

Los montos de inversiones anuales necesarias para cubrir el reemplazo de los activos corresponden a anualidades que permiten la reposición del valor neto de los activos existentes considerando una vida útil de 30 años. Por su parte, el costo de mantenimiento de la infraestructura se estimó utilizando un coeficiente del 2% anual sobre el valor total de los activos, incluyendo las nuevas inversiones, basados en la estimación de los costos de mantenimiento reportada por los especialistas de la División de Agua y Saneamiento en Panamá.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

C.3. Cálculo de la brecha de tratamiento de aguas residuales

Para el cómputo de la brecha de infraestructura y las inversiones que permitan garantizar el tratamiento de aguas residuales fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información respecto del nivel existente de tratamiento de aguas residuales, definir los costos unitarios y definir el procedimiento de cálculo de la brecha.

C.3.1. Definición del objetivo de acuerdo con los ODS relevantes

El ODS relevante en este caso es el número 6, en particular la meta 6.3 que declara la necesidad de “mejorar la calidad del agua (...) reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar (...)”. No obstante ello, para el cálculo de la brecha de infraestructura hemos asumido que, hacia 2030, la totalidad de las aguas residuales generadas por la población en ámbitos urbanos en ALC debe recibir tratamiento a través de una planta. Con ello se supera la meta establecida en la meta 6.3; sin embargo, es consistente con la meta 6.1 que implica dar acceso universal a saneamiento gestionado de forma segura, además de contribuir al logro de otros ODS como por ejemplo los vinculados a la conservación de la vida acuática (ODS 14), la sostenibilidad de las ciudades (ODS 11) y las acciones vinculadas al cambio climático (ODS 13).

C.3.2. Fuentes de información de los indicadores de tratamiento de aguas residuales

Para el caso del nivel de tratamiento de aguas residuales en ALC, se utilizó la información reportada por la Organización Mundial de la Salud en la página de seguimiento al ODS 6.3.1. Cabe mencionar que se verificó la ficha de cada país para obtener el porcentaje de tratamiento nacional mediante plantas (excluyendo tanques sépticos). Finalmente, asumiendo que todo tratamiento mediante plantas se da únicamente en el ámbito urbano, se procedió a calcular el porcentaje de tratamiento en el ámbito urbano.

Se cuenta con información de nivel de tratamiento de aguas residuales para los siguientes países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, México y Perú. No existe un criterio razonable para imputar porcentajes de tratamiento de aguas residuales a los países con información faltante; por lo que debe considerarse que este aspecto de la estimación realizada subestima la brecha de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, el impacto de esta limitación en la información se encuentra acotado, en la medida que los países considerados en el cálculo concentran el 80% de la población de ALC en el año 2030.

C.3.3. Costos unitarios

Para cuantificar los costos unitarios de brindar tratamiento de aguas residuales, se recopiló información de costos, expresada en dólares por habitante, para distintas tecnologías. La revisión de literatura relevante ha permitido establecer cinco tipos de tecnología, ordenadas según costo promedio: i) lagunas, ii) UASB³², iii) tratamiento primario, iv) filtros percoladores y v) lodos activados.

Se ha recopilado información de costos unitarios por tecnología del documento “Modelo de Costos para el Tratamiento de las Aguas Residuales en la Región”, publicado por Salas *et al.* (2007). Estos costos se actualizaron a la fecha, considerando una inflación anual de 2%.

También se revisaron el “Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021” y el “Plan de Inversiones del Sector Saneamiento de Alcance Nacional 2014-2021” de Perú, los cuales incluyen un costo unitario que no se encuentra diferenciado por tecnologías y cuyo valor está por encima de lo contemplado en el presente estudio.

³² Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (del inglés *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*)

Tabla A.4. Costos unitarios por habitante de construcción de plantas de tratamiento según la tecnología utilizada (USD por habitante)

SECTOR	ESTUDIO COLOMBIA (SALAS, ZAPATA Y GUERRERO)					
	2007			ACTUALIZADO (2021)		
	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	PROMEDIO
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES						
Lagunas	10	30	20	13,2	39,6	26,4
Reactor Anaerobio (UASB)	20	40	30	26,4	52,8	39,6
Tratamiento primario	20	30	25	26,4	39,6	33,0
Filtros percoladores	30	60	45	39,6	79,2	59,4
Lodos activados	40	120	80	52,8	158,3	105,6

Fuente: Salas, Zapata y Guerrero (2007) y elaboración propia.

Asimismo, para el cálculo de la brecha de infraestructura de tratamiento de aguas residuales, se asume que cada una de las soluciones tecnológicas contribuirán en igual proporción al cierre de la brecha de infraestructura de tratamiento de aguas residuales.

Sin embargo, tanto los costos unitarios como la participación de cada tecnología dentro del mix tecnológico utilizado por cada país son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

C.3.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura y necesidades de inversión en tratamiento de aguas residuales

El procedimiento para el cálculo y valoración de la brecha de infraestructura para garantizar el tratamiento de aguas residuales fue el siguiente:

- En primer lugar, se determinó el número de personas, en el ámbito urbano, cuyas aguas residuales actualmente no reciben tratamiento, dada la población hasta 2018. Ello se pudo calcular por diferencia debido a que se cuenta con el porcentaje de población urbana con aguas residuales tratadas.
- Para calcular la brecha actual de infraestructura de tratamiento se multiplicó la población urbana sin tratamiento por el costo unitario promedio (expresado en USD por habitante) que considera que cada solución tecnológica contribuye en la misma proporción al cierre de la brecha de tratamiento.
- Finalmente, para calcular la inversión necesaria para tratar las aguas residuales que se generarán como consecuencia del incremento poblacional, se procedió a multiplicar el costo unitario promedio de tratamiento por el incremento de población urbana entre 2018 y 2030.

Cabe mencionar que este cálculo ha sido realizado para los 8 países para los cuales existe información disponible sobre nivel de tratamiento, los cuales concentran el 80% de la población de ALC en 2030. Asimismo, se precisa que el cálculo de las brechas considera únicamente el incremento en la demanda por crecimiento poblacional. Sin embargo, junto con las aguas residuales domésticas, será necesario tratar las aguas residuales no residenciales que acompañen el referido incremento demográfico. Por este motivo, este monto referencial de brecha de infraestructura de tratamiento de aguas residuales debe ser considerado como un valor mínimo.

D. CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES

En el presente estudio se estimó la brecha de infraestructura en relación con dos dimensiones del servicio de telecomunicaciones: garantizar el acceso a servicios de banda ancha en el hogar y garantizar acceso a telecomunicaciones móviles.

D.1. Cálculo de la brecha de acceso a servicios de telecomunicaciones

Para el cómputo de la brecha de infraestructura para garantizar el acceso al servicio de telecomunicaciones fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información respecto del acceso a los servicios de telecomunicaciones según las diferentes tecnologías y estándares de servicio, definir los costos unitarios relevantes, definir el procedimiento de cálculo de la brecha y una metodología para el cálculo de la inversión necesaria en mantenimiento y reemplazo de activos.

D.1.1. Definición del objetivo de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante es el número 9 y, en particular, la meta 9.c que señala la necesidad de “aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados”. En este caso, debido a que los ODS no proveen una meta clara a alcanzar, en el presente estudio se definirá la brecha en términos relativos al acceso provisto en los países avanzados mediante dos tecnologías: la banda ancha en el hogar y el acceso a internet móvil bajo un estándar 4G.

D.1.2. Fuentes de información de los indicadores de acceso al servicio de banda ancha domiciliaria y a los servicios de telecomunicaciones móviles bajo estándares de 3G y 4G

La información respecto de la cobertura del servicio de banda ancha en los hogares y de las redes de 3G y 4G procede de dos fuentes: para el caso de la cobertura del servicio de banda ancha, se utilizó el indicador de número de conexiones de banda ancha por cada 100 habitantes reportado en los World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial; mientras que para el caso de la cobertura de las redes móviles de 3G y 4G, los datos fueron recabados de las bases de datos de la International Telecommunication Union, que reportan las coberturas de ambos servicios para el año 2018.

D.1.3. Costos unitarios

Cuantificar los costos unitarios de brindar acceso a los servicios de banda ancha y a las tecnologías de comunicación móviles de 3G y 4G no resulta sencillo. Al revisar proyectos ejecutados y en ejecución en la región, el costo unitario (expresado en dólares por habitante) tiene una alta dispersión, atribuible a los tipos de proyecto (urbano o rural, nuevos o ampliaciones en redes existentes, *brownfield* o *greenfield*), entre otros factores.

Para el servicio de banda ancha en el hogar, se contemplaron costos unitarios diferenciados por país (ver Tabla A.5). Estos fueron proporcionados por la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del Sector de Instituciones para el Desarrollo y sustentan la estimación de la brecha de inversión contenida en el Informe Anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha (García *et al.* 2021) publicado por el BID.

Tabla A.5. Costos unitarios de acceso al servicio de banda ancha en el hogar (USD por habitante)

PAÍS	COSTO UNITARIO	PAÍS	COSTO UNITARIO
Argentina	504	Guyana	682
Bahamas	396	Haití	102
Barbados	39	Honduras	296
Belice	500	Jamaica	152
Bolivia	560	México	331
Brasil	450	Nicaragua	355
Chile	450	Panamá	349
Colombia	378	Paraguay	495
Costa Rica	279	Perú	451
Cuba	339	República Dominicana	178
Ecuador	324	Suriname	690
El Salvador	135	Trinidad y Tobago	152
Grenada	339	Uruguay	480
Guatemala	217	Venezuela	417

Fuente: División de Conectividad, Mercados y Finanzas del Sector de Instituciones para el Desarrollo del BID.

Por su parte, para el servicio de internet móvil a través de tecnología 4G, se estimó un costo unitario tomando en consideración dos fuentes de información. La primera corresponde al proyecto “Diseño, construcción, modernización, equipamiento, instalación, operación, mantenimiento para la comercialización de la red compartida de telecomunicaciones a nivel nacional” de México, cuyo monto de inversión estimada asciende a los USD 7.000 millones y cuyo costo unitario es de alrededor de USD 58 dólares por habitante³³. Asimismo, el Plan Nacional de Infraestructura de Perú considera un costo unitario de alrededor de USD 2.000 por habitante para la tecnología 4G. Tomando en consideración una proporción de 81% (urbano) y 19% (rural), el costo unitario promedio ponderado asciende a USD 427 por habitante. Tomando en consideración la proporción entre el costo unitario de 3G y 4G del Plan Nacional, el costo de 3G considerado para el cálculo de la brecha asciende a USD 171. Finalmente, el costo de *upgrade* de 3G a 4G, se ha calculado como la diferencia de los costos unitarios respectivos, por lo cual asciende a USD 256 por habitante.

³³ https://www.proyectosmexico.gob.mx/proyecto_inversion/red-publica-compartida-de-telecomunicaciones/

Tabla A.6. Costos unitarios de acceso a los servicios de telecomunicaciones móviles (USD por habitante)

COSTO	VALOR
Costo por habitante para la provisión del servicio de telecomunicaciones móviles bajo el estándar 3G	171
Costo por habitante para la provisión del servicio de telecomunicaciones móviles bajo el estándar 4G	427
Costo por habitante para el <i>upgrade</i> de la provisión del servicio de telecomunicaciones móviles de estándar 3G a estándar 4G	256

Fuente: División de Conectividad, Mercados y Finanzas del Sector de Instituciones para el Desarrollo del BID

D.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de infraestructura en telecomunicaciones

El procedimiento para establecer la brecha de infraestructura en el servicio de banda ancha domiciliaria fue el siguiente:

1. En primer lugar, se determinó el diferencial entre el número de habitantes por país que contaban con acceso al servicio de banda ancha domiciliaria y el número de habitantes requerido para alcanzar los niveles de cobertura de los países *benchmark* (mediana de los países OCDE determinada en el estudio de brechas de infraestructura de República Dominicana). En aquellos países cuyos niveles de acceso fuesen superiores al de los países *benchmark*, se consideró que no era necesario invertir en el corto plazo para proveer más cobertura.
2. En segundo lugar, en función de la expansión poblacional prevista hasta 2030 se determinó el número de nuevos habitantes que requieren acceso al servicio de banda ancha domiciliaria para alcanzar la cobertura de los países de *benchmark*. En el caso que el nivel de cobertura alcanzado por el país sea superior al de los países *benchmark*, se estimó el número de habitantes a los que se les debía garantizar acceso a los servicios de banda ancha domiciliaria para mantener los niveles de cobertura actual.
3. En tercer lugar, se multiplicó el número de habitantes que requerían tener acceso al servicio de banda ancha domiciliaria de acuerdo con lo estimado en los incisos (1) y (2) por el respectivo costo unitario.

Por su parte, el procedimiento para establecer la brecha de infraestructura en el servicio de telecomunicaciones móviles bajo el estándar de 4G fue el siguiente:

1. En primer lugar, se determinó el número de habitantes por país que contaban con acceso a telecomunicaciones bajo estándares 3G y 4G.
2. En segundo lugar, se determinó en función del crecimiento poblacional previsto hasta 2030 el número de habitantes que requieren acceso al servicio de telecomunicaciones por 4G para alcanzar la cobertura de los países de *benchmark* (países de la OCDE de acuerdo con lo reportado en el estudio de brechas de infraestructura de República Dominicana).
3. En tercer lugar, se restó al número de habitantes determinado en (2) el número de habitantes que en 2020 ya contaban con acceso a redes de comunicaciones 4G.
4. Considerando que el estándar elegido para brindar acceso es el 4G, se realizaron los siguientes cálculos para computar la brecha: a) para los habitantes que tenían cobertura de redes 3G, pero no de 4G, se les imputó el costo unitario del *upgrade* reportado en la sección precedente; b) conforme a los cálculos precedentes se imputó el costo unitario de la provisión del servicio de 4G a aquellos usuarios actuales y proyectados que lo requieren.

D.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos

Para la estimación de la inversión necesaria para el mantenimiento de los servicios de telecomunicaciones en óptimo estado se requirió estimar el valor del stock de infraestructura existente. En función de la información disponible, se procedió a multiplicar el número de habitantes cubiertos por los diversos servicios (banda ancha domiciliaria, telecomunicaciones 3G y telecomunicaciones 4G) por los costos unitarios previamente definidos. Adicionalmente, el valor del stock de infraestructura se amortizó siguiendo un esquema lineal para representar la pérdida de valor de los activos como resultado de su uso a lo largo del tiempo.

Los montos de inversiones anuales necesarias para cubrir el reemplazo de los activos corresponden a anualidades que permiten la reposición del valor neto de los activos existentes. Para ello se ha utilizado una vida útil de los activos de 15 años, tomando en consideración la rápida obsolescencia de algunos activos dentro de este sector. Por su parte, el costo de mantenimiento de la infraestructura se estimó utilizando un coeficiente del 2% anual sobre el valor estimado de los activos totales, incluyendo las nuevas inversiones.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

E. CÁLCULO DE LA BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL SECTOR DE TRANSPORTE

En el presente estudio se estimó la brecha de infraestructura en relación con tres dimensiones del servicio de transporte: garantizar el acceso de la población rural a la red caminera, brindar una infraestructura logística adecuada y garantizar acceso a transporte urbano masivo adecuado y sostenible.

E.1. Cálculo de la brecha de acceso de la población rural a la red caminera

Para el cómputo de la brecha de infraestructura y las inversiones que permitan garantizar el acceso de la población rural a la red caminera fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar la información respecto del acceso de la población rural a la red caminera, definir los costos unitarios y definir el procedimiento de cálculo de la brecha y la metodología para el cálculo de la inversión necesaria en mantenimiento y reemplazo de activos.

E.1.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante es el número 9, en particular la meta 9.1 que declara la necesidad de “desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos”. Un indicador central para esta meta es la proporción de la población rural con acceso a menos de 2km de distancia a una carretera transitable durante todo el año y bajo todas condiciones climáticas, medida a través del RAI.

Para efectos del presente estudio, la meta fijada es garantizar la transitabilidad a lo largo de todo el año de la red terciaria existente e incrementar su cobertura en línea con su expansión histórica para el año 2030.

E.1.2. Fuentes de información para la determinación de la extensión y estado de transitabilidad de las redes primarias, secundarias y terciarias de carreteras

La información fuente primaria para la determinación de la extensión de las redes primarias, secundarias y terciarias de carreteras fueron las bases de datos de la IRF. Las mismas proveen información sobre la extensión y el grado de pavimentación de las redes camineras razonablemente actualizadas (2016 en adelante) para 18 países en la región. Las bases de datos no proveen información sobre el estado de las carreteras, ni sobre su transitabilidad a lo largo del año.

Adicionalmente, se condujo un proceso de consulta con los especialistas de la División de Transporte del BID en cada uno de los países de la región para la validación, actualización y ampliación (en particular respecto al estado de las redes de carreteras y de su transitabilidad) de la información disponible. En los casos en los que la información provista por los especialistas aportó mejoras a la información básica obtenida de la IRF, sus observaciones han tenido prioridad y han sido integradas a la base de datos preexistente.

E.1.3. Costos unitarios

Los costos unitarios para la construcción y mantenimiento de las redes viales fueron obtenidos de la base de datos ROCKS del Banco Mundial. La base de datos provee costos unitarios de construcción, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico diferenciado por regiones del mundo y por tipo de calzada. La información incorporada en esta base de datos procede de la compilación de los resultados de más de 4.800 documentos vinculados a proyectos de construcción y mantenimiento de redes viales que han sido financiados por bancos multilaterales de desarrollo (Banco Mundial, Banco Asiático de Desarrollo, Banco Africano de Desarrollo) en más de 89 países de ingresos bajos y medianos. Los costos unitarios recopilados se presentan en la Tabla A.7, precisándose que para el presente estudio se han utilizado los valores correspondientes a ALC.

Tabla A.7. Costos unitarios de construcción y mantenimiento de redes camineras por tipo de calzada (en USD por km)

REGIÓN	AMPLIACIÓN DE 2 A 4 CARRILES PAVIMENTADOS	RUTA PAVIMENTADA 2 CARRILES	UPGRADE A PAVIMENTO	GRAVA	MANTENIMIENTO RUTINARIO (RUTA 2 CARRILES PAVIMENTADOS)	MANTENIMIENTO RUTINARIO (GRAVA)	MANTENIMIENTO PERIÓDICO (RUTA 2 CARRILES PAVIMENTADOS)	MANTENIMIENTO PERIÓDICO (GRAVA)
Sur de Asia	3.570.000	843.000	420.000	19.000	4.000	2.000	23.000	15.000
África Sub-Sahariana	3.800.000	933.000	616.000	23.000	4.000	2.000	23.000	15.000
Medio Oriente y Norte de África	2.333.000	665.000	413.000	19.000	4.000	2.000	23.000	15.000
Este de Asia y Pacífico	4.597.000	1.200.000	703.000	39.000	4.000	2.000	23.000	15.000
América Latina y el Caribe	4.154.000	1.395.000	695.000	37.000	4.000	2.000	23.000	15.000

Fuente: Mikou *et al.*, 2019

Asimismo, al no contar con información de costos unitarios rutinarios y periódicos para rutas de 4 carriles pavimentados, el presente estudio ha asumido que estos ascienden al doble de los costos incurridos para rutas pavimentadas de 2 carriles.

E.1.4. Procedimiento de cómputo de la brecha de acceso rural a la red caminera

Para el cómputo de la brecha de acceso rural a la red caminera se realizaron múltiples cálculos y supuestos, dependiendo de la información sobre su estado y transitabilidad.

Para el caso de los países sin información respecto del estado de las carreteras y de su transitabilidad, el procedimiento fue el siguiente:

- Considerando que se cuenta con información de la extensión total de la red y del porcentaje de pavimentación, se procedió a determinar el número de kilómetros pavimentados de las redes totales de cada uno de los países. Debido a que la mayoría de los kilómetros pavimentados corresponden a las redes primarias y secundarias, se realizó el supuesto de que no requerían intervenciones para asegurar su transitabilidad durante todo el año.
- Por diferencia, se determinó el número de kilómetros no pavimentados de las redes camineras totales. Con respecto a ellas, se realizaron los siguientes supuestos para el cálculo y valoración de la brecha: i) el 30% de la red no pavimentada no requería de intervenciones para garantizar su transi-

tabilidad, ii) el 40% de la red no pavimentada requería de mantenimiento periódico urgente para garantizar su transitabilidad y iii) el 30% de la red no pavimentada requería de ser reconstruido para garantizar su transitabilidad durante todo el año³⁴.

- Finalmente, se computó el costo de expandir las redes camineras en línea con su crecimiento histórico; esto incluye la expansión de un 10% de su kilometraje hasta 2030; la pavimentación (2 carriles) de un 10% de la red no pavimentada existente hasta 2030; y el *upgrade* del 5% de la red pavimentada (rutas de 2 carriles) a autopistas (rutas de 4 carriles pavimentados) para atender los incrementos en la demanda.
- Los valores mencionados anteriormente son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

Para el caso de los países con información respecto del estado de las carreteras y de su transitabilidad, se realizó un proceso análogo teniendo en cuenta lo siguiente:

- Si el estado de las carreteras reportado era bueno/muy bueno, no se previeron intervenciones.
- Si el estado era regular, se consideró que se requería mantenimiento periódico urgente.
- Si el estado era malo/muy malo, se consideró el costo de reconstrucción.
- Los criterios de ampliación de la red vial se mantuvieron constantes respecto del grupo de países para los cuales no se contaba con información sobre el estado de la red vial.

E.1.5. Metodología para la determinación de los costos de mantenimiento y reemplazo de activos

Para la estimación de la inversión necesaria para el mantenimiento de la red de carreteras en óptimo estado, se requirió estimar el valor del stock de infraestructura existente. Utilizando los costos unitarios y la extensión total de los distintos tipos de redes carreteras por país, se logró obtener un valor que se amortizó siguiendo un esquema lineal para representar la pérdida de valor de los activos como resultado de su uso a lo largo del tiempo.

³⁴ Es necesario que notar que el ejercicio del Banco Mundial presupone que un elevado porcentaje de la red no pavimentada (particularmente los kilómetros de caminos pertenecientes a la red terciaria) no garantiza la transitabilidad en los estándares del indicador RAI. Este último hecho se verifica puesto que cuando se realiza la comparación en los países en los que efectivamente se puede realizar la medición del RAI, los resultados obtenidos se aproximan con los esperados considerando únicamente las redes primarias y secundarias. Dado que los supuestos utilizados en este ejercicio presuponen que al menos un 30% de la red terciaria (que casi en su totalidad en ALC se encuentra no pavimentada) no requiere intervenciones, estas estimaciones pueden ser consideradas como mínimas

Asimismo, se determinó el número de kilómetros por año que cada tipo de red carretera requiere para llegar a la meta respectiva en el año 2030. Esto permite proyectar la extensión total anual de la red carretera, pudiendo aplicarse en cada año los costos de mantenimiento unitarios reportados por la base de datos ROCKS del Banco Mundial. Se supuso que el mantenimiento rutinario se realiza de manera anual; mientras que el mantenimiento periódico, a la mitad de la vida útil del activo.

Los montos de inversiones anuales necesarias para cubrir el reemplazo de los activos corresponden a anualidades que permiten la reposición del valor neto de los activos existentes considerando una vida útil de 30 años.

Estos valores son parámetros del modelo, por lo cual es posible realizar un análisis de sensibilidad de las estimaciones ante modificaciones en los supuestos.

E.2. Cálculo de la brecha de infraestructura para brindar una logística adecuada

Para el cómputo de la brecha de infraestructura para para brindar una logística adecuada, se consideraron brechas de inversiones aeroportuaria, para lo cual se identificaron los estudios relevantes que proveen información específica sobre las dichos requerimientos de inversión. Asimismo, con fines referenciales, se incluye un recuadro con información de estimaciones de brecha portuaria para la región, estimadas por la CAF.

E.2.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante es el número 9 que apunta a la necesidad de “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.” En particular la meta 9.1 está orientada a “desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos”. Por tal motivo, a pesar de que no existe una meta explícita para 2030, guiándonos del indicador central utilizado en este ODS, nos concentraremos en inversiones aeroportuarias que garanticen la conectividad de los países de ALC.

E.2.2. Estudios relevantes para la brecha logística

Respecto de la brecha aeroportuaria, la información presentada en este reporte se basa en Brichetti *et al.* (2021). En dicho estudio se estimaron las inversiones necesarias para garantizar el acceso a infraestructura aeroportuaria para las poblaciones que habitan centros urbanos mayores a 100.000 habitantes en la región.

Por su parte, con respecto a la brecha portuaria, el presente estudio incluye un recuadro con información del reporte “Análisis de inversiones portuarias en América Latina y el Caribe al horizonte 2040” publicado por la CAF (2016). En dicho reporte se estimaron las demandas potenciales de servicios de logística portuarios y se estimaron las inversiones necesarias para poder satisfacerlos. Cabe mencionar que en las estimaciones se incluyen tanto la ampliación de la capacidad necesaria para manipular contenedores ante el crecimiento de la demanda, como actividades de dragado de profundización en nodos portuarios.

E.3. Cálculo de la brecha de infraestructura para brindar una movilidad urbana adecuada

Para el cómputo de la brecha de infraestructura para para brindar una movilidad urbana adecuada fue necesario definir la meta a alcanzar de acuerdo con el ODS correspondiente, recolectar información sobre la infraestructura disponible para la movilidad urbana, definir los costos unitarios relevantes y definir el procedimiento de cálculo.

E.3.1. Definición de la meta de acuerdo con el ODS relevante

El ODS relevante es el número 11 y, en particular, la meta 11.2 que consiste en “De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad”. Al no proveer un meta específica, en el presente estudio se calculará la brecha de infraestructura para la movilidad urbana para ciudades con más de 500.000 habitantes, comparándolos con el estándar de las ciudades de mejor performance en ALC.

E.3.2. Fuentes de información de las trazas actuales de transporte masivo

Los datos de las trazas actuales de transporte masivo en ALC —Bus Rapid Transit (BRT), sistemas de ferrocarriles de cercanía y sistemas subterráneos— han sido obtenidos utilizando una variedad de fuentes de información.

Respecto de los sistemas de BRT y de transportes motorizados de alta capacidad, la fuente de información principal ha sido BRTData. La construcción de la plataforma y la recopilación de datos son el resultado de una asociación entre los miembros de BRT + CoE y el Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). Actualmente, BRTData es administrado y actualizado por WRI Brasil Ross Center for Sustainable Cities. Las versiones iniciales de la base de datos incluían el apoyo de la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Asociación Latinoa-

mericana de Sistemas Integrados de Transporte y BRT (SIBRT), ahora SIMUS. La información disponible ha sido complementada con datos provistos por la División de Transporte del BID.

Respecto de los sistemas de ferrocarriles de cercanía y sistemas subterráneos, la información ha sido recabada de fuentes individuales para cada una de las ciudades del estudio, utilizando fuentes de información gubernamentales y privadas proveídas por la División de Transporte del BID.

Las ciudades de la región cuyos sistemas de transporte masivo cuentan con información que han sido incorporada en este estudio se presentan en la Tabla A.8.

Tabla A.8. Ciudades de ALC consideradas de forma individual para el cálculo de brechas de infraestructura de movilidad urbana

PAÍS	CIUDAD	PAÍS	CIUDAD
Argentina	Buenos Aires	Colombia	Cartagena
Argentina	Córdoba	Colombia	Medellín
Brasil	Belém	Colombia	Pereira
Brasil	Belo Horizonte	Costa Rica	San José (Área Metrop.)
Brasil	Brasilia	Rep. Dominicana	Santo Domingo
Brasil	Campinas	Ecuador	Guayaquil
Brasil	Curitiba	Ecuador	Quito
Brasil	Fortaleza	El Salvador	San Salvador (Área Metrop.)
Brasil	Goiânia	Guatemala	Guatemala
Brasil	Guarulhos	México	Acapulco
Brasil	Londrina	México	Chihuahua
Brasil	Maceió	México	Guadalajara
Brasil	Natal	México	Guadalupe
Brasil	Porto Alegre	México	Ciudad Juárez
Brasil	Recife	México	León
Brasil	Río de Janeiro	México	Ciudad de México (Área Metrop.)
Brasil	Salvador	México	Monterrey
Brasil	São Paulo	México	Puebla
Brasil	Teresina	Panamá	Panamá
Brasil	Uberlândia	Perú	Lima
Chile	Santiago	Uruguay	Montevideo
Colombia	Barranquilla	Venezuela	Barquisimeto
Colombia	Bogotá	Venezuela	Caracas
Colombia	Bucaramanga	Venezuela	Maracaibo
Colombia	Calí	Venezuela	Valencia

Fuente: elaboración propia

E.3.3. Costos unitarios

Los costos unitarios recopilados para calcular la brecha de infraestructura en movilidad urbana corresponden al costo de construcción de un kilómetro de: i) nuevos carriles exclusivos para BRT, ii) vías ferroviarias suburbanas y iii) vías ferroviarias subterráneas.

Para la estimación de los costos de construcción de nuevos carriles de BRT, los especialistas de la División de Transporte del BID recopilaron información de proyectos de expansión de sistemas de BRT considerados relevantes. Se consideraron proyectos realizados en la región y en otros países, concluidos y en desarrollo durante la última década. El resultado de los costos por proyecto estudiados se resume en la Tabla A.9. A los fines del cómputo de la brecha, se utilizó el valor promedio obtenido de los proyectos relevados de 11.8 millones de dólares por cada kilómetro nuevo de BRT.

Tabla A.9. Costos de construcción por kilómetro de proyectos de BRT considerados para la estimación

PROYECTO	PAÍS	MILLONES USD/KM
Transmilenio 1	Colombia	17,17
Transmilenio 2	Colombia	33,04
Línea Verde	Brasil	7,79
TransOeste	Brasil	14,45
TransCarioca	Brasil	14,72
Antonio Carlos	Brasil	24,62
Cleveland HealthLine	EEUU	18,88
Orange Line	EEUU	16,33
Ahmedabad Jan Marg	India	3,00
Ciudad de México	México	6,25
Johanesburgo	Sudáfrica	1,49
Cape Town	Sudáfrica	13,05
Tshwane	Sudáfrica	1,21
TransJakarta L2, L3	Indonesia	2,45
Guangzhou	China	6,44
Lanzhou	China	7,71
Yichang BRT	China	12,58
Promedio		11,83

Fuente: División de Transporte del BID.

Para la estimación de los costos de construcción la construcción de un kilómetro de vías ferroviarias suburbanas, el costo unitario por kilómetro de nuevas vías férreas fue estimado con base en el costo de proyectos recientes en la región en distintas etapas de desarrollo (Tren Ciudad de México, Tren Eléctrico San José de Costa Rica, Regiotram Colombia), en promedios de costos de proyectos finalizados en Estados Unidos, Europa) y teniendo en cuenta los costos reportados en el manual Mass Transit Options realizado en conjunto por la Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit (GTZ) y el Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). A los fines del cómputo de la brecha se utilizó el valor sugerido en el reporte de 36,5 millones de dólares americanos por cada kilómetro nuevo de vías férreas suburbanas.

Para la estimación de los costos de construcción de un kilómetro de vías ferroviarias subterráneas, los especialistas de la División de Transporte del BID recopilaron información de proyectos de expansión de sistemas de subterráneos considerados relevantes. Se consideraron proyectos concluidos y en desarrollo durante la última década en la región y en otros países. El resultado de los costos por proyecto estudiados se resume en la Tabla A.10. A los fines del cómputo de la brecha, se utilizó el valor promedio obtenido de los proyectos relevados de 110,2 millones de dólares americanos por cada kilómetro nuevo de vías férreas subterráneas.

Tabla A.10. Costos de construcción por un kilómetro de vías ferroviarias subterráneas considerados para la estimación

PROYECTO	MILLONES USD/KM	PROYECTO	MILLONES USD/KM
Copenhagen	102,05	Atlanta	128,66
Madrid (extensión)	39,04	Baltimore	215,65
Toulouse	89,04	Los Angeles	192,40
Toulouse (extensión)	118,57	Atlanta (extensión norte)	185,53
Marsella (L1 y L2)	86,40	San Francisco	159,94
Lille	81,87	Singapur	79,68
Lyon (LD)	116,23	Seúl	96,20
Marsella (extensión)	100,59	Calcuta	87,57
Toulouse	92,40	Ciudad de México (LB)	64,04
Londres	92,25	Caracas (L3)	143,86
Viena	137,72	Santiago (extensión L5)	104,97
Berlin	129,09	Quito (L1 M)	85,80
Hannover	23,54	Panamá (L1 M)	135,61
Hannover (extensión)	83,19	Santo Domingo (L1 M)	69,63
Turín	104,83	Lima (L2 M)	129,11
Washington DC	167,11	Santiago (L3 M)	83,98
Promedio			110,2

Fuente: División de Transporte del BID.

E.3.4. Procedimiento de cálculo de la brecha de infraestructura de movilidad urbana

Para el cómputo de la brecha de infraestructura de movilidad urbana se realizaron múltiples cálculos y supuestos que serán descritos a continuación.

En primer lugar, se identificaron todas las ciudades de la región con poblaciones mayores a los 500.000 habitantes para las cuales se contaba con información fiable respecto del tamaño de sus redes de transporte masivo (tanto de BRT como de sistemas ferroviarios). Luego, se agruparon las ciudades en dos subgrupos de acuerdo con el número de habitantes: ciudades con poblaciones entre 500.000 y 5 millones de habitantes (Tier 1) y ciudades con más de 5 millones de habitantes (Tier 2).

A continuación, se procedió a determinar el número de kilómetros de redes de transporte masivo por millón de habitantes para las ciudades identificadas.

Con el cálculo de estos indicadores, se definieron posteriormente dos *benchmarks* para cada subgrupo de ciudades (Tier 1 y 2). Para las ciudades con población entre 500.000 y 5 millones de habitantes (Tier 1), se utilizó como *benchmark* el número promedio de kilómetros de transporte público por habitante de Córdoba (Argentina) y Natal, Porto Alegre y Recife (Brasil) que asciende a 59,9; mientras que para las ciudades de más de 5 millones de habitantes (Tier 2), se utilizaron como *benchmark* a Buenos Aires, Río de Janeiro y Santiago, con un indicador de 55,4.

Una vez estimados estos valores de referencia, se procedió a estimar el número de kilómetros de infraestructura de transporte masivo que era necesario construir para que las ciudades de la región obtengan niveles de cobertura similares. Para esto, se utilizó la información de las Naciones Unidas sobre población actual y su proyección al año 2030.

Adicionalmente, se estimó la población de la región que habita en ciudades mayores a 500.000 habitantes que no fue incluida en la muestra de ciudades con sistemas de transporte masivo. Para esto, se supuso que en la actualidad estas ciudades no cuentan con acceso a sistemas de transporte masivo. En este caso, la comparación respecto de los *benchmarks* se realizó suponiendo que los niveles de cobertura alcanzables en el período era una quinta parte respecto de las ciudades consideradas en la muestra. Este es un supuesto conservador, pues considera ciudades fuera de la muestra que no cuentan con la densidad poblacional suficiente para sostener sistemas de transporte masivo eficientes. Pese a ello, este supuesto es un parámetro de la estimación y por ende es susceptible de ser modificado.

Una vez determinados los kilómetros de redes de transporte masivos necesarios de construir para cerrar las brechas respecto de los *benchmarks* predeterminados, se consideraron dos escenarios para cuantificar las inversiones:

- En primer lugar, se consideró un escenario enfocado en la costo-eficiencia de las inversiones de transporte masivo, basado principalmente en soluciones de BRT. En este escenario, se consideró que la brecha de kilómetros de transporte masivo a construir se cerraba construyendo un 75% de los mismos con carriles para BRT, un 15% con vías férreas suburbanas y un 10% con vías férreas subterráneas. El costo de inversión asociado se obtuvo multiplicando los kilómetros requeridos de cada tipo de solución por los costos unitarios previamente descritos. Este es el escenario reportado a lo largo del presente informe (225 mil millones de dólares).
- En segundo lugar, se consideró un escenario enfocado en la capacidad y calidad de las inversiones en transporte masivo a realizar, basado principalmente en soluciones ferroviarias. En este escenario, se consideró que la brecha de kilómetros de transporte masivo a construir se cerraba construyendo un 30% de los mismos con carriles para BRT, un 20% con vías férreas suburbanas y un 50% con vías férreas subterráneas. El costo de inversión asociado se obtuvo multiplicando los kilómetros requeridos de cada tipo de solución por los costos unitarios previamente descritos. Como resultado se obtuvo un requerimiento de inversión sustancialmente mayor, ascendente a 586 mil millones de dólares.

F. RESULTADOS CONSOLIDADOS Y DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN POR PAÍS

Como ha sido mencionado en el presente estudio, las estimaciones han sido realizadas sobre la base de la información disponible sobre la situación de los servicios en cada país. Las siguientes tablas resumen la disponibilidad de información para el cálculo de las distintas brechas de infraestructura en cada uno de los países de la región y presentan los resultados de manera desagregada.

Tabla A.11. Disponibilidad de información para el cálculo de la brecha por sector y país

PAÍS	AGUA Y SANEAMIENTO			ELECTRICIDAD		TRANSPORTE			TELECOMUNICACIONES		INVERSIÓN TOTAL
	AGUA	SANEAMIENTO	TRATAMIENTO	ACCESO	GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN	BRECHA CAMINERA	AEROPUERTOS	TRANSPORTE PÚBLICO	BROAD BAND	4G	
Argentina	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bahamas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Barbados	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Belice	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bolivia	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Brasil	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chile	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Colombia	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Costa Rica	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ecuador	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
El Salvador	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Guatemala	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Guyana	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Haití	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Honduras	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Jamaica	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
México	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Nicaragua	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Panamá	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Paraguay	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Perú	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
República Dominicana	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Suriname	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Trinidad y Tobago	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Uruguay	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Venezuela	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● Con información disponible para el cálculo de la brecha

● Sin información disponible para el cálculo de la brecha

Tabla A.12. Resultados consolidados de la brecha de infraestructura por sector y por país (millones de USD)

PAÍS	AGUA Y SANEAMIENTO		ELECTRICIDAD		TRANSPORTE			TELECOMUNICACIONES		INVERSIÓN TOTAL
	AGUA	SANEAMIENTO	ACCESO	GENERACIÓN Y TRANSMISIÓN	BRECHA CAMINERA	AEROPUERTOS	TRANSPORTE PÚBLICO	BANDA ANCHA	4G	
Argentina	12.296	17.401	2.238	74.751	67.396	420	5.803	5.849	13.507	204.404
Bahamas	124	159	-	-	-	-	-	44	114	441
Barbados	82	101	-	74	-	-	-	22	62	342
Belice	164	197	-	1.197	-	-	-	84	195	1.895
Bolivia	4.248	5.939	-	5.051	28.523	70	2.173	2.848	4.422	55.273
Brasil	36.723	59.971	7.549	157.305	333.475	4.410	80.442	28.113	60.500	801.115
Chile	2.107	3.036	295	48.281	22.507	670	2.079	2.259	5.715	89.164
Colombia	8.889	18.080	2.009	34.800	53.627	510	25.741	6.182	12.941	169.044
Costa Rica	804	2.081	-	4.535	11.038	-	3.562	465	1.541	24.733
Ecuador	3.705	5.903	554	21.024	23.202	370	5.330	2.173	7.489	71.950
El Salvador	2.178	3.252	179	5.838	-	600	3.380	393	3.466	20.413
Guatemala	5.813	12.233	-	6.257	5.312	210	4.052	1.901	9.462	48.199
Guyana	298	348	-	532	-	-	-	175	292	1.836
Haití	5.305	8.205	-	6.580	179	220	1.237	554	6.290	28.571
Honduras	4.119	4.582	-	1.633	3.808	140	1.046	1.362	4.937	25.387
Jamaica	1.034	1.205	-	490	5.776	-	263	191	1.217	11.864
México	27.590	35.030	3.001	84.966	119.448	4.060	51.227	14.495	39.808	393.745
Nicaragua	1.784	3.335	-	2.194	5.309	600	474	1.050	3.204	18.647
Panamá	1.614	2.148	-	4.712	5.110	70	1.549	558	2.282	19.010
Paraguay	1.858	2.356	-	3.071	8.285	140	1.488	1.508	2.954	22.596
Perú	7.936	11.943	1.022	13.680	35.766	730	15.107	5.837	14.422	110.115
República Dominicana	3.617	4.922	-	7.149	6.351	70	4.459	844	3.286	32.175
Suriname	190	256	-	116	748	70	-	122	291	1.955
Trinidad y Tobago	436	497	-	1.319	-	-	243	85	415	3.117
Uruguay	382	1.215	-	5.141	2.832	-	2.112	223	840	13.160
Venezuela	9.363	9.986	-	3.101	-	1.840	10.609	4.912	11.772	51.583
Total América Latina y el Caribe	142.661	214.381	16.848	487.545	758.512	15.200	222.376	82.246	211.428	2.220.736

—

—