

El impacto de la infraestructura digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Un estudio para países de América Latina y el Caribe



Autores: Antonio García Zaballos, Enrique Iglesias y Alejandro Adamowicz



El impacto de la infraestructura digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Un estudio para países de
América Latina y el Caribe

Autores:

Antonio García Zaballos

Enrique Iglesias

Alejandro Adamowicz



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

García Zaballos, Antonio.

El impacto de la infraestructura digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible: un estudio para países de América Latina y el Caribe / Antonio García Zaballos, Enrique Iglesias Rodríguez.

p. cm. — (Monografía del BID ; 701)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Digital communications-Economic aspects-Latin America. 2. Telecommunication-Economic aspects-Latin America. 3. Infrastructure (Economics)-Latin America-Finance. 4. Sustainable development-Latin America. I. Iglesias Rodríguez, Enrique. II. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. III. Título. IV. Serie.
IDB-MG-701

Clasificaciones JEL: H54, J96, L43, L51, L86, L98, O1

Palabras clave: banda ancha, infraestructura digital, Objetivos de Desarrollo Sostenible, telecomunicaciones

Código de publicación: IDB-MG-701

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

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

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

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



Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577
www.iadb.org

El Sector de Instituciones para el Desarrollo fue responsable de la producción de la publicación.

Colaboradores externos:

Coordinación de la producción editorial: Sarah Schineller (A&S Information Specialists, LLC)

Traducción: José María Rodríguez

Revisión editorial: Claudia M. Pasquetti

Diagramación: The Word Express, Inc.

Contenidos

Agradecimientos	v
Acerca de los autores	vii
Resumen ejecutivo.....	ix
Alcance e introducción	ix
Resultados clave	ix
Recomendaciones	xiv
Capítulo 1: Introducción.....	1
Cómo se miden los ODS	2
La brecha de los ODS	2
Capítulo 2: Inversión pública y privada en infraestructura de telecomunicaciones en los últimos 10 años.....	5
Introducción.....	5
Total de inversiones acumuladas y per cápita	5
La evolución de los ODS.....	6
Inversión en tecnología.....	6
Inversión pública vs. inversión privada.....	8
Resumen	10
Capítulo 3: Contribución de la infraestructura digital al logro de los ODS	15
ODS 1: Fin de la pobreza.....	16
ODS 2: Hambre cero.....	17
ODS 3: Salud y bienestar.....	18
ODS 4: Educación de calidad	20
ODS 5: Igualdad de género	21
ODS 6: Agua limpia y saneamiento.....	23
ODS 7: Energía asequible y no contaminante	25
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.....	26
ODS 9: Industria, innovación e infraestructura	28

ODS 10: Reducción de las desigualdades	30
ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.....	31
ODS 12: Producción y consumo responsables	33
ODS 13: Acción por el clima.....	34
ODS 14: Vida submarina.....	35
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres.....	35
ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	37
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos.....	39
Capítulo 4: Cuantificación de la inversión necesaria para mejorar los ODS	41
Cuantificación de la inversión adicional requerida para cerrar la brecha de los ODS	41
Cuantificación de la inversión adicional anual total requerida para cerrar las brechas	44
Estimación de la combinación requerida de inversión en infraestructura de telefonía fija y móvil.....	46
Capítulo 5: Recomendaciones	49
El papel de las instituciones públicas en apoyo de las inversiones.....	49
Eficiencia de las inversiones.....	50
Incentivando la adopción de tecnologías digitales e IoT.....	51
Anexos	
Anexo A: Revisión de la bibliografía.....	55
Anexo B: Estimación de la inversión.....	65
Anexo C: Estimaciones econométricas	71
Anexo D: Impacto de los centros de datos y las redes satelitales y troncales sobre el desarrollo sostenible.....	83
Anexo E: Estudios de casos para identificar cómo se puede hacer efectiva la contribución digital a los ODS	89
Referencias	95

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a todos aquellos que brindaron apoyo, discusión, contenido y comentarios en el proceso de investigación y redacción de este trabajo, así como al equipo que ayudó en la edición y el diseño del producto final. En particular, agradecemos a

Frontier Economics por su extensa investigación y sus contribuciones cruciales. También a Carolina Valencia por sus valiosos aportes, así como a Sarah Schineller por su excelente trabajo en la coordinación del proceso de producción.



La GSMA es la asociación móvil que representa los intereses de los operadores móviles, aglutina a más de 800 operadores móviles y a más de 250 empresas del ecosistema móvil, incluyendo terminales y fabricantes, firmas de *software* y compañías de Internet, así como otras organizaciones de sectores adyacentes. La GSMA también es responsable del lanzamiento de eventos internacionales como el Mobile World Congress, Mobile World Congress de Shanghai y las series de conferencias incluidas en el Móvil 360. Para más información, visítese www.gsma.com.

Siga a la GSMA en Twitter: @GSMA.



Frontier Economics es una empresa de consultoría económica que utiliza principios económicos como parte del asesoramiento y análisis que ofrece. Con cerca de 150 empleados y asociados en Bruselas, Colonia, Dublín, Londres y Madrid, Frontier Economics es una de las firmas de consultoría económica más influyente de Europa. Ha encabezado discusiones sobre aspectos de regulación, competencia y política pública durante más de 15 años; tiene experiencia probada en distintos sectores, como telecomunicaciones, energía, transporte, correos, agua y salud, y ha asesorado a distintos actores públicos y privados sobre el diseño, la implementación y el impacto económico de las políticas.

Para más información, visítese el sitio: www.frontier-economics.com.

Acerca de los autores



Antonio García Zaballos

Es especialista líder en materia de telecomunicaciones para la Gerencia de Instituciones para el Desarrollo y Coordinador de la Plataforma de Banda Ancha del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Además, es miembro del comité ejecutivo del IEEE sobre conectividad y del programa Internet para todos del Foro Económico Mundial (FEM). Ostenta una amplia experiencia en el sector de las telecomunicaciones, donde ha desarrollado su actividad profesional en distintos puestos de responsabilidad. En Deloitte España lideró la práctica de Regulación para América Latina y Caribe; con anterioridad fue Economista Jefe del Gabinete de Estudios Económicos de la Regulación en Telefónica de España, y Subdirector de la Dirección de Análisis Económico y Mercados en el Regulador en España (CMT). Durante su trayectoria profesional brindó asesoramiento a reguladores, operadores de telecomunicaciones y gobiernos en países como Arabia Saudita, Argentina, China, Ecuador, Paraguay, Polonia, República Checa y República Dominicana. Forma parte de distintos comités técnicos de expertos, entre los que

destacan el FEM, bajo la iniciativa Internet para Todos, y la Broadband Commission de Naciones Unidas. Es doctor en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid y profesor de Finanzas Aplicadas a Telecomunicaciones en el Instituto de Empresa, y de Regulación Económica en American University y Johns Hopkins University. Es autor de diversas publicaciones sobre aspectos económico-regulatorios aplicados al sector de las telecomunicaciones.

destacan el FEM, bajo la iniciativa Internet para Todos, y la Broadband Commission de Naciones Unidas. Es doctor en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid y profesor de Finanzas Aplicadas a Telecomunicaciones en el Instituto de Empresa, y de Regulación Económica en American University y Johns Hopkins University. Es autor de diversas publicaciones sobre aspectos económico-regulatorios aplicados al sector de las telecomunicaciones.



Enrique Iglesias

Es especialista en telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID, donde ha apoyado a los gobiernos de América

Latina y el Caribe para desarrollar agendas de banda ancha y economía digital a través de asistencia técnica y operaciones de préstamo. Anteriormente, trabajó como consultor de estrategia y operaciones en Madrid, donde prestó servicios a empresas de telecomunicaciones líderes en América Latina y el Caribe, y Europa. Es Ingeniero en Telecomunicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid y tiene una maestría en Mercados Bancarios y Financieros de la Universidad Carlos III.



Alejandro Adamowicz

Es Director de Tecnología en GSMA Latin America, con centro en Buenos Aires, Argentina. Sus responsabilidades principales

son el desarrollo de los Programas de Industria de GSMA en la región y el liderazgo del Grupo de Trabajo de Tecnología y Terminales que cuenta con más de 350 miembros. Es graduado en Ingeniería Electrónica por la Universidad Tecnológica Nacional, con una maestría en Dirección de Empresas por la

Universidad del CEMA, y posee un título de postgrado en Marketing de la Universidad de California. Asimismo, ha realizado varios programas ejecutivos en el IESE, INSEAD y la Universidad Torcuato di Tella.

Tiene vasta experiencia en todos los campos de las TIC. Antes de unirse a la GSMA, desempeñó varios roles de nivel C en el Grupo Telefónica, como: Director de Marketing, CEO de Terra Argentina y VP de Negocio Mayorista, Regulación y Estrategia en Argentina. Previamente trabajó en NEC y varias compañías de tecnología y servicios TIC. Sus áreas de experiencia incluyen el desarrollo de negocios digitales, la planificación estratégica y la regulación TIC.

Resumen ejecutivo

Alcance e introducción

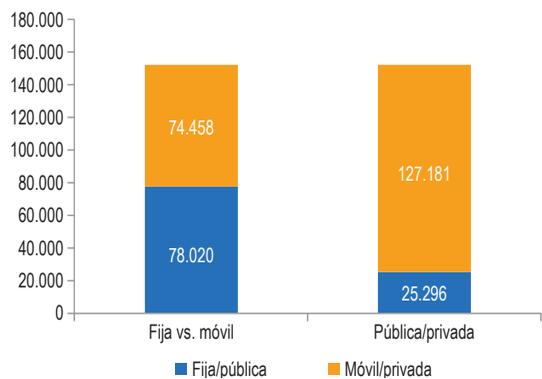
Este estudio identifica el impacto de la infraestructura de la industria digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en 12 países de América Latina y el Caribe (ALC).¹ Existe una brecha entre los resultados obtenidos para cada ODS entre los países estudiados y los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), así como con las metas de los ODS establecidas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Por lo tanto, el objetivo principal del estudio es cuantificar cómo la inversión en infraestructura digital (en particular, la inversión en telecomunicaciones) puede contribuir a cerrar la brecha entre la región y estos dos puntos de referencia (países de la OCDE y metas de los ODS). Este trabajo también cuantifica la inversión acometida en telecomunicaciones en la región durante el período 2008-17 y estima la inversión necesaria para cerrar la brecha de los ODS.²

Resultados clave

Inversión en telecomunicaciones

Las inversiones en telefonía móvil acumuladas equivalen a casi el 50% de las inversiones totales (US\$74.000 millones) y entre 2008 y 2017 se han incrementado en casi todos los países. Como contrapartida, en casi la mitad de los países considerados para este estudio, la inversión en telefonía fija decreció en dicho período. Las inversiones

GRÁFICO 1. Inversión acumulada 2008-17 (millones de dólares)



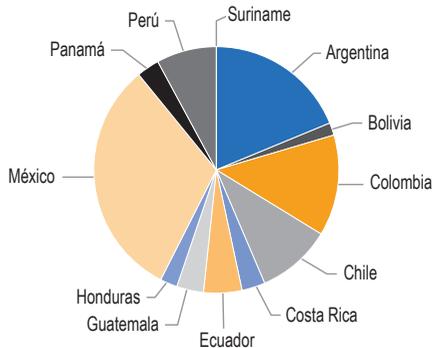
Fuente: Frontier Economics, Infralatom, Telegeography, GSMA y UIT.

acumuladas totales para el período ascendieron a US\$78.000 millones. Un 8% de las mismas corresponde al sector privado, excepto en Costa Rica, donde cerca de dos tercios de la inversión es pública (gráfico 1). La inversión acumulada en infraestructura de telecomunicaciones en la región de ALC

¹ Los países son: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Guatemala, México, Panamá, Perú y Suriname.

² Este estudio complementa otros estudios que estiman la cantidad de inversión necesaria para cerrar la “brecha digital” entre la región y la OCDE. Estos suelen centrarse en las diferencias entre la región y los países de la OCDE en términos de penetración de la banda ancha, utilización de diferentes tecnologías, cobertura, etc. Aquí se calcula la inversión necesaria para cerrar la brecha con los países de la OCDE en los ODS.

GRÁFICO 2. Inversión acumulada (2008–17) por país



Fuente: Frontier Economics, Infralata, Telegeography, GSMA y UIT.

para el período 2008-17 se estima en US\$153.000 millones. Argentina, Colombia y México son los países que más han invertido, mientras que Bolivia, Honduras y Suriname son los que menos lo hicieron.

El cuadro 1 muestra los montos invertidos por cada país en telefonía fija y móvil por parte de los sectores público y privado en el período 2008-17.

Impacto de la inversión en telecomunicaciones en los ODS

Según la literatura existente, hay varios canales a través de los cuales la inversión en tecnología puede actuar como una herramienta para mejorar los resultados sociales y de desarrollo en un país. Por ejemplo, un mayor acceso a Internet y a la comunicación telefónica puede facilitar el acceso a información laboral y a recursos educativos, lo que aumenta las posibilidades de salir del ciclo de la pobreza (ODS 1). La infraestructura digital y las tecnologías del Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) colaboran con la sostenibilidad agrícola y mejoran la seguridad alimentaria (ODS 2). Las telecomunicaciones también pueden colaborar en la reducción de la desigualdad, conectando áreas remotas y brindando a los países menos desarrollados y a las comunidades rurales oportunidades de trabajo y acceso gratuito al conocimiento (ODS 10).

En este análisis se observa que, cuando se toma en cuenta el efecto de otras variables

CUADRO 1. Inversión en telecomunicaciones acumulada (2008–17) en los países estudiados (millones de dólares)

País	Inversión				
	Fija	Móvil	Pública	Privada	Total
Argentina	18.092	10.505	5.484	23.113	28.597
Bolivia	688	1.804	1.206	1.286	2.492
Colombia	8.496	11.682	3.778	16.400	20.178
Chile	4.429	10.556	150	14.835	14.985
Costa Rica	2821	1.860	2.879	1.802	4.681
Ecuador	3.983	3.704	1.461	6.226	7.687
Guatemala	1.998	3.397	5	5.389	5.394
Honduras	1.934	1.520	15	3.439	3.454
México	30.618	17.407	9.127	38.897	48.025
Panamá	2.241	2.317	866	3.692	4.558
Perú	2.529	9.525	253	11.801	12.054
Suriname	190	181	71	301	371
Total	78.020	74.458	25.296	127.181	152.478

Fuente: Frontier Economics, Infralata, Telegeography, GSMA y UIT.

CUADRO 2. Resumen del impacto cuantitativo de la infraestructura de telecomunicaciones en los ODS seleccionados

ODS	Resultados (<i>ceteris paribus</i>)
ODS 1: Fin de la pobreza	Un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones lleva a una reducción de la tasa de pobreza (medida en porcentaje de la población que subsiste con menos de US\$1,9 por día) de 0,0132 puntos porcentuales. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil conlleva una reducción de 0,0135 puntos porcentuales. Un aumento del 1% en la inversión en telefonía fija conlleva una reducción de 0,0045 puntos porcentuales.
ODS 2: Hambre cero	Un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones conlleva una reducción en el porcentaje de personas desnutridas de 0,011 puntos porcentuales. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil conlleva una reducción de 0,014 puntos porcentuales. No se detectaron impactos de la inversión en telefonía fija.
ODS 3: Salud y bienestar	Un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones eleva la esperanza de vida en un 0,0095%. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil la incrementa en un 0,0145%. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía fija la eleva en un 0,0022%.
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	Un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones conduce a un aumento del PIB del 0,09%. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil conduce a un incremento del PIB del 0,097%. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía fija conlleva un aumento del PIB del 0,023%.
ODS 10: Reducción de las desigualdades (10.1)	Un aumento del 1% de la inversión en telecomunicaciones conduce a un incremento de la participación del ingreso del decil más bajo de la población de 0,0013 puntos porcentuales. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil conduce a una suba de 0,0001 puntos porcentuales. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía fija conlleva un incremento de 0,0004 puntos porcentuales.
ODS 10: Reducción de las desigualdades (10.2)	Un aumento del 1% de la inversión en telecomunicaciones conduce a una suba de la participación del ingreso del 20% más pobre de 0,0027 puntos porcentuales. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil la eleva 0,0019 puntos porcentuales.
ODS 13: Acción por el clima	Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil reduce el CO ₂ per cápita en un 0,09%. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía fija conlleva una reducción del CO ₂ del 0,015%.

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: El R cuadrado para estas regresiones está en todos los casos entre 0,6–0,7 y solo para el ODS 10 se ubica entre 0,5 y 0,6.

relevantes, hay un impacto significativo y cuantificable de la infraestructura digital en varios ODS. Cada ODS ha sido relacionado con otras variables, como la inversión en infraestructura digital, la inversión en otras utilidades y el desempleo. Para ODS específicos se han tenido en cuenta variables específicas como, por ejemplo, el gasto público en salud como porcentaje del producto interno bruto (PIB). El cuadro 2 presenta aquellos ODS para los cuales hay fuerte evidencia cuantitativa del impacto de la infraestructura digital, así como de la medida de dicho impacto.

En la práctica, esto significaría que, por ejemplo, si la inversión en infraestructura digital se incrementara un 10% en un año en todos los países del estudio (manteniendo constante el resto de los indicadores), cerca de 375.000 personas de la

región analizada se salvarían de la pobreza³ (según el indicador empleado) y alrededor de 360.000 personas dejarían de estar desnutridas.⁴

En términos relativos, para muchos ODS (ODS 1, 2, 3 y 10) el impacto de un aumento marginal de la inversión en telefonía móvil o de la inversión en infraestructura digital en su conjunto es muy similar (y en algunos casos incluso mayor) que un incremento marginal en el gasto en infraestructura de servicios públicos, como transporte y energía. Hay evidencia cuantitativa del efecto de la infraestructura de telecomunicaciones en el logro

³ La pobreza se mide como la proporción de la población que vive por debajo de la línea de US\$1,90 por día (ODS 1).

⁴ El hambre se mide en términos del porcentaje de personas malnutridas en la población (ODS 2).

de los ODS 4 (educación de calidad), 5 (igualdad de género) y 9 (industria, innovación e infraestructura), aunque su magnitud es más difícil de medir a partir de la información disponible. Sin embargo, los coeficientes estimados para la infraestructura de telecomunicaciones son estadísticamente significativos, lo que indicaría que también tienen un impacto en los indicadores de los ODS. Para los ODS restantes, se ha realizado un análisis cualitativo, basado en estudios de caso, que se resume en el cuadro 3.

Inversión adicional necesaria para cerrar la brecha de los ODS

Se ha calculado la inversión adicional necesaria para cerrar la brecha entre los ODS de los países de este estudio, el nivel de logro de los ODS alcanzado en la OCDE y las metas oficiales de ODS 2030.⁵ Estos datos se presentan en el cuadro 4 para los ODS con una fuerte relación cuantitativa.⁶

Los ODS 1 y 2 son los dos objetivos para los que se requiere la menor inversión adicional. Este resultado indica que la inversión en telecomunicaciones es una herramienta política importante para mejorar el bienestar de las personas más pobres.⁷ Según estas estimaciones, la desnutrición podría reducirse hasta el 2,8% (ODS 2, nivel promedio de la OCDE) con la inversión de US\$56.800 millones adicionales en infraestructura de telecomunicaciones en los países analizados. De manera similar, y para los países que disponen de datos, al invertir US\$21.700 millones adicionales en dicha infraestructura, todos los individuos que viven con menos de US\$1,90 por día podrían salir de la pobreza. Del mismo modo, para alcanzar el promedio de esperanza de vida de la OCDE de 79,7 años (ODS 3), los países del estudio necesitarían invertir un total de US\$81.300 millones en infraestructura de telecomunicaciones.

Junto con estos objetivos de política, algunos países pueden lograr un mayor crecimiento del PIB al invertir en infraestructura digital. De acuerdo con los resultados del ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), todos los países incluidos en el estudio podrían obtener el doble de

crecimiento acumulado que el previsto por el FMI en el período 2018-23 si invierten las cantidades señaladas anteriormente en infraestructura digital.

También se indica cuánto debe crecer anualmente la inversión en cada país, entre 2019 y 2030, con respecto a la inversión promedio de los últimos cinco años, para alcanzar los niveles de inversión anteriores (y cerrar la brecha con el promedio de la OCDE) y con el objetivo de la agenda de los ODS (cuadro 5).⁸

En particular, la tabla muestra que el incremento en la inversión anual en Chile, Costa Rica, Ecuador, Panamá y México para ODS1 (eliminación de la pobreza), y para Argentina, Chile y México para ODS2 (Hambre cero), es inferior al 10%. Sin duda estos incrementos de inversiones son significativos y cuantiosos, pero serían más fácilmente alcanzables con una regulación económica sólida y una promoción en la demanda de servicios de telecomunicaciones.

No obstante, los países con resultados superiores al 10%-15% necesitarán un importante esfuerzo de inversión para cerrar la brecha de los ODS y es

⁵ Para todos aquellos ODS en los que el objetivo no está claramente definido o los resultados del coeficiente no son estadísticamente significativos, este cálculo no es posible.

⁶ Por lo general, el nivel de los indicadores de los ODS alcanzado en la OCDE (promedio) es menor que el nivel establecido para la meta de la agenda de los ODS. Por lo tanto, llegar al nivel promedio de la OCDE puede verse como un paso intermedio para el logro de las metas de los ODS.

⁷ Cada uno de los ODS puede medirse a través de una serie de dimensiones, dado que los ODS son multidimensionales. Para cada ODS, se han identificado uno o dos indicadores (es decir, métricas) para medirlos. En el caso del ODS 1 (Fin de la pobreza), la métrica utilizada es el porcentaje de la población que vive con menos de US\$1,9 por día, y para el ODS 2 (Hambre cero), el porcentaje de personas desnutridas. Por lo tanto, los montos que se exhiben en el cuadro 3 son los requeridos para cerrar la brecha con la OCDE con respecto a estas métricas.

⁸ El crecimiento promedio anual de la inversión se calcula como una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR). La inversión al inicio del período se mide por la inversión promedio en infraestructura digital en 2013-17. La inversión total requerida al final del período se aproxima mediante la inversión total en el objetivo (este es el nivel de inversión en 2017 más la inversión adicional requerida que se muestra en el cuadro 4). La tasa de crecimiento anual promedio se calcula a lo largo de un período de 12 años, es decir, el número de años que quedan hasta 2030. Solo para ODS 8, se trata de un período de cinco años, es decir, el número de años que faltan hasta 2023.

CUADRO 3. Resumen del impacto cualitativo de las aplicaciones e infraestructura digitales en varios ODS

ODS	Relación	Ejemplos en América Latina
ODS 6: Agua limpia y saneamiento	El Internet de las cosas (IoT) puede proporcionar herramientas para administrar y monitorear de manera eficiente el consumo de agua.	Todavía se encuentra en una fase temprana. Hay proyectos en Chile (racionalización del consumo y detección de fugas) y Colombia (potabilización de sistemas).
ODS 7: Energía asequible y no contaminante	Las redes inteligentes y la logística inteligente reducen el consumo de energía. Los contadores inteligentes proporcionan a los hogares una herramienta que mejora la concientización acerca del uso de energía. Las lavadoras y secadoras conectadas (que trabajan con contadores inteligentes y IoT) podrían obtener información sobre los precios de la energía para retrasar el consumo durante las horas pico.	Considérense los ejemplos de Chile y México, donde el uso de cantidades importantes de datos recopilados a través de la digitalización de sistemas permite a las compañías de energía aumentar la eficiencia. Colombia y Chile lideran la adopción de contadores de electricidad inteligentes.
ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles	El Índice de Ciudades Sostenibles ha identificado lo digital como una métrica clave para calcular el progreso de las ciudades en este ODS. Los indicadores incluyen la disponibilidad de aplicaciones móviles de transporte, el costo de las conexiones de banda ancha, la conectividad móvil y de banda ancha, entre otros.	Buenos Aires, Ciudad de México, Lima y Santiago forman parte del grupo de "ciudades evolutivas". Este grupo se desempeña bastante mal en capacidades digitales y esto limita fuertemente su desempeño general en sostenibilidad. De entre 100 ciudades (siendo 1 el ranking de la mejor y 100 el de la peor), todas se ubican entre las posiciones 77 y 85.
ODS 12: Consumo y producción responsables	Reducir la huella ecológica significa lograr un consumo y una producción sostenibles. Al ser la agricultura una de las actividades económicas que consumen más agua, se necesitarán cambios significativos para lograr este ODS. La tecnología y las nuevas soluciones de IoT en la agricultura desempeñan un papel crucial en este sentido.	Colombia, uno de los mayores exportadores de bananas del mundo, está desarrollando un proyecto de agricultura inteligente con sensores remotos en las plantaciones. Al monitorear diferentes condiciones climáticas, se optimiza el uso del agua, se previenen las plagas y las enfermedades, y se reduce el consumo de fertilizantes.
ODS 14: Vida submarina	Algunas aplicaciones incluyen mapas satelitales que ayudan a rastrear los patrones de migración de animales en peligro de extinción; el monitoreo de poblaciones de peces a nivel mundial, los niveles de oxígeno, las floraciones de algas, la temperatura y las corrientes oceánicas. Los macrodatos ayudan al análisis de los océanos en términos de biodiversidad y contaminación.	Nicaragua InvestEGGator: los rastreadores del sistema de posicionamiento global contra los cazadores furtivos ilustran el uso de tecnologías digitales para conservar los entornos marinos y la vida silvestre.
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres	Las aplicaciones digitales incluyen: sensores móviles e IoT que asisten en el monitoreo de ecosistemas terrestres, desertificación, etc.; la observación satelital colabora con el monitoreo de los flujos de agua y el clima, proporcionando sistemas eficientes de alerta temprana para proteger especies en peligro de extinción y áreas de tierra frágil; los teléfonos móviles rastrean el tráfico ilegal y la caza furtiva.	Tree Tag en Guatemala permite reportar las actividades y los volúmenes de explotación forestal, así como rastrear actividades sospechosas. Otro ejemplo incluye un sistema de alerta por correo electrónico para incendios en áreas protegidas en América del Sur.
ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	La digitalización puede ayudar a los gobiernos y a las comunidades a fortalecer el Estado de Derecho y a promover procesos de gobernanza.	Muchos países de la región han introducido portales para impulsar la transparencia financiera y la rendición de cuentas, incluidos Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Guatemala y Perú.
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	Los esfuerzos para digitalizar diferentes áreas también están impulsando las alianzas entre el sector público y el privado en América Latina.	En 2017 surgió la Asociación Brasileña de IoT, que se unió a entidades públicas y privadas y al sector académico para impulsar la innovación abierta en diferentes sectores de la sociedad. En México, se ha creado una asociación entre IBM y el ayuntamiento de Tequila para impulsar soluciones inteligentes a nivel municipal.

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

CUADRO 4. Total de inversiones adicionales en telecomunicaciones requeridas para cumplir con el nivel de la OCDE (millones de dólares)

ODS	1	2	3	8	10.1	10.2	Máx.
Argentina	0	2.645	15.611	2.839	28.986	24.243	28.986
Bolivia	1.959	6.588	6.706	1.241	5.432	4.473	6.706
Chile	542	1.365	393	4.060	14.510	12.360	14.510
Colombia	5.214	7.438	14.322	4.938	22.060	20.436	22.060
Costa Rica	208	1.634	0	1.614	6.512	6.182	6.512
Ecuador	1.584	6.500	3.576	765	7.242	5.979	7.242
Guatemala	N/A	8.418	6.525	1.868	N/A	N/A	8.418
Honduras	5.898	5.634	4.525	1.404	7.110	6.885	7.110
México	5.909	6.113	16.925	9.586	24.360	19.566	24.360
Panamá	396	2.332	905	1.763	5.147	5.115	5.147
Perú	N/A	7.983	11.400	5.322	16.218	14.028	16.218
Suriname	N/A	140	370	53	N/A	N/A	370
Total	21.710	56.790	81.259	35.453	137.578	119.267	147.640

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: La columna Máx. indica la inversión máxima requerida para llenar la brecha con la OCDE en todos los ODS en un país determinado. No se presentan resultados para los ODS 4, 5 y 9, ya que la estimación no es estadísticamente significativa. Para el ODS 13, no se consignan resultados porque para su indicador (emisiones de CO₂ per cápita), el objetivo de la OCDE se ha alcanzado en todos los países estudiados. Para el ODS 8, se muestra la inversión adicional requerida para lograr el doble del crecimiento del PIB acumulado en el período 2018-23 (según lo pronosticado por el FMI). Por ejemplo, si el FMI pronostica que el PIB de Argentina en 2023 será un 6,8% más alto que en 2018, se calcula la inversión en telecomunicaciones necesaria para aumentar el PIB un 13,6% más en 2023 que en 2018 (es decir, para duplicar el pronóstico del FMI). Por lo tanto, este objetivo solo se estima para 2023, ya que es el último año en el que están disponibles los pronósticos del PIB.

Los países con una brecha de inversión de 0 en un ODS particular ya han alcanzado el objetivo. Los países con N/A en un ODS en particular no tienen datos recientes para el indicador elegido (por lo tanto, no pueden calcular la brecha de ODS y la brecha de inversión). Los totales para intervalos que incluyen valores N/A ignoran las observaciones N/A.

probable que se requieran medidas adicionales. En particular, países como Bolivia y Honduras necesitarían aumentar la inversión anual de manera sustancial en los próximos 12 años para cerrar la brecha de los ODS con la OCDE. En este caso, cumplir con las metas de los ODS requerirá un esfuerzo compartido, que involucrará inversiones en telecomunicaciones, pero también en otras industrias, junto con la implementación de políticas sociales. La inversión en la infraestructura digital puede ayudar a progresar en el cumplimiento de las metas, pero no puede ser el único motor de cambio.

Recomendaciones

Dado que hay evidencia que muestra que la infraestructura de telecomunicaciones fomenta el

desarrollo sostenible, la recomendación general que aquí se expone es que este tipo de inversiones, y en general las inversiones digitales, deben incentivarse fuertemente.

El papel de las instituciones públicas y las organizaciones multilaterales es clave

Existen en la región numerosas políticas públicas que financian el despliegue de infraestructura digital, especialmente en áreas menos desarrolladas. Sin embargo, la mayoría de estos planes se financian a través de los ingresos de la industria, con la excepción de casos como el del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones de Chile y el Fondo de Cobertura Social de Telecomunicaciones (Fonco) de México, que son financiados a partir

CUADRO 5. Inversión adicional anual necesaria para cumplir con el nivel de los ODS de la OCDE para 2030 (porcentaje)

ODS	1	2	3	8	10.1	10.2	Máx.
Argentina	0	5	15	13	21	19	21
Bolivia	18	29	29	37	27	25	37
Colombia	11	13	18	26	22	22	26
Chile	3	6	2	30	22	20	30
Costa Rica	5	14	2	36	25	25	36
Ecuador	8	19	14	10	19	18	19
Guatemala	N/A	26	23	35	N/A	N/A	35
Honduras	26	26	24	38	28	28	38
México	7	7	14	25	16	15	25
Panamá	6	17	10	40	25	25	40
Perú	N/A	16	19	34	22	21	34
Suriname	N/A	14	22	18	N/A	N/A	22

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: Los ODS cuya estimación tuvo resultados estadísticamente no significativos (ODS 4, ODS 5.2, ODS 9.1, ODS 13) no se presentan. Para el ODS 13, no se presentan resultados porque para su indicador (emisiones de CO₂ per cápita), el objetivo de la OCDE se ha alcanzado en todos los países estudiados. Para el ODS 8, la inversión adicional anual requerida se estima para lograr el doble del crecimiento acumulado del PIB acumulado en el periodo 2018-23 (previsto por el FMI) en cinco años. Este objetivo solo se calcula hasta 2023.

Los países con un 0% ya han alcanzado la meta. Los países con N/A en un ODS en particular no tienen datos recientes para el indicador elegido (por lo tanto, no pueden calcular la brecha de ODS y la brecha de inversión). El máximo para intervalos que incluyen valores N/A no tiene en cuenta las observaciones N/A.

del presupuesto público (5G Americas, 2017). Esto refleja el hecho de que el entorno macroeconómico en América Latina no favorece aumentos sustanciales en la inversión financiada por el sector público.

Esta es la razón por la cual los fondos de bancos e instituciones multilaterales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento-Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), pueden movilizar recursos en áreas donde los recursos públicos nacionales son insuficientes y el sector privado no puede acceder a financiamiento privado adecuado.

Un área en la que estos fondos podrían enfocarse es la inversión en zonas rurales. En dichas zonas hay todavía una gran brecha con respecto a la contribución que las inversiones digitales pueden hacer para lograr el desarrollo sostenible. El despliegue de redes fijas, móviles y de banda

ancha en estas áreas es una condición necesaria para que la infraestructura digital pueda contribuir al logro de los ODS.

Eficiencia de las inversiones

Otra forma de promover las inversiones es mediante la eliminación de políticas que distorsionan las decisiones de inversión, como la regulación excesiva y los impuestos ineficientes. En la actualidad, en casi todos los países de la región el mercado de telecomunicaciones se regula. Esto significa que el regulador tiene un papel, por acción u omisión, en el desarrollo del sector. Según lo subrayado por Frontier Economics (2017), el análisis de la competencia, como se lleva a cabo actualmente, plantea una serie de problemas debido a la naturaleza dinámica del sector. Para superar estas deficiencias, los reguladores de América Latina deben considerar la competencia

como la existencia de “rivalidad”. La rivalidad es lo que crea incentivos para que las empresas reduzcan los costos, bajen los precios e inviertan para desarrollar nuevos servicios.

Los impuestos también pueden distorsionar el consumo y la inversión. Si bien los mismos pueden tener una justificación económica y aumentar el bienestar, los resultados de este estudio muestran que los departamentos del Tesoro deben tener un cuidado adicional en la aplicación de la política tributaria a la industria digital, dado el importante efecto que esta industria tiene en el desarrollo sostenible.

Adopción de tecnologías digitales

La penetración de los servicios digitales en los hogares latinoamericanos sigue siendo baja con respecto al promedio de la OCDE. Hay una serie

de ejemplos de acciones que podrían emprenderse para incentivar la adopción de tecnologías digitales: aplicar políticas para reducir el costo de la compra de servicios de telecomunicaciones; aumentar la disponibilidad de contenido local, y llevar adelante campañas de alfabetización digital.

Inversión en IoT

Para algunos ODS (12, 14, 15, 16 y 17), el impacto de la infraestructura digital sucede principalmente a través de la adopción de las nuevas tecnologías IoT y M2M (*machine to machine*). Por lo tanto, promover la inversión en IoT es fundamental para impulsar el cumplimiento de esos ODS. Por ello, se deben investigar en profundidad las políticas que fomentan la inversión y el uso de IoT en otros países para comprender cómo los países de ALC podrían adaptarlas a sus características específicas.

Introducción

Este estudio identifica el impacto de la infraestructura de la industria digital en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en 12 países de América Latina y el Caribe (ALC).⁹

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por 193 Jefes de Gobierno en la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, representa un enfoque holístico para transformar el mundo. Está diseñada como un plan de acción para abordar los desafíos de desarrollo que afectan a la humanidad y al planeta. Como pilar fundamental, el plan abarca un conjunto integral de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que comprenden las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo sostenible. Estos son los siguientes.

- ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
- ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- ODS 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- ODS 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- ODS 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- ODS 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.
- ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- ODS 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

⁹ Los países son: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú y Suriname.

- ODS 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
- ODS 16: Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, brindar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles.
- ODS 17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Cómo se miden los ODS

Cada uno de los ODS previamente mencionados se puede medir a través de una serie de indicadores dado que, por definición, son multidimensionales. Además, cada objetivo incluye varios subobjetivos que suelen referirse a diferentes aspectos. Como el objetivo principal de este trabajo es cuantificar el impacto de la infraestructura digital, para cada ODS, se han identificado uno o dos indicadores (es decir, métricas) para medirlos. Las métricas se seleccionaron ya sea eligiendo uno de los indicadores sugeridos en la Plataforma de Conocimiento oficial y en la Base de Datos de los ODS de Naciones Unidas¹⁰ o bien seleccionando otro indicador que se considera que captura la multidimensionalidad de los ODS de la mejor manera posible, en función de los datos disponibles.

Estas métricas se han utilizado para representar el nivel de ODS en un país seleccionado y en un año determinado. Luego se usa la misma métrica para calcular el nivel objetivo de los ODS oficialmente establecido en la Agenda 2030 y para medir el desempeño promedio en los países de la OCDE. Estos dos puntos de referencia permiten identificar la brecha existente con respecto a los países del estudio. Estas métricas son también las que se emplean como variable dependiente para el análisis econométrico y se muestran en el cuadro 1.1.

¹⁰ Véanse los enlaces <https://sustainabledevelopment.un.org/> y <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>.

La brecha de los ODS

En este apartado se analiza cómo se compara cada indicador de ODS de la región con los de los países de la OCDE y con la meta oficial de ODS 2030. El gráfico 1.1 ofrece una descripción de estas comparaciones por objetivo. Para cada ODS se representan tres series de datos: el nivel promedio del indicador de ODS en los países estudiados

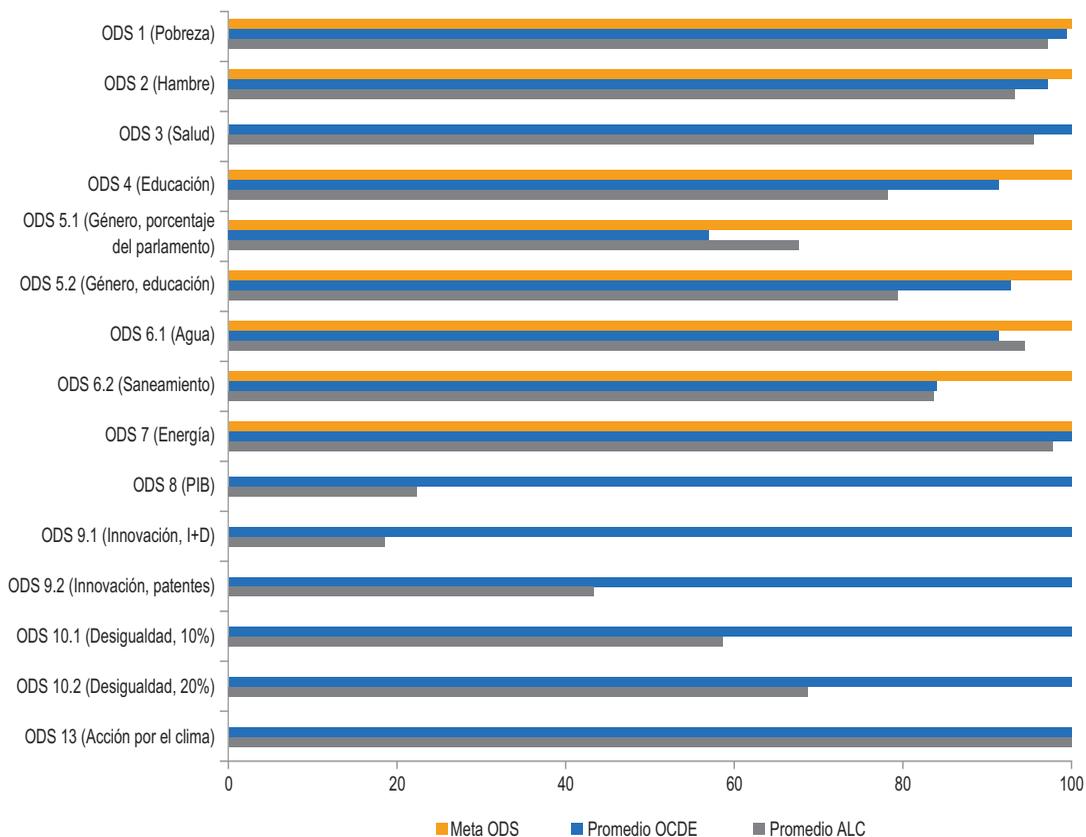
CUADRO 1.1. Resumen de las métricas ODS seleccionadas, por ODS

ODS	Numeración	Métrica
ODS 1	1	Tasa de pobreza (porcentaje de la población que vive con menos de US\$1,9 por día)
ODS 2	2	Tasa de hambre (porcentaje de personas malnutridas)
ODS 3	3	Esperanza de vida (años)
ODS 4	4	Matriculación en la escuela secundaria (porcentaje)
ODS 5	5.1	Mujeres en los parlamentos (porcentaje)
ODS 5	5.2	Mujeres matriculadas en la escuela secundaria (porcentaje)
ODS 6	6.1	Población con acceso a agua limpia (porcentaje)
ODS 6	6.2	Población con acceso a instalaciones sanitarias (porcentaje)
ODS 7	7	Población con acceso a la electricidad (porcentaje)
ODS 8	8	PIB (dólares)
ODS 9	9.1	Gasto en I+D (como porcentaje del PIB)
ODS 9	9.2	Solicitudes de marcas registradas (cantidad)
ODS 10	10.1	Participación del ingreso del 10% de la población con menos renta (porcentaje)
ODS 10	10.2	Participación del ingreso del 20% de la población con menos renta (porcentaje)
ODS 13	13	CO ₂ per cápita (toneladas)

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: Para los restantes ODS no se presenta la métrica como parte de este análisis. Se examinan por separado como parte de los estudios de casos.

GRÁFICO 1.1. El desempeño de los ODS en la región de ALC como porcentaje del cumplimiento del objetivo



Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: El eje x representa el porcentaje de consecución del objetivo. El objetivo de los ODS representa 100. Cuando este no está disponible, el promedio de la OCDE representa 100. Todos los valores se indexan a 100. Los valores para el ODS 8 se representan como el PIB en precios constantes de 2010 medido en dólares de EE.UU., aunque la brecha de los ODS se estima en porcentaje de crecimiento para evitar cifras que por su tamaño no se puedan interpretar.

(“promedio de ALC”), el promedio para los mismos ODS en los países de la OCDE (“promedio de la OCDE”) y el objetivo final establecido en la Agenda 2030 (“objetivo ODS”).¹¹ Para facilitar la interpretación, todos los valores se indexan al objetivo ODS que siempre se representa como 100%¹². Esto es para mostrar el estado de avance de la OCDE y de ALC en promedio hacia la consecución de cada ODS.

En la mayoría de los casos, existe una brecha entre el nivel del indicador alcanzado en los países del estudio y la meta de los ODS. En particular, los países examinados arrojan un desempeño peor

que el del promedio de la OCDE en los ODS relacionados con la educación y los ingresos. Solo en algunos de los casos (ODS 5.1, ODS 6.1 y ODS 13), los países estudiados superan a la OCDE en promedio. Estos resultados se exhiben en los gráficos 2.1 y 2.2.

¹¹ Cuando corresponda. No todos los indicadores oficiales de objetivos de ODS de 2030 que se han utilizado son cuantificables en número. Cuando este es el caso, se usa el promedio de la OCDE como objetivo para ALC.

¹² Esto se debe a que los ODS difieren en la forma en que se mide la métrica (en porcentaje o en guarismos) y en la dirección para mejorar el objetivo (el objetivo podría estar cerca del 0% o del 100%).

2

Inversión pública y privada en infraestructura de telecomunicaciones en los últimos 10 años

Introducción

En esta sección se detallan los resultados de la estimación de la inversión total en telecomunicaciones para los 12 países del estudio durante el período 2008-17. También se incluye el desglose de la inversión total en telecomunicaciones entre los sectores público y privado, y la telefonía fija y móvil. El estudio se basó principalmente en datos provenientes de GSMA para el CAPEX del sector móvil, y en información de Infralatam¹³ y de la UIT para la inversión total en el sector de telecomunicaciones, desagregada entre pública y privada. Luego, se estimó la información faltante para producir una base de datos única y consistente (anexo B).

Total de inversiones acumuladas y per cápita

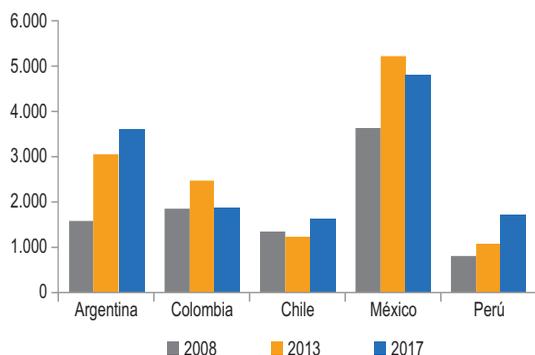
En esta sección se presentan los resultados de la inversión estimada en el sector de telecomunicaciones de los países estudiados. Estas estimaciones

se utilizaron como insumos para el análisis econométrico. A continuación, se exhiben la inversión anual total (gráficos 2.1 y 2.2) y per cápita (gráfico 2.3) y también la inversión total acumulada (gráfico 2.4) en telecomunicaciones para el período (2008-17). La inversión total se divide en dos gráficos (por motivos de representación los valores tienen escalas diferentes).

Dado que estos datos reflejan los flujos anuales de inversión, pueden variar significativamente de un año a otro, y es difícil obtener conclusiones claras. Sin embargo, se observa que en la mayoría de los países la inversión ha aumentado durante el período, especialmente en Bolivia, Argentina, Costa Rica y Perú (240%, 127%, 120% y 104% respectivamente). Solo en Panamá y Suriname el nivel

¹³ Véase <http://www.Infralatam.info/>. Infralatam es una iniciativa del BID, del CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) y de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). El objetivo de este proyecto es medir las inversiones en infraestructura en la región de ALC.

GRÁFICO 2.1. Inversión total anual en telecomunicaciones en 2008–17, países de mayor tamaño de ALC (millones de dólares)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infratam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

de inversión de 2017 ha sido más bajo que el de 2008 en un 61% y 18%, respectivamente.

En el gráfico 2.3 se muestran los niveles de inversión per cápita. Al igual que en el caso de la inversión agregada, se advierte que en la mayoría de los países la inversión ha aumentado durante el período, especialmente en Bolivia y Argentina (195% y 107%, respectivamente). Solo en Panamá, Suriname, Ecuador y Colombia

el nivel de inversión per cápita de 2017 fue inferior al de 2008 en un 66%, 25%, 13% y 8%, respectivamente.

La inversión en telecomunicaciones acumulada en la región de ALC para el período 200–17 ascendió a US\$153.000 millones. México, Argentina y Colombia son los que más han invertido, mientras que Suriname, Bolivia y Honduras los que menos inversión acumulada ostentan.

La evolución de los ODS

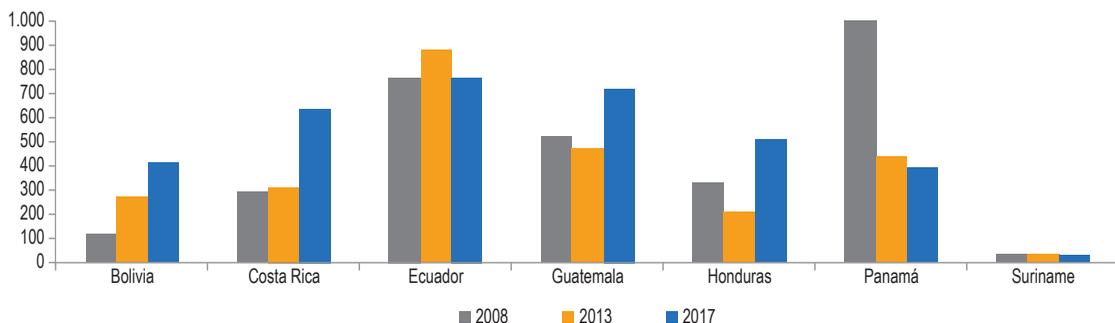
La mayoría de los indicadores de ODS para cada país ha mejorado durante el período 2008–17. Por ejemplo, el ODS 4 (Educación de calidad), medido como tasa neta de inscripción en la escuela secundaria, saltó del 65% al 77% (gráfico 2.5).

Si bien con esta estadística descriptiva no es posible establecer una relación entre la inversión en el sector de las telecomunicaciones y la evolución de los ODS, está claro que ambos han mejorado en los países estudiados.

Inversión en tecnología

El gráfico 2.7 muestra el aumento de la proporción de inversión en telefonía móvil en 2017 en comparación con 2008 en la región de ALC. Por ejemplo,

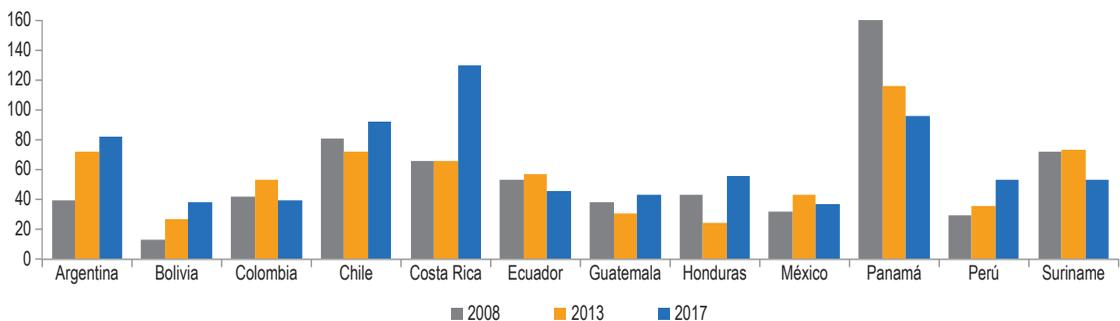
GRÁFICO 2.2. Inversión total anual en telecomunicaciones en 2008–17, países más pequeños de ALC (millones de dólares)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infratam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

Nota: Para efectos de representación, la serie de datos para Panamá se ha truncado. El valor de la inversión en Panamá en 2008 fue de US\$1.007 millones.

GRÁFICO 2.3. Inversión total anual en telecomunicaciones per cápita en la región de ALC (millones de dólares de EE.UU.)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infratam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

Nota: Para efectos de representación, la serie de datos para Panamá se ha truncado. El valor de la inversión en Panamá en 2008 fue de US\$286 millones.

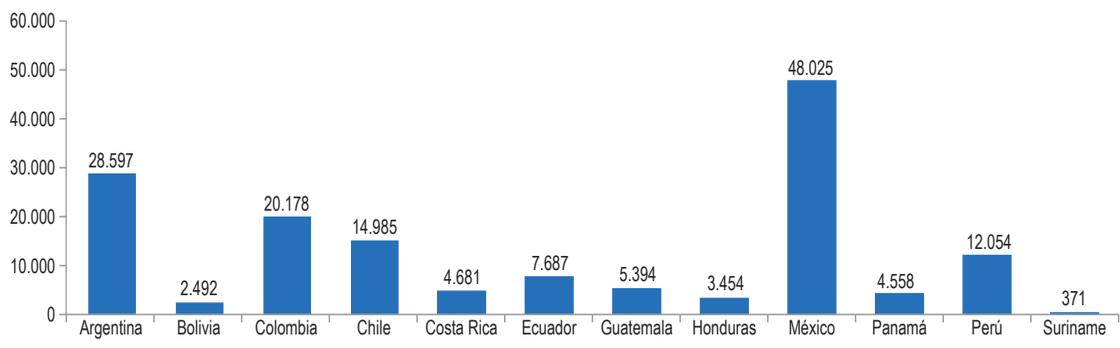
la inversión en tecnología móvil de 2008 representó el 42% de la inversión total, mientras que en 2017 alcanzó el 51%.

Si se analiza la evolución de la inversión móvil por país entre 2008 y 2017, se aprecia que en casi todos los casos aumentó, tanto en términos agregados como per cápita (gráficos 2.8 y 2.9). En particular, Costa Rica, Bolivia, Panamá y Perú han sido los países donde más han crecido las inversiones en telefonía móvil. Solo en México se observa un nivel más bajo de inversión móvil en 2017 en comparación con 2008, con oscilaciones en los años intermedios.

En contraste, en casi la mitad de los países considerados en el estudio la inversión en telecomunicaciones fijas disminuyó entre 2008 y 2017 (gráficos 2.11 y 2.12). En particular, en Colombia, Chile, Guatemala, Panamá y Suriname, las inversiones fijas han bajado durante el período. Si se toman en cuenta las inversiones per cápita, estas también se han reducido en Ecuador y Perú (gráfico 2.13).

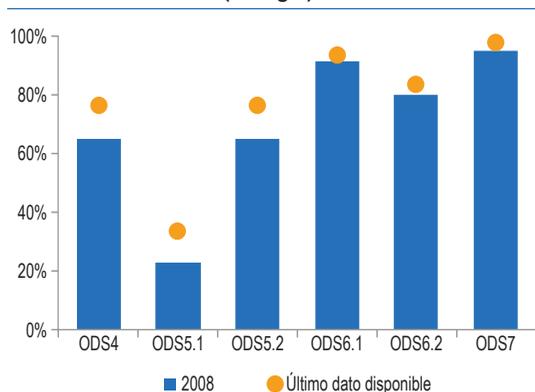
La evolución de la inversión anual en telefonía fija y móvil por país revela que una gran proporción de la inversión, en términos acumulados, se inclina hacia uno de los dos tipos de tecnologías.

GRÁFICO 2.4. Inversión total acumulada entre 2008 y 2017, por país (millones de dólares de EE.UU.)



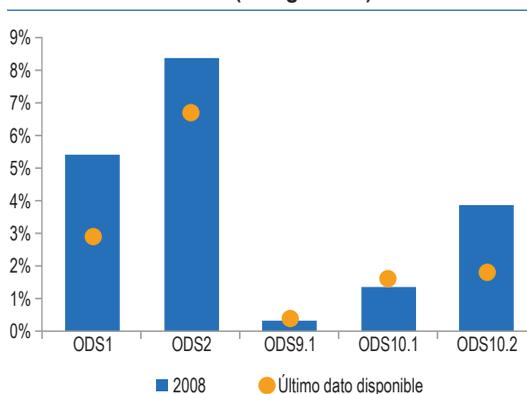
Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infratam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

GRÁFICO 2.5. Evolución de los ODS 4 (Educación de calidad), ODS 5 (Igualdad de género), ODS 6 (Agua y saneamiento), ODS 7 (Energía)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial y CEPAL.

GRÁFICO 2.6. Evolución de los ODS 1 (Pobreza), ODS 2 (Hambre), ODS 9 (Innovación), ODS 10 (Desigualdad)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial y CEPAL.

CUADRO 2.1. Evolución de los ODS 3 (años), ODS 8 (miles de millones de dólares) y ODS 13 (toneladas métricas per cápita)

ODS	2008	Últimos datos disponibles
ODS 3	74,5	75,8
ODS 8	522,5	638,7
ODS 13	3.174	3.159

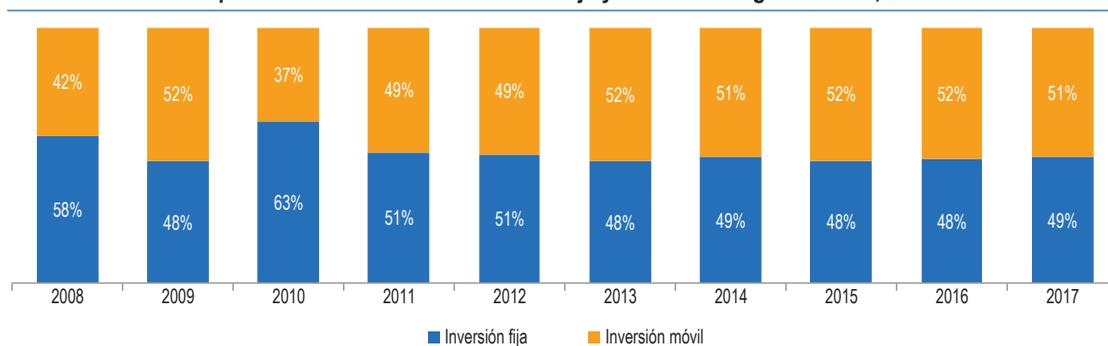
Fuente: Frontier Economics basada en datos del Banco Mundial y CEPAL.
 Notas: Para el ODS 3, la última fecha disponible es 2016, mientras que en el caso del ODS 8 es 2017 y para el ODS 13 2014.

Por ejemplo, Argentina, Costa Rica y México han invertido más en telefonía fija, mientras que Bolivia, Chile y Perú lo han hecho relativamente más en telefonía móvil.

Inversión pública vs. inversión privada

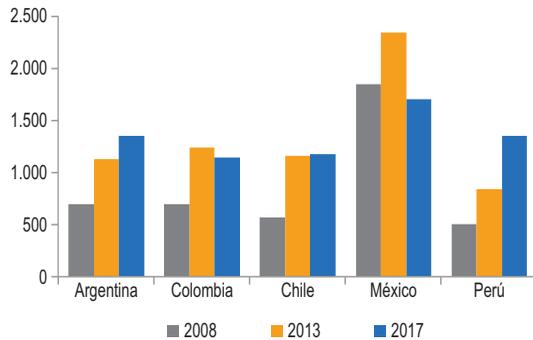
En todos los países estudiados, la proporción relativa de inversión en telecomunicaciones realizada con fondos públicos y privados ronda el 80% y el 20%, respectivamente (gráfico 2.15) (véase el

GRÁFICO 2.7. Participación de la inversión en telefonía fija y móvil en la región de ALC, 2008–17



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralattam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

GRÁFICO 2.8. Inversión anual en telecomunicaciones móviles en los países de mayor tamaño de ALC (millones de dólares de EE.UU.)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralatom, GSMA, UIT y Banco Mundial.

anexo B).¹⁴ En todos los países (excepto Costa Rica), hay mayor proporción de la inversión privada. En cambio, en Costa Rica alrededor del 62% de la inversión proviene de recursos públicos.¹⁵

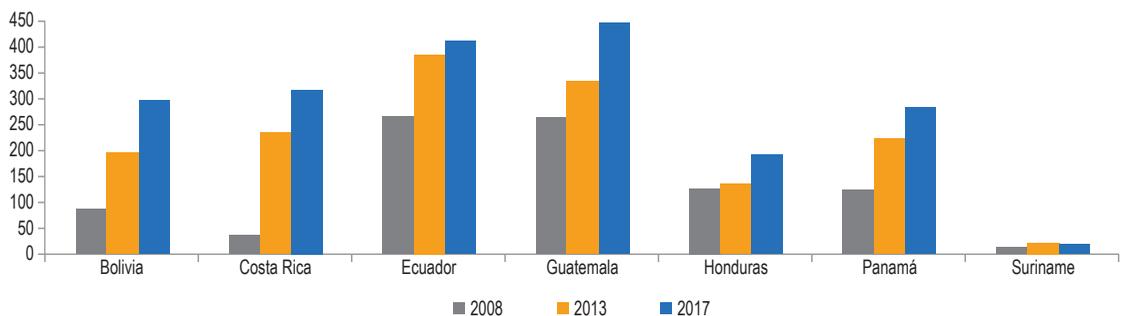
Planes gubernamentales

Aunque la participación pública es solo una fracción de la inversión privada, resulta fundamental para conectar zonas rurales que no están atendidas por

¹⁴ Para la inversión pública y privada total anual, consúltese el anexo B.

¹⁵ Esto se explica por el hecho de que el principal operador de banda ancha e inalámbrica, Kolbi, es una empresa estatal.

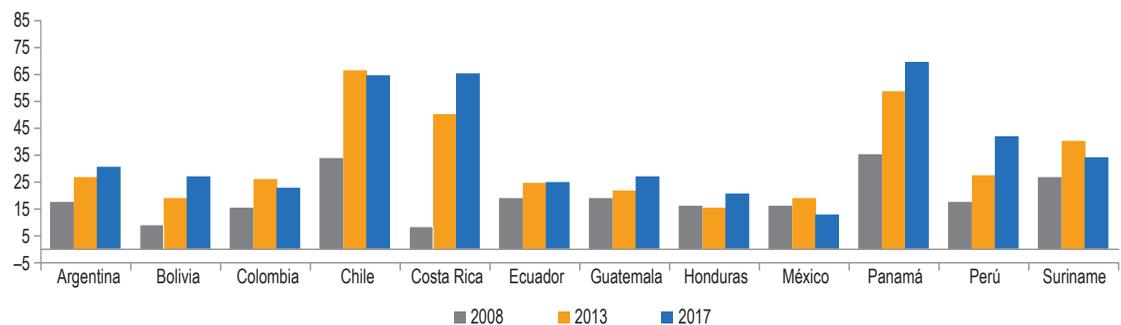
GRÁFICO 2.9. Inversión anual en telecomunicaciones móviles en los países más pequeños de ALC (millones de dólares de EE.UU.)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralatom, GSMA, UIT y Banco Mundial.

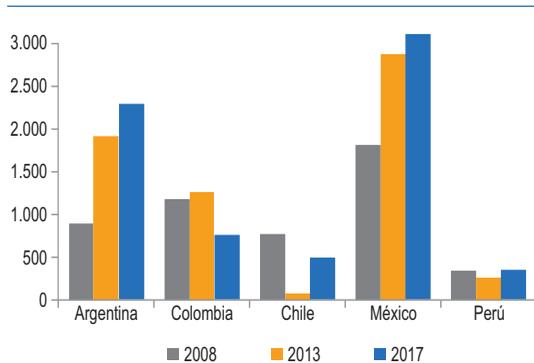
Nota: Para fines de representación, las series de datos de Guatemala se han truncado. El valor de la inversión en Guatemala en 2017 fue de US\$456 millones.

GRÁFICO 2.10. Inversión móvil anual per cápita en telecomunicaciones en la región de ALC (millones de dólares de EE.UU.)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralatom, GSMA, UIT y Banco Mundial.

GRÁFICO 2.11. Inversión anual en telefonía fija en países más grandes de ALC (millones de dólares de EE.UU.)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralattam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

Nota: Para fines de representación, las series de datos para México han sido truncadas. El valor de la inversión en México en 2017 fue de US\$3.104 millones.

el sector privado. Otras áreas en las cuales la inversión pública puede tener un impacto son educación y salud. Este tipo de iniciativas se puede encontrar en casi todos los países de la región de ALC.¹⁶ Un caso específico es el de las redes troncales.

Redes troncales

Las redes troncales promueven la conectividad de banda ancha. Ofrecen conectividad de red troncal mientras que los ISP locales proporcionan acceso de última milla. De hecho, en la actualidad, a los ISP

de América Latina se les demanda mayor capacidad de transmisión, ya que los consumidores utilizan cada vez más el contenido disponible en la web (videos, video llamadas, redes sociales, etc.). Hay algunos ejemplos de estas redes en ALC, pero son todavía demasiado nuevas para poder evaluar su impacto en el logro de los ODS. Solo están plenamente operativas en Colombia y Perú (cuadro 2.2).

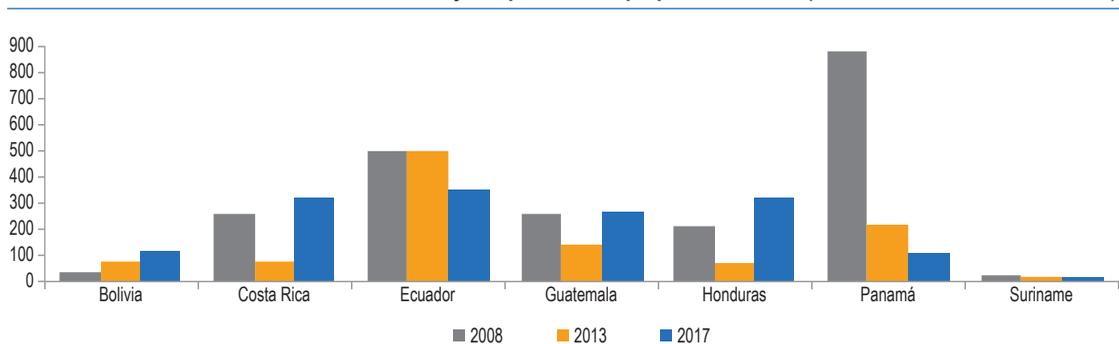
Las redes troncales se desarrollan bajo dos formas de esquemas de financiamiento: fondos públicos (Argentina) o asociaciones público-privadas (APP), en cuyo caso la construcción, el mantenimiento y la operación de la red son responsabilidad de la empresa concesionaria. Otra forma complementaria de financiamiento público consiste en obligar a las entidades públicas a transportar todo su tráfico de Internet a través de estas redes.

Resumen

El cuadro 2.3 detalla la inversión específica en infraestructura de telecomunicaciones para los 12 países de este estudio, desagregada entre telefonía fija y móvil, así como entre pública y privada, según la metodología que se describe en el anexo B. El cuadro 2.4 muestra la inversión per cápita en infraestructura de telecomunicaciones en los 12 países analizados.

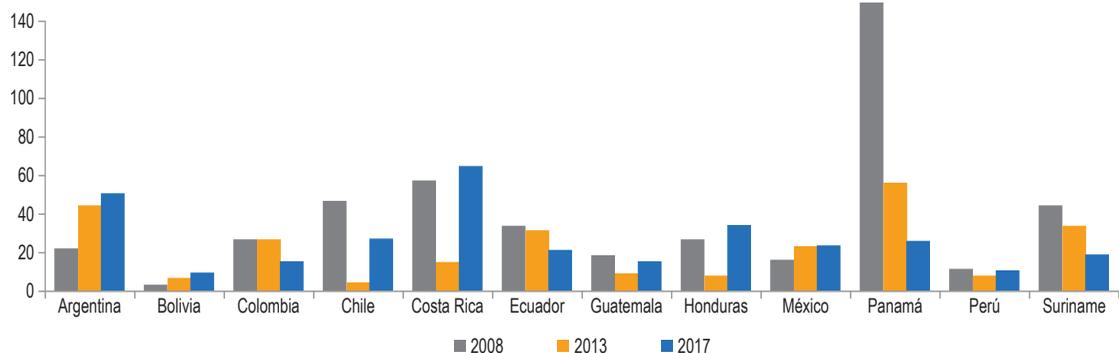
¹⁶ Véase el anexo E para ejemplos particulares de planes gubernamentales.

GRÁFICO 2.12. Inversión anual en telefonía fija en países más pequeños de ALC (millones de dólares de EE.UU.)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralattam, GSMA, UIT y Banco Mundial.

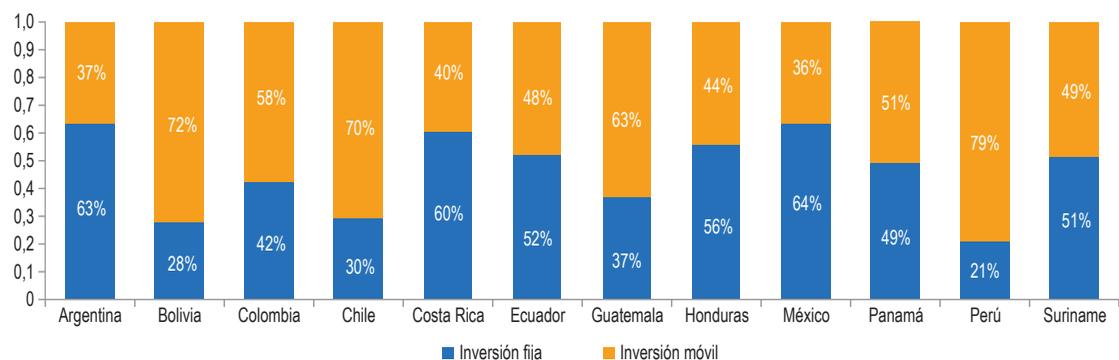
GRÁFICO 2.13. Inversión per cápita anual en telefonía fija en la región de ALC (millones de dólares)



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralata, GSMA, UIT y Banco Mundial.

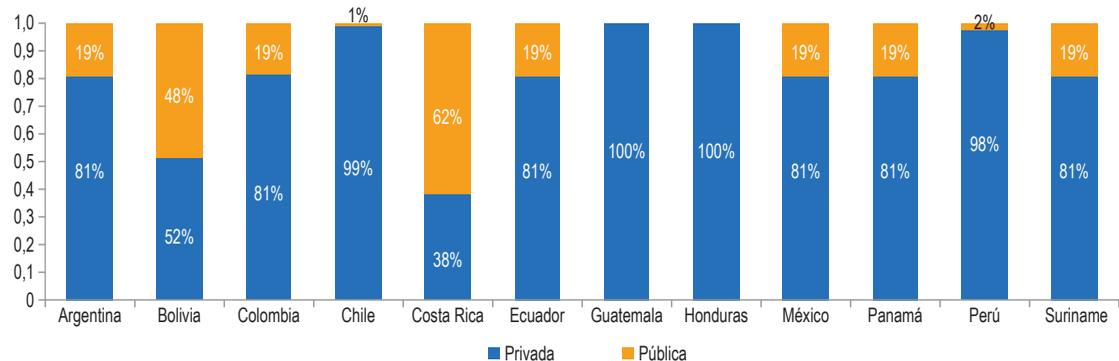
Nota: Para efectos de representación, se ha truncado la serie de datos para Panamá. El valor de la inversión en Panamá en 2008 fue de US\$251 millones.

GRÁFICO 2.14. Proporción de inversión acumulada en telefonía fija y móvil, 2008–17, por país



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralata, GSMA, UIT y Banco Mundial.

GRÁFICO 2.15. Proporción de la inversión pública y privada acumulada, 2008–17, por país



Fuente: Estimaciones de Frontier Economics basadas en datos de Infralata, GSMA, UIT y Banco Mundial.

Nota: Chile, Guatemala, Honduras y Perú tienen un 1%, 0,1%, 0,4% y 2,1% de inversión pública, respectivamente.

CUADRO 2.2. Redes nacionales troncales en América Latina

	Red	Km desplegado	Año de concesión	Período de concesión	Tipo	Servicios de venta al por menor	Inversión (millones de dólares)
Chile (Fibra Óptica Austral)	Transporte (Regional)	3.953 (recientemente licitado)	2017	30 años	APP	No	92
Argentina (Red Federal de Fibra Óptica)	Transporte (Nacional)	33.000 (parcialmente construido y operado)	2015		Propiedad del Estado	No	1.329
Colombia (Proyecto Nacional de Fibra Óptica)	Transporte y acceso (Nacional)	19.000 (en operación)	2011	17,5 años	APP	Sí	630
México (Red Troncal)	Transporte (Nacional)	25.650 (a ser licitado)	2017	30 años	APP	No	200
Perú (Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica)	Transporte (Nacional)	13.400 (en operación)	2013	20 años	APP	No	323

Fuente: OSIPTEL, Informe N° 00045-GPRC/2018 del 05 de febrero de 2018, a excepción de los importes de inversión. APP: asociación público-privada.

CUADRO 2.3. Inversión acumulada en telecomunicaciones en los 12 países del estudio, 2008–17 (millones de dólares de EE.UU.)

País	Inversión				Total
	Fija	Móvil	Pública	Privada	
Argentina	18.092	10.505	5.484	23.113	28.597
Bolivia	688	1.804	1.206	1.286	2.492
Colombia	8.496	11.682	3.778	16.400	20.178
Chile	4.429	10.556	150	14.835	14.985
Costa Rica	2821	1.860	2.879	1.802	4.681
Ecuador	3.983	3.704	1.461	6.226	7.687
Guatemala	1.998	3.397	5	5.389	5.394
Honduras	1.934	1.520	15	3.439	3.454
México	30.618	17.407	9.127	38.897	48.025
Panamá	2.241	2.317	866	3.692	4.558
Perú	2.529	9.525	253	11.801	12.054
Suriname	190	181	71	301	371

Fuente: Frontier Economics, Infralattam, Telegeography, GSMA y UIT.

CUADRO 2.4. Inversión per cápita acumulada en los 12 países estudiados, 2008–17
(millones de dólares de EE.UU.)

País	Inversión				Total
	Fija	Móvil	Pública	Privada	
Argentina	425	247	129	543	671
Bolivia	66	172	115	123	238
Colombia	180	248	80	348	428
Chile	256	605	9	853	861
Costa Rica	604	391	612	384	996
Ecuador	254	237	93	398	491
Guatemala	129	219	0.3	348	348
Honduras	224	177	2	398	400
México	252	143	75	320	395
Panamá	609	605	231	983	1.214
Perú	83	309	8	384	392
Suriname	355	334	131	558	689

Fuente: Frontier Economics, Infratam, Telegeography, GSMA y UIT.

3

Contribución de la infraestructura digital al logro de los ODS

En esta sección se demuestra el impacto de la inversión digital sobre los ODS. Se emplean dos enfoques: econométrico y de estudios de casos, de acuerdo con la información disponible y la naturaleza de los ODS.

El enfoque econométrico adoptado es “macro”. En él, la variable que define en cada caso los ODS se correlaciona con una serie de variables macroeconómicas que incluyen la inversión en infraestructura digital, la inversión en otras utilidades, el desempleo y otras variables nacionales específicas que pueden estar relacionadas con los ODS específicos, como el gasto público en salud como porcentaje del PIB, el gasto público en educación como porcentaje del PIB, el gasto público en protección social, etc. (véase el anexo C para más detalles).

En principio, podría haberse adoptado un enfoque diferente, que recurriera a microdatos (a nivel de los hogares) para medir el impacto de la infraestructura digital en los ODS. Este enfoque usa relaciones microeconómicas para identificar mejor el canal por el cual la infraestructura digital afecta a los ODS en particular. Por ejemplo, la expansión de la infraestructura digital puede llevar a un aumento en la adopción de tecnologías específicas, incluidas aquellas que mejoran la salud (por ejemplo, la telemedicina). Sin embargo, hacer esto para 12 países es inviable debido a la ausencia de una base de

datos de variables relevantes consistentes a nivel micro para todos los países del estudio.

El enfoque macro permite observar que la inversión en infraestructura digital afecta a varios ODS si se considera el efecto de otras variables relevantes. Si bien se ha controlado por muchas de las variables que afectan a los ODS, por las razones explicadas anteriormente, es imposible tener en cuenta el efecto de todas las variables relevantes. No obstante, estas proporcionan evidencia sobre el impacto de la infraestructura digital en los ODS.

Para los ODS que no arrojan suficiente información o un impacto estadístico significativo, se han desarrollado estudios de casos que señalan el posible impacto que podría tener la infraestructura digital sobre algunos ODS.¹⁷

En esta sección se definen el objetivo y el indicador utilizado para medir la evolución de cada uno de los 17 ODS. Luego, se analiza la evolución del indicador en los países estudiados o en toda la región de ALC. Finalmente, se describe el impacto de la infraestructura digital en los ODS que tienen un modelo econométrico, o bien se establece un

¹⁷ En muchos casos, la ausencia de evidencia estadística es obvia, ya que las aplicaciones para influir en los ODS son incipientes.

vínculo cualitativo entre los ODS y las aplicaciones e infraestructura digitales en los estudios de casos.

ODS 1: Fin de la pobreza



Según el Banco Mundial, una persona es considerada pobre si su nivel de ingresos se encuentra por debajo del nivel mínimo necesario para satisfacer las necesidades básicas, como alimentos, ropa y refugio.¹⁸ Este nivel mínimo se suele llamar la línea de pobreza.

Obviamente, lo que es necesario para satisfacer las necesidades básicas varía a lo largo del tiempo y las sociedades. Esto significa que la definición de línea de pobreza también varía. Por lo tanto, la línea de pobreza se puede definir en términos relativos¹⁹ o en términos absolutos²⁰. En particular, en esta sección se aborda esta última. La División de las Naciones Unidas para los Objetivos de Desarrollo Sostenible define la línea internacional de pobreza en términos de US\$1,90 por persona por día utilizando la paridad del poder adquisitivo (PPA) de 2011.²¹



En el período de 2002 a 2017, la proporción de la población mundial por debajo de la línea de pobreza se redujo drásticamente, del 27% al 9% (Naciones Unidas, 2018). De manera similar, en los países de ALC la proporción promedio de personas

por debajo de la línea de pobreza de US\$1,90 por día bajó a un 2,7% en 2016.²² Sin embargo, no todos los países han experimentado la misma evolución. Por ejemplo, en Honduras (el país con el índice de pobreza más alto de la muestra en 2008), la proporción de personas bajo el umbral de pobreza ha disminuido solo un 3% (de un 16,5% a un 16%), mientras que en Bolivia y Colombia, que en 2008 eran los países con el segundo y tercer nivel más alto de tasas de pobreza en la región de ALC, las cifras disminuyeron en un 36% y un 57%, respectivamente. Asimismo, en los últimos años algunos países han sufrido un aumento de la pobreza en comparación con los niveles de 2015. Por ejemplo, este es el caso de Bolivia, Ecuador, Honduras y Panamá (gráfico 3.1).



IMPACT

La inversión en tecnología actúa como una herramienta para reducir el ciclo de la pobreza. Por ejemplo, el acceso a Internet puede

¹⁸ Véase el enlace http://siteresources.worldbank.org/PGLP/Resources/povertymanual_ch3.pdf.

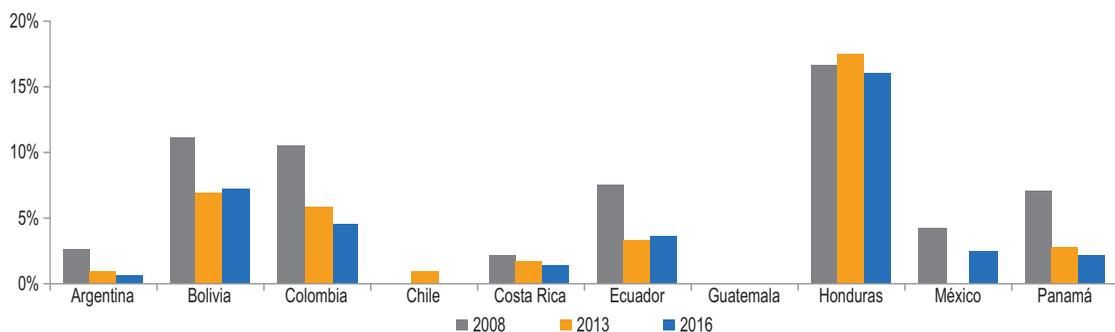
¹⁹ La pobreza relativa se define en relación con el estatus económico de otros miembros de la sociedad. Las personas son pobres no solo si no pueden satisfacer sus necesidades básicas, sino también si se encuentran por debajo de los estándares de vida prevalentes en un contexto social determinado.

²⁰ Véase la página web <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/poverty/>.

²¹ Visítese el sitio <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/goal-01/>.

²² Promedio calculado para los 12 países de ALC objeto de este estudio basado en datos del Banco Mundial.

GRÁFICO 3.1. Razón del recuento de la pobreza a US\$1,90 por día, PPA de 2011 (porcentaje de la población)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

proporcionar recursos educativos en línea gratuitos y portales de trabajo que reducen los costos normalmente asociados a la búsqueda de empleo (GSMA, 2017). Asimismo, puede proporcionar herramientas digitales relacionadas con servicios financieros (por ejemplo, dinero móvil o comparaciones de precios). También reduce los costos de transacción y las asimetrías de información, brindando nuevas oportunidades (acceso a información laboral o recursos educativos²³), así como acceso a precios más bajos con menores costos de búsqueda.

Este estudio aporta evidencia de que un aumento de la inversión en infraestructura digital reduce la pobreza. En particular, se observa que un incremento del 1% de la inversión en telefonía móvil reduce el porcentaje de la población que vive por debajo de la línea de pobreza en 0,0135 puntos porcentuales, *ceteris paribus*. Un aumento del 1% de la inversión en infraestructura fija también conduce a una reducción (aunque en menor grado) del índice de pobreza en un 0,0045%, *ceteris paribus*. Finalmente, el análisis indica que un aumento general del 1% de la inversión total en telecomunicaciones se asocia con una reducción de la pobreza del 0,0132%. En términos relativos, una suba marginal de la inversión en telefonía móvil tendría tanto impacto en la disminución de la proporción de la población que vive por debajo del umbral de pobreza en la región de ALC, como un aumento marginal del gasto en servicios públicos.

ODS 2: Hambre cero



El rápido crecimiento económico y el aumento de la productividad agrícola en los países en desarrollo durante las últimas dos décadas han hecho que la cantidad de personas malnutridas disminuyera casi a la mitad.²⁴ Mientras que en el año 2000, el 15% de la población estaba desnutrida, en 2015 este porcentaje había caído al 10,6%.²⁵ Sin embargo, los conflictos y los desastres naturales volvieron a incrementar esta tasa al 11% en 2016 (Naciones Unidas, 2018).



En ALC todos los países han logrado avances significativos en la erradicación del hambre extrema. Entre 2008 y 2015 el porcentaje de la población desnutrida (es decir, el porcentaje de la población cuya ingesta de alimentos era insuficiente para satisfacer las necesidades de energía alimentaria) disminuyó en promedio un 20% en la región. Algunos países en particular lograron un progreso sustancial: Panamá y Perú bajaron estas cifras en un 44%, mientras que en Bolivia y Colombia la mejora fue del 28% y 25%, respectivamente. Costa Rica fue el único país donde la proporción de la población desnutrida aumentó con respecto a 2008: del 10% al 5,6%.



IMPACT

Las inversiones en aplicaciones digitales e infraestructura pueden ayudar a garantizar mejores condiciones para la sostenibilidad agrícola (UIT, 2017a) y la seguridad alimentaria. Por ejemplo, la tecnología IoT²⁶ puede monitorear las condiciones ambientales y del suelo, lo que reduce los posibles daños a los cultivos y mejora la productividad agrícola mediante el uso de grandes cantidades de datos (*big data*). También permite que los agricultores accedan a información y conocimientos capaces de optimizar la productividad y el rendimiento de sus cultivos, como los tratamientos agrícolas y el

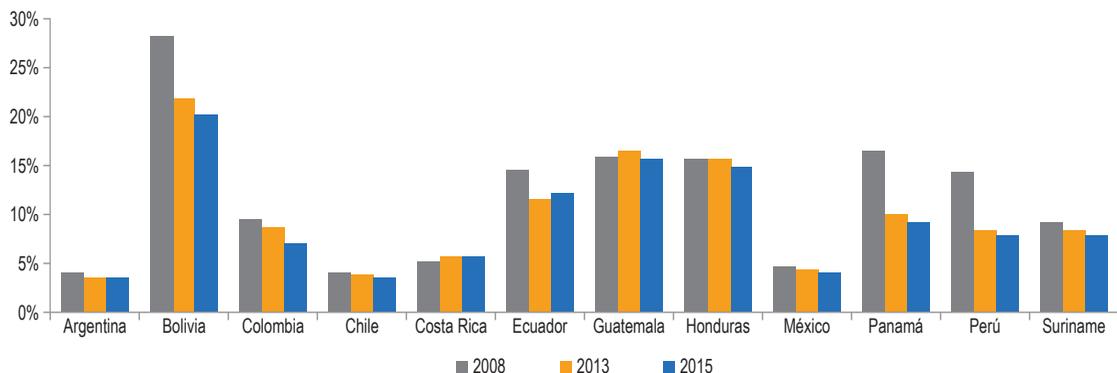
²³ Iniciativas como “Instant Schools for Africa” de Vodafone ayudan a las personas a salir de la pobreza al proporcionar a millones de jóvenes en Sudáfrica, República Democrática del Congo (RDC), Ghana, Kenia, Lesoto, Mozambique y Tanzania acceso gratuito a materiales de aprendizaje en línea. Vodafone y Arthur D. Little (2016): Educación conectada.

²⁴ Véase <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>.

²⁵ Visítase el sitio <http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/>.

²⁶ El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) vislumbra la interconexión de objetos físicos a través de sensores integrados que pueden hacer más eficientes las operaciones, incrementar la productividad y potenciar los resultados. Concibe un mundo de coches autopropulsados, viviendas inteligentes, ciudades inteligentes y algunas otras iniciativas quizá menos fantasiosas pero también importantes como el seguimiento de flotas, el control de la temperatura y la agricultura inteligente.

GRÁFICO 3.2. Prevalencia de la desnutrición (porcentaje de la población)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

pronóstico del tiempo. Los beneficios que los agricultores obtienen de la aplicación de IoT en la agricultura son dobles. Primero, estos sistemas los ayudan a reducir costos de producción y residuos mediante un mejor uso de los insumos. Además, la tecnología IoT puede aumentar los rendimientos al facilitar la toma de decisiones con datos más precisos.²⁷

Sin embargo, en las regiones menos desarrolladas los desafíos relacionados con la utilización de la IoT en la agricultura persisten. Primero, las zonas remotas tienden a carecer de infraestructura de red de comunicación. Además, los agricultores deben recibir los incentivos adecuados para comprar sistemas IoT, cuyos costos de instalación iniciales pueden ser relativamente altos.

Este estudio arroja evidencia de que la inversión en el sector de infraestructura digital reduce la malnutrición de forma significativa. En particular, un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones se asocia con una reducción en el porcentaje de personas malnutridas de 0,011 puntos porcentuales, mientras que un incremento del 1% en la inversión móvil se asocia con una disminución en la misma variable de 0,014 puntos porcentuales, *ceteris paribus*. En términos relativos, un aumento marginal de la inversión en telefonía móvil tendría un impacto muy similar al de un incremento marginal de la inversión en

servicios públicos en la proporción de personas malnutridas.

ODS 3: Salud y bienestar



La mortalidad infantil se ha reducido significativamente en los últimos años, gracias a la mejora de la salud materna y a los avances en la lucha contra el SIDA, la malaria y otras enfermedades.²⁸

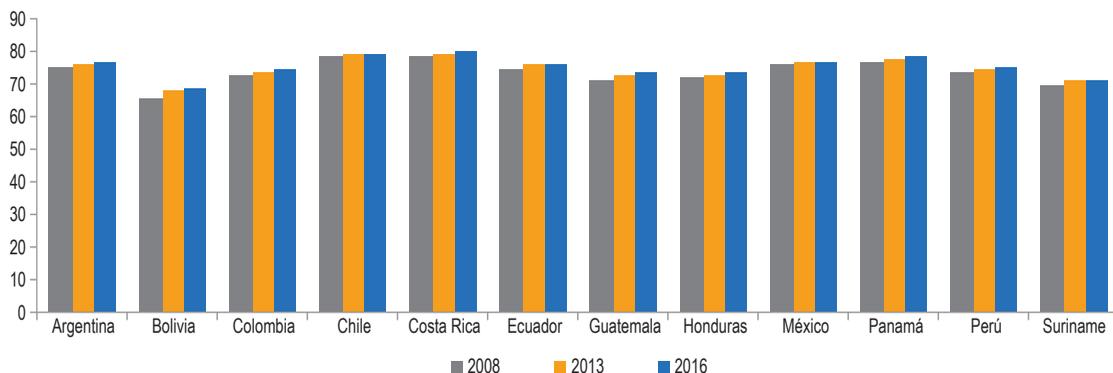
A principios del siglo XIX, la esperanza de vida comenzó a aumentar en los países industrializados, pero se mantenía baja en el resto del mundo.²⁹ Esto dio lugar a una significativa disparidad en la calidad sanitaria a nivel mundial: buena salud en los países más ricos y persistente mala salud en los más pobres. En las últimas décadas ha habido rápidas mejoras en los resultados de salud. Desde 1990 las muertes infantiles prevenibles han disminuido más de un 50% en todo el mundo. La mortalidad materna también se redujo en un 45% a nivel

²⁷ Véase la página <https://blogs.worldbank.org/ic4d/agriculture-20-how-internet-things-can-revolutionize-farming-sector>.

²⁸ Visítase el sitio <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-3-good-health-and-well-being.html>.

²⁹ Más información en <https://ourworldindata.org/life-expectancy>.

GRÁFICO 3.3. Esperanza de vida al nacer, total (años)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

global. Las nuevas infecciones por SIDA bajaron en un 30% entre 2000 y 2013, y más de 6,2 millones de vidas se salvaron de la malaria. Desde 1900, la esperanza de vida promedio mundial se ha más que duplicado y ahora se acerca a los 70 años.



En América Latina la esperanza de vida ha aumentado gracias a la mejora de las condiciones sanitarias y económicas. Entre 2008 y 2016 la esperanza de vida al nacer creció en promedio un 2%.

En Bolivia y Guatemala lo hizo en un 6% y un 4%, respectivamente (gráfico 3.3).



Las inversiones e innovaciones en IoT han introducido nuevos sistemas de comunicación que integran la salud en aquellas actividades para las que se precisa una conectividad constante. La OCDE (2010) destaca que las innovaciones en la atención sanitaria han brindado a los médicos nuevos recursos para mejorar la salud de sus pacientes. El monitoreo del paciente en tiempo real puede proporcionar a los médicos datos sobre la situación de salud de los pacientes, lo que reduce costos, ahorra tiempo y facilita la mejora de los diagnósticos.

El uso de la tecnología IoT para monitorear y administrar la salud humana y el estado físico se están expandiendo rápidamente. Se estima

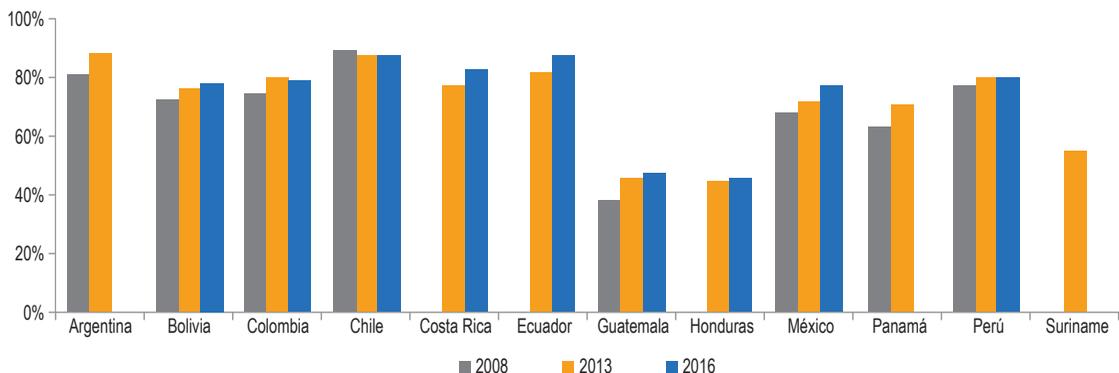
que hoy en día 130 millones de consumidores de todo el mundo usan rastreadores de ejercicios físicos (McKinsey, 2015). Las soluciones de salud de IoT también se han adoptado con éxito en la región de ALC, especialmente en Chile, Colombia y Brasil (ICT Intelligence Service Americas, 2018). En República Dominicana, uno de los países latinoamericanos con la tasa más alta de muertes maternas y neonatales, los sensores de IoT, que controlan hasta 20 parámetros biométricos, se utilizan para detectar el trastorno de preclamsia y, por lo tanto, para reducir la tasa de mortalidad infantil.³⁰ En México, las aplicaciones de IoT se han utilizado en un área tan importante como la rehabilitación física.³¹ Además, las conexiones a Internet pueden brindar atención médica en línea en las zonas rurales más inaccesibles (OCDE, 2010). Por otra parte, el acceso a la información mejora la prevención, ya que se puede proporcionar educación sobre higiene, lo que reduce la probabilidad de contraer enfermedades infecciosas.

El estudio aporta evidencia de que la inversión tanto en telefonía móvil como fija tiene un impacto positivo y significativo en la esperanza

³⁰ Véase <http://www.libelium.com>.

³¹ Véase <http://www.libelium.com/mysignals-brings-physical-rehabilitation-to-people-with-disabilities-in-mexico-partnering-with-kinnov/>.

GRÁFICO 3.4. Matriculación neta de niñas en secundaria (porcentaje)



Fuente: Frontier Economics basado en datos de CEPAL.

de vida dentro de los países. En particular, un aumento del 1% de la inversión móvil incrementa la esperanza de vida en un 0,0145%, mientras que una suba del 1% de la inversión fija aumenta la esperanza de vida en un 0,0022%, *ceteris paribus*. Finalmente, un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones eleva la esperanza de vida en un 0,0095% (*ceteris paribus*). En términos relativos, una suba marginal de la inversión en telefonía móvil tendría un impacto muy similar en la esperanza de vida que un aumento marginal de la inversión en servicios públicos.

ODS 4: Educación de calidad



La contribución que la educación hace a los objetivos de desarrollo puede ser vista desde diferentes ángulos. Un primer acercamiento conceptualiza la educación como capital humano.³² La educación

es una inversión que crea habilidades y ayuda a adquirir conocimientos que permiten a los trabajadores ser más productivos y, por lo tanto, poder ganar un salario más alto.³³ El enfoque de capacidades humanas desarrollado por el economista Amartya Sen (Walker, 2005) va más allá del enfoque del capital humano al vincular el desarrollo, la calidad de vida y la libertad a la educación. De

hecho, Naciones Unidas afirma específicamente en relación con el ODS 4 que “obtener una educación de calidad es la base para mejorar la vida de las personas y para el desarrollo sostenible”.³⁴



En general, se ha logrado un gran progreso en el acceso a la educación en todos los niveles y en las tasas de inscripción en las escuelas. En ALC la tasa neta de matriculación de niñas en secundaria

aumentó en promedio un 18%³⁵ entre 2008 y 2016. Guatemala y Suriname³⁶ experimentaron un crecimiento del 24% y el 27%, respectivamente (gráfico 3.4).



Existe una relación positiva entre las aplicaciones e infraestructuras digitales y la educación de calidad (UIT, 2017b). El acceso a la conectividad y la tecnología

³² De acuerdo con las teorías de los economistas de la década de 1960 Gary Becker y Theodore Schultz.

³³ Véase el enlace <https://www.econlib.org/library/Enc/HumanCapital.html>.

³⁴ Visítese la página <https://www.un.org/sustainabledevelopment/education/>.

³⁵ Es el promedio ponderado del indicador y la población para todos los países del estudio, salvo Suriname, donde no hay datos disponibles para 2008.

³⁶ En el caso de Suriname, la tasa de aumento interanual se ha calculado utilizando los datos de 2009 a 2015.

desempeña un papel vital para permitir nuevas oportunidades educativas. Los servicios de comunicación móvil ya están generando oportunidades para grupos desfavorecidos de la población, que tienen bajos ingresos o estatus, especialmente en mercados emergentes. En particular, el acceso a plataformas educativas en línea reduce una de las barreras más grandes para el logro de una educación de calidad universal: la falta de acceso a materiales educativos (Vodafone y Arthur D. Little, 2016). Además de las Escuelas Instantáneas para África descritas anteriormente, Vodafone también cuenta con escuelas electrónicas en Sudáfrica para proporcionar a los alumnos de 5 a 18 años de edad acceso a educación gratuita de calidad en cualquier momento y desde cualquier lugar a través de un teléfono inteligente, una tableta o una computadora.

La cobertura de telefonía fija y móvil es crucial para la educación. Las inversiones digitales en cobertura de red en zonas rurales permiten que los estudiantes locales tengan acceso a la información disponible en Internet, asistan a cursos en línea y se conecten con otros estudiantes en la misma zona. Dichas inversiones proporcionan acceso asequible a los servicios de aprendizaje en línea y permiten el acceso a escuelas primarias y secundarias en zonas rurales (GSMA, 2017).

Además, las escuelas que invierten más en infraestructura digital pueden lograr una educación de mejor calidad utilizando nuevas actualizaciones de *software* o mediante contenido multimedia. La infraestructura digital contribuye así al aumento de la disponibilidad de contenidos de alfabetización digital para la escuela primaria y secundaria, y mejora la calidad de este contenido (es decir, proporciona material de enseñanza más actualizado) (GSMA, 2017).

Hay evidencia de que la inversión en el sector de las telecomunicaciones móviles tiene un impacto positivo y significativo en la tasa neta de matrícula secundaria. En particular, un aumento del 1% en la inversión móvil incrementa la tasa neta de inscripción secundaria en 0,031 puntos porcentuales, *ceteris paribus*.

ODS 5: Igualdad de género



La desigualdad de género priva a las mujeres y las niñas de derechos y oportunidades básicas. Más aún, según las Naciones Unidas, la igualdad de género no es solamente un derecho humano

fundamental, es un pilar esencial para un mundo pacífico, próspero y sostenible, ya que proporcionar a las mujeres y las niñas un acceso equitativo a la educación, a la atención médica, al trabajo decente y a la representación en los procesos de toma de decisiones políticas y económicas impulsará la sostenibilidad y beneficiará a las economías.³⁷

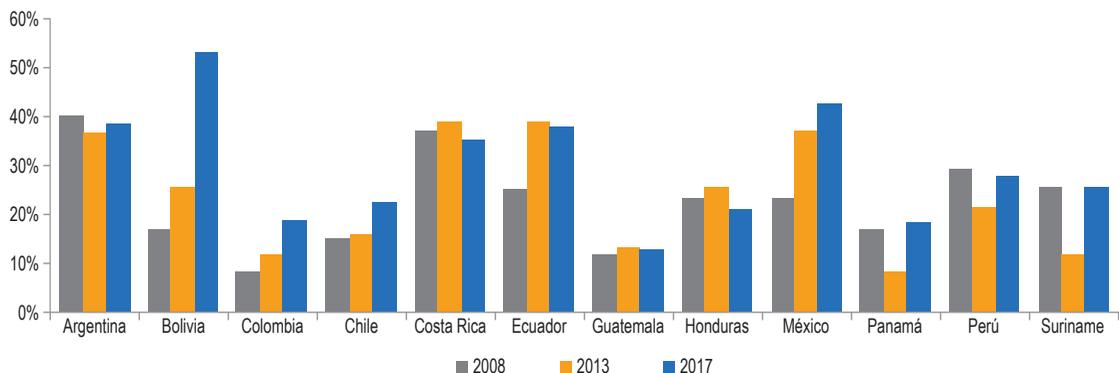
La igualdad de género es un objetivo amplio. Las múltiples dimensiones de la discriminación no pueden medirse con un solo indicador. Las mujeres continúan sufriendo discriminación en términos de violencia física, del trabajo doméstico y las tareas de cuidado no remunerados, y por la falta de representación en altos cargos públicos. Algunas de estas dimensiones han mejorado. Por ejemplo, la proporción de mujeres en el parlamento aumentó de un 13% en el año 2000 a alrededor de un 23% en 2017 (Naciones Unidas, 2018). Sin embargo, todavía hay aspectos en los que se debe progresar. Por ejemplo, según la División de las Naciones Unidas para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en 2017³⁸ aproximadamente el 21% de las mujeres de entre 20 y 24 años estaban casadas o en una unión informal previa a los 18 años.

En este estudio se ha procurado capturar múltiples dimensiones de la discriminación. Se incluyen como indicadores la proporción de mujeres en el parlamento y la inscripción neta de niñas en la escuela secundaria. La educación es un medio fundamental a través del cual las mujeres pueden alcanzar la igualdad de oportunidades.

³⁷ Visítase la página <https://www.un.org/sustainabledevelopment/gender-equality/>.

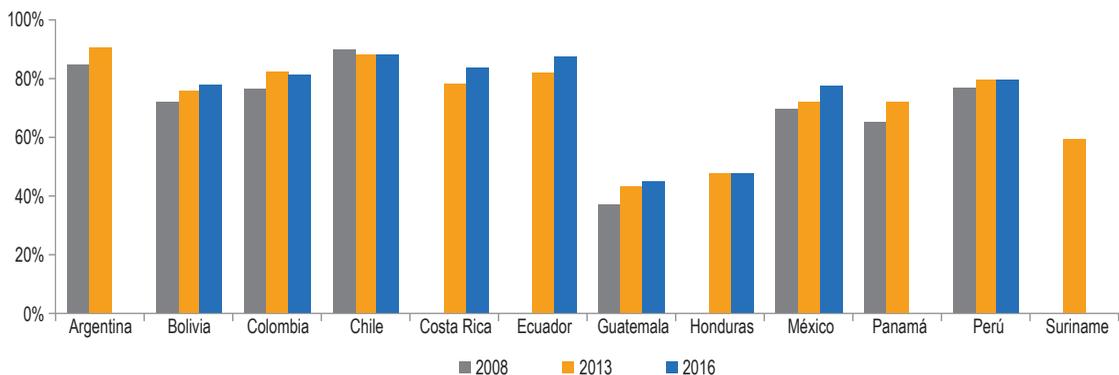
³⁸ Véase el enlace <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg5>.

GRÁFICO 3.5. Porcentaje de mujeres en los parlamentos



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

GRÁFICO 3.6. Matriculación neta de niñas en secundaria (porcentaje)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del CEPAL.

Les permite encontrar empleos satisfactorios que les otorguen independencia económica. La educación también cambia las normas y valores sociales y culturales, lo que ayuda a liberar a las mujeres de los roles tradicionales.



Si bien no ha ocurrido en todos los países, en líneas generales, el porcentaje de mujeres en los parlamentos ha aumentado notablemente en la región de ALC entre 2008 y 2017 (en promedio, un 47%).³⁹ En Bolivia, Colombia y México se ha elevado hasta en un 214%, 122% y 84%,

respectivamente. Esto implica un cambio significativo en las normas culturales y en cuanto al papel de las mujeres en la sociedad (gráfico 3.5).

Al mismo tiempo, el porcentaje neto de niñas matriculadas en la escuela secundaria en 2016 creció un 17% en la región de ALC, partiendo del año 2008. En particular, Guatemala y México son los países con la mejora más notoria, con un aumento del 24% y el 12%, respectivamente (gráfico 3.6).

³⁹ Promedio ponderado del indicador y la población de todos los países incluidos en el estudio.



IMPACT

El acceso a información sobre el papel de las mujeres en zonas urbanas o en sociedades donde las mujeres tienen roles más importantes, puede promover la igualdad de género y ser una herramienta de empoderamiento.⁴⁰ Se ha observado que el acceso a la televisión por cable ayuda a moldear las actitudes en relación con los roles de género y a cambiar la percepción que la sociedad tiene del papel femenino. La introducción de la televisión por cable se ha asociado a mejoras del estatus de las mujeres en India, ya que se han podido apreciar un aumento de su autonomía, una menor aceptación de la violencia física, una reducción de la preferencia por los hijos varones, incrementos de la matrícula escolar y menores tasas de fertilidad (Jensen y Oster, 2007). También se ha encontrado un efecto positivo de la televisión por cable sobre la igualdad de género en Brasil. La exposición a telenovelas proporciona a las mujeres modelos alternativos sobre qué papel podrían desempeñar en la sociedad tanto en el lugar de trabajo como en las relaciones (Kottak, 1990; La Pastina, 2004; Pace, 1993). En resumen, la televisión puede cambiar el marco de las interacciones sociales, aumentar el conocimiento general del mundo y transformar las percepciones de las personas sobre el papel de las mujeres.

En el primer indicador se halla evidencia de que la inversión en el sector de telecomunicaciones fijas tiene un impacto positivo y significativo en la proporción de escaños ocupados por mujeres en los parlamentos nacionales. Esto es consistente con la evidencia sobre el impacto de la televisión por cable ya referido. En particular, el análisis determina que un aumento del 1% en la inversión en telefonía fija incrementa la proporción de escaños ocupados por mujeres en los parlamentos nacionales en 0,0221 puntos porcentuales. La inversión total en telecomunicaciones también tiene un impacto significativo: una suba del 1% de la inversión total en telecomunicaciones aumenta la presencia de las mujeres en el parlamento por 0,0642 puntos porcentuales (*ceteris paribus*).

Con respecto a la dimensión de la educación, hay evidencia de que la inversión en el sector de las telecomunicaciones móviles tiene un impacto positivo y significativo en el logro del ODS 5. Un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil aumenta el porcentaje de niñas en la escuela secundaria en 0,0294 puntos porcentuales.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento



El agua limpia y el saneamiento adecuado son indispensables para lograr ecosistemas saludables, reducir la pobreza y lograr un crecimiento inclusivo, bienestar social y medios de vida sostenibles.⁴¹ La escasez y poca calidad del agua, así como el saneamiento inadecuado, tienen un impacto negativo en la seguridad alimentaria, empeoran el hambre y la desnutrición y reducen las oportunidades educativas para las familias pobres de todo el mundo. La falta de agua potable y las instalaciones de saneamiento apropiadas hacen que cada año millones de personas, la mayoría de ellas niños y niñas, mueran por enfermedades asociadas con el suministro inadecuado de agua, el saneamiento y la higiene.

En ALC, entre 2008 y 2015, la proporción de la población con acceso a fuentes mejoradas de suministro de agua (como las define CEPAL) aumentó en promedio un 3%. Bolivia y Honduras experimentaron el mayor crecimiento, con un 5% cada uno (gráfico 3.7).

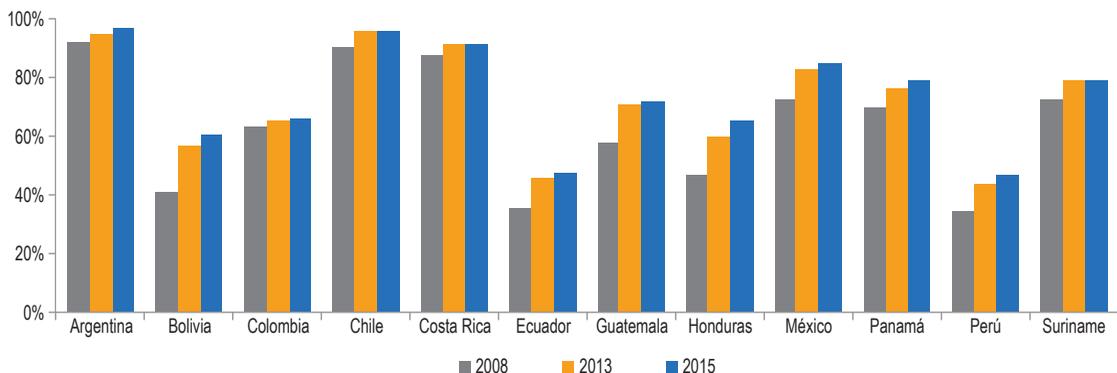


Del mismo modo, entre 2008 y 2015, la proporción de la población de ALC con instalaciones mejoradas de saneamiento aumentó en promedio un 5%. Bolivia y Honduras experimentaron el mayor crecimiento, con un 12% y un 11%, respectivamente (gráfico 3.8).

⁴⁰ Véase <http://www.unwomen.org/en/news/stories/2017/7/reshaping-the-future-icts-and-the-sdgs>.

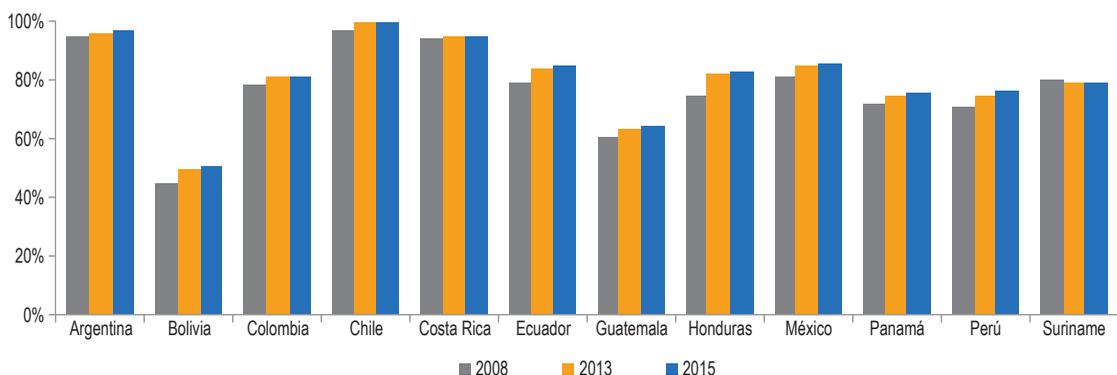
⁴¹ Véase <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>.

GRÁFICO 3.7. Proporción de la población con acceso a fuentes mejoradas de suministro de agua



Fuente: Frontier Economics basado en datos de CEPAL.

GRÁFICO 3.8. Proporción de la población con instalaciones mejoradas de saneamiento



Fuente: Frontier Economics basado en datos de CEPAL.

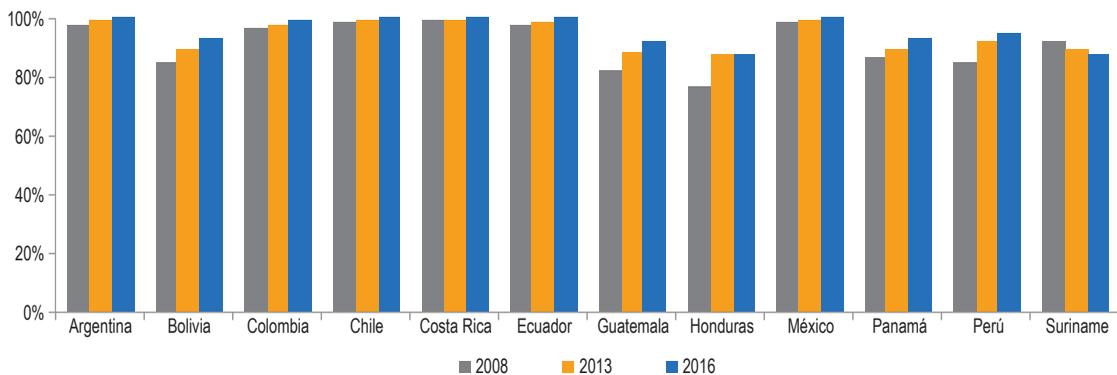


Las aplicaciones e infraestructura digitales pueden proporcionar herramientas valiosas para administrar y monitorear de manera eficiente el consumo de agua tanto en el hogar como en entornos agrícolas, especialmente a través del IoT (UIT, 2018). En contextos de infraestructura obsoleta o insuficiente, con las consecuentes roturas o pérdidas, la infraestructura inteligente del agua puede mejorar los planes de saneamiento o suministro de agua, los servicios de detección de fugas, la optimización del rendimiento de la red y la gestión del

sistema de información geográfica (SIG). Por ejemplo, un proyecto de agua inteligente (iWesla), desarrollado en España, ha permitido ahorrar hasta un 50% en el consumo de agua (y los costos relacionados) gracias a la detección de consumo anormal.⁴² Los sensores localizan la utilización excesiva y advierten al usuario mediante alarmas. Además, la detección temprana puede llevar a reducir los daños potenciales causados por filtraciones o fugas.

⁴² Véase <http://www.libelium.com/saving-water-with-smart-management-and-efficient-systems-in-spain/>.

GRÁFICO 3.9. Acceso a la electricidad (porcentaje de la población)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

En los países de América Latina, la aplicación del IoT para el uso eficiente del agua se encuentra todavía en una fase temprana. En Chile, Telefónica, Huawei y Kampstrump iniciaron un proyecto con la principal compañía de suministro de agua para lograr una mayor eficiencia en el consumo de agua, mediante la aplicación de la tecnología NarrowBand IoT. Esta tecnología contribuye a ahorrar agua mediante la medición de la demanda residencial de agua a diario, evitando fugas, y gracias a la información actualizada sobre el suministro de agua que llega a los clientes finales.⁴³ En Colombia, en el municipio de Olaya, Antioquia, la tecnología del IoT se está aplicando al sistema de potabilización. Así, ayuda a controlar los parámetros del agua, garantizando que los consumidores tengan acceso a agua potable durante todo el día y evitando las fugas.⁴⁴ De todas formas, hay un largo camino para desarrollar la capacidad digital necesaria para lograr un uso más eficiente del agua en los países de América Latina.

ODS 7: Energía asequible y no contaminante



La energía es fundamental para la mayoría de las actividades en el mundo de hoy. Por eso, es crucial aumentar la eficiencia energética

e incrementar el uso de energías renovables como la solar, la eólica y la térmica.⁴⁵ La expansión de la infraestructura y la mejora de la tecnología para proporcionar energía limpia en todos los países en desarrollo constituyen un objetivo clave que puede contribuir a la creación de empleo. También puede ayudar al medio ambiente mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y evitando la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales.⁴⁶



Entre 1990 y 2010, el número de personas con acceso a la electricidad ha aumentado en 1.700 millones. En América Latina, el porcentaje de la población con dicho acceso se elevó en promedio un 5% entre 2008 y 2016. Este incremento fue mayor en Honduras, Guatemala y Perú: respectivamente, un 15%, un 12,2% y un 12% (gráfico 3.9).

⁴³ Visítase la página <https://www.networkworld.es/colaboracion/primer-proyecto-con-tecnologia-narrowband-iot-en-latinoamerica>.

⁴⁴ Para mayor información, <https://telemetrik.co/project/primer-acueducto-regional-tecnologia-iot-colombia/>.

⁴⁵ Véase el sitio <https://www.un.org/sustainabledevelopment/energy/>.

⁴⁶ Consúltase <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>.



IMPACT

Las aplicaciones e inversiones digitales pueden suplir la falta de energía limpia suficiente mediante la disminución de la intensidad energética de los sectores. Por

ejemplo, las redes y la logística inteligentes pueden promover la eficiencia energética al reducir el consumo y el transporte de energía (Youngman, 2012). En particular, los contadores inteligentes, que registran el consumo de energía eléctrica, tienen como objetivo proporcionar a los hogares una herramienta fácil para optimizar el conocimiento de su comportamiento energético, al permitir una mejor gestión a través de la visualización del consumo, especialmente en el caso de los hogares de bajos ingresos (Podgornik et al., 2013). Un sistema efectivo de medición y monitoreo puede generar un ahorro de energía inmediato del 10% en el corto plazo y del 30% a largo plazo.⁴⁷ Hay trabajos de investigación que sugieren que las aplicaciones de IoT podrían aumentar este impacto: las lavadoras y secadoras conectadas (que funcionan con medidores inteligentes instalados por empresas de servicios públicos) podrían obtener información sobre los precios de la energía para retrasar los ciclos durante los períodos de mayor consumo. La tecnología IoT también podría contribuir a recopilar información útil para las empresas generadoras, lo que podría ayudarlas a reducir costos y lograr una mayor eficiencia energética (McKinsey, 2015).

América Latina ha comenzado a digitalizar la energía. Un ejemplo interesante es la empresa hidroeléctrica Enel Green Power, que utiliza tecnología IoT en Chile. Con los sensores climáticos inalámbricos, está recolectando cantidades significativas de datos (incluso en áreas remotas a las que es difícil acceder), lo que reduce los costos y aumenta la eficiencia energética.⁴⁸ En México, Siemens ha introducido los primeros sistemas de digitalización que le permiten optimizar el uso de la electricidad, al tiempo que reducen las emisiones de gases contaminantes.⁴⁹ Con respecto a los medidores de electricidad inteligentes, que ayudan a los hogares a controlar y reducir el uso de energía, Colombia y Chile están liderando las tasas

de adopción en la región.⁵⁰ Todos estos proyectos evidencian un progreso en el ahorro de energía y en la reducción de la contaminación al generarse la energía, gracias al desarrollo de capacidades digitales en América Latina.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico



En general, los ODS promueven un crecimiento económico sostenido, mayores niveles de productividad e innovación tecnológica. Fomentar el crecimiento económico es clave para erradicar la

pobreza, el hambre y reducir las desigualdades.



Antes de la crisis financiera de 2008-09, en los países menos desarrollados la tasa de crecimiento del ingreso per cápita se había acelerado pasando del 3,5% en 2000-04 al 4,6% en

2005-09. Sin embargo, después de la crisis mencionada, el crecimiento promedio anual del PIB en los países menos desarrollados se desaceleró pasando del 7,1% en 2005-09 al 4,9% en 2010-15. América Latina siguió una tendencia similar, aunque en menor grado. Mientras que entre 2000 y 2010, la región tuvo una tasa de crecimiento promedio del 4%, entre 2010 y 2017 dicha tasa se desaceleró y pasó al 3,5%. Sin embargo, cabe destacar que entre 2008 y 2017, el PIB total de ALC aumentó un 25%, escenario en el cual Perú y Bolivia mostraron las tasas más altas de crecimiento (72% y 53%, respectivamente) (gráficos 3.10 y 3.11).

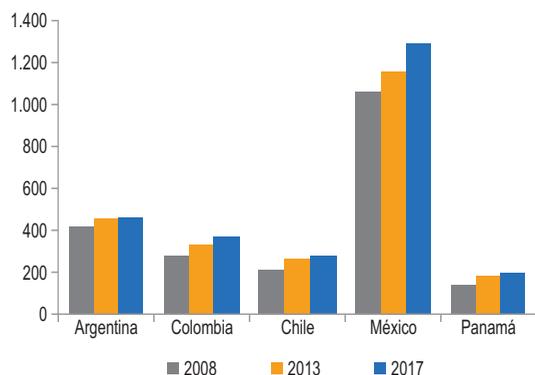
⁴⁷ Véase <https://blog.schneider-electric.com/energy-management-energy-efficiency/2016/08/04/smart-meters-key-achieving-high-efficiency-buildings/>.

⁴⁸ Consúltase <https://www.enelgreenpower.com/es/historias/a/2018/07/energia-hidroelectrica-egp-reto-de-la-innovacion>.

⁴⁹ Visítase el sitio <http://yucatan.com.mx/economia/industria/siemens-trae-mexico-sistemas-digitalizacion-cogeneracion-energetica>.

⁵⁰ Véase la página <https://iot.telefonica.com/blog/m2m-and-utilities-in-latin-america>.

GRÁFICO 3.10. Crecimiento del PIB en países más grandes de ALC (miles de millones de dólares de EE.UU. constantes de 2010)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.



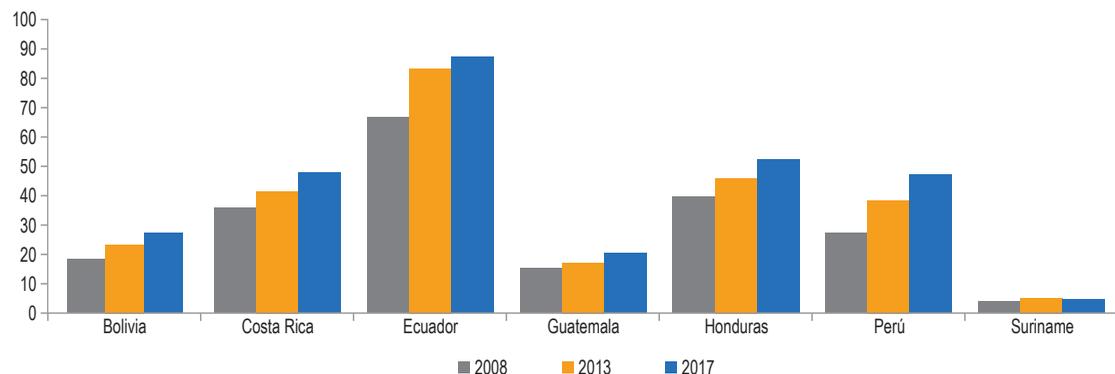
El impacto de las aplicaciones y la infraestructura digitales en el crecimiento económico y la productividad ha sido reconocido durante mucho tiempo. El tremendo crecimiento de la productividad laboral en Estados Unidos desde 1995 desencadenó el desarrollo de una vasta literatura sobre el impacto de las tecnologías digitales en la economía. Los investigadores trataron de explicar la diferencia entre las tasas de crecimiento de la productividad en

Estados Unidos y en Europa, enfocándose en la inversión en activos de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Jorgenson y Stiroh, 2000; Oliner y Sichel, 2000). Un impacto similar en el crecimiento económico se le está atribuyendo al IoT en la actualidad: de acuerdo con Frontier (Frontier Economics, 2018), un aumento del 10% en las conexiones M2M generaría un incremento del PIB de US\$370.000 millones en Alemania y de US\$2.260 millones en Estados Unidos en los próximos 15 años (2018-32). De manera similar, se espera que el 5G permita una producción global de US\$12.300 millones a nivel mundial para 2035 (4,6% de toda la producción global real en ese año) (IHS Economics e IHS Technology, 2018).

Como lo subraya la investigación anterior, la infraestructura digital puede tener dos clases diferentes de impacto en la economía:

- Impacto directo. El desarrollo de las TIC y del IoT puede implicar un aumento en el gasto de capital, ya que las empresas invierten para aprovechar la nueva tecnología. La inversión en TIC e IoT se traduce en un impulso directo positivo al crecimiento del PIB.
- Impacto indirecto. El desarrollo de las TIC y el IoT también puede incrementar la productividad y fomentar el crecimiento económico

GRÁFICO 3.11. Crecimiento del PIB en países más pequeños de ALC (miles de millones de dólares de EE.UU. constantes de 2010)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

de manera indirecta. Dado que la inversión tecnológica eleva la calidad del capital y las habilidades del trabajador promedio, la innovación permite una mayor eficiencia y una mejor productividad. En otras palabras, la tecnología y la innovación aumentan la productividad multifactorial, lo que refleja la mayor eficiencia con la que se utilizan conjuntamente los insumos de trabajo y capital en el proceso de producción.

En UIT (2017b) se destacan tres efectos principales de la inversión en TIC sobre el crecimiento económico y el empleo. Primero, el “efecto construcción”: la construcción de una red móvil y/o fija, así como de centros de datos, directa e indirectamente conduce a un aumento del empleo y, por lo tanto, del ingreso de los hogares (lo que, a su vez, puede llevar a más empleo). En segundo lugar, el “efecto derrame”: las redes fijas y móviles incrementan la demanda y, por lo tanto, aumentan las oportunidades de mercado para las empresas, lo que estimula el crecimiento económico y las oportunidades de trabajo. Finalmente, el “efecto innovación”: la I+D de las TIC conduce al desarrollo de nuevos productos y procesos que pueden incrementar el empleo, así como la productividad.

El estudio arroja evidencia de que tanto la inversión en telecomunicaciones fijas como móviles tiene un impacto positivo y significativo en el PIB. En particular, un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil incrementa el PIB en 0,097%, *ceteris paribus*. Del mismo modo, un aumento del 1% de la inversión en telefonía fija lleva a un crecimiento del PIB del 0,023%, *ceteris paribus*. Un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones se asocia con un aumento del PIB del 0,09%.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura



La inversión en infraestructura e innovación es un motor crucial para el crecimiento y el desarrollo económico. Dado que más de

la mitad de la población mundial vive actualmente en ciudades, las redes de banda ancha móviles y fijas, el transporte masivo y las energías renovables son cada vez más importantes, al igual que el crecimiento de las nuevas industrias y las TIC.⁵¹

La inversión en aplicaciones e infraestructura digitales puede impulsar la innovación. Para medir la innovación, en este estudio se han seleccionado dos indicadores: el gasto en I+D y el número de aplicaciones de marcas. El primero es fundamental para garantizar el crecimiento y el desarrollo económico de la innovación, pero se trata de un indicador indirecto. En cambio, el número de solicitudes de marcas registradas es un indicador directo.



Desde el año 2000, el gasto mundial en I+D ha aumentado ligeramente, pasando del 1,5% del PIB al 1,7% del PIB.⁵² Si bien en la región de ALC dicho gasto como porcentaje del PIB ha sido históricamente bajo, entre 2008 y 2014 aumentó un 18% en promedio (Ecuador y Costa Rica mostraron el mayor crecimiento, con un 94% y un 48%, respectivamente) (gráfico 3.12).

Con respecto a la solicitud de marcas registradas, estas han aumentado en un 28% en la región⁵³ desde 2008. En particular, México, Suriname y Bolivia muestran el mayor crecimiento con 55%, 35% y 32%, respectivamente (gráfico 3.13).



IMPACT

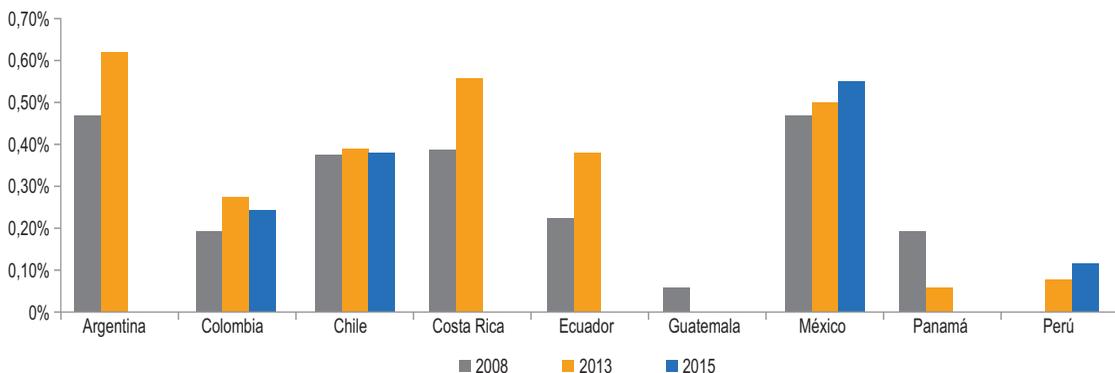
En los países en desarrollo, las inversiones digitales apoyan los avances en tecnología nacional, la investigación y la innovación. Las TIC mejoran las capacidades tecnológicas de los sectores industriales al fomentar la innovación y aumentar sustancialmente el gasto público y privado en investigación y desarrollo. Hay numerosos ejemplos de cómo la innovación en aplicaciones e inversiones digitales puede mejorar la

⁵¹ Véase <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-9-industry-innovation-and-infrastructure.html>.

⁵² Consúltese <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg9>.

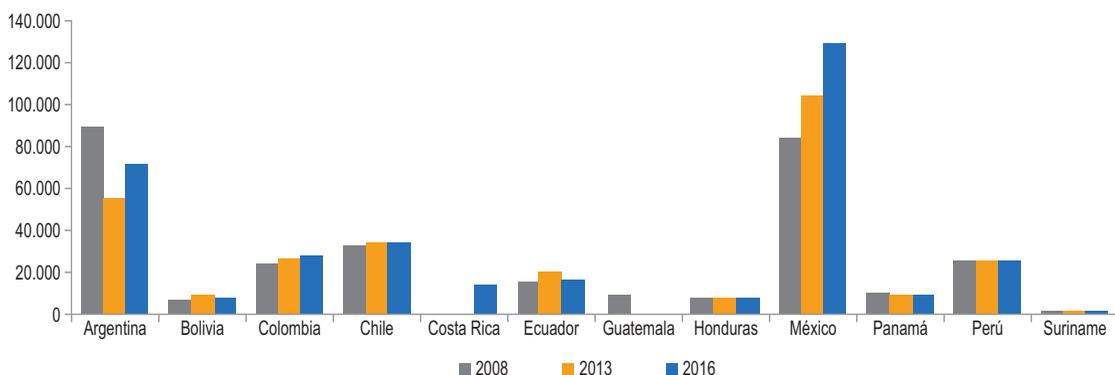
⁵³ Promedio ponderado del indicador y la población de todos los países incluidos en el estudio.

GRÁFICO 3.12. Gasto en investigación y desarrollo (porcentaje del PIB)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

GRÁFICO 3.13. Número total de solicitudes de marcas



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

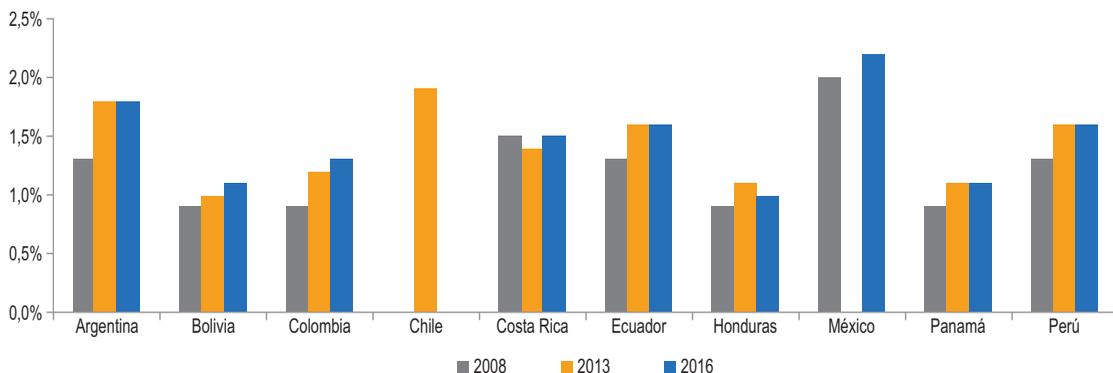
infraestructura de los sistemas de agua y energía (redes inteligentes, edificios inteligentes), reducir las emisiones de GEI (a través de dispositivos más eficientes energéticamente y de la reducción de los costos de transporte), y fomentar la innovación, dando lugar a nuevos productos y expandiendo las oportunidades laborales.

Este trabajo aporta evidencia de que la inversión en el sector de las telecomunicaciones puede tener un impacto positivo en los gastos en I+D como porcentaje del PIB. Sin embargo, los coeficientes del análisis no son significativos,⁵⁴ lo que resulta obvio dado el nivel relativamente bajo del gasto en I+D como porcentaje del PIB en la región

de ALC. En contraste, hay evidencia de que la inversión en el sector de las telecomunicaciones tiene un impacto positivo y significativo en las aplicaciones de marcas. En particular, un aumento del 1% de la inversión total en telecomunicaciones eleva las aplicaciones de marcas en 0,12 puntos porcentuales, *ceteris paribus*. Además, una suba del 1% de la inversión en telefonía fija eleva las solicitudes de marcas en un 0,06%.

⁵⁴ Esto se puede atribuir a la cantidad limitada de datos disponibles a lo largo del año para cada país, lo que reduce la muestra de datos del panel a 44 observaciones para siete países. Véase el anexo C.

GRÁFICO 3.14. Participación en el ingreso del 10% de la población de ingresos más bajos



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

ODS 10: Reducción de las desigualdades



Según Naciones Unidas, la desigualdad económica se refiere a cómo se distribuyen las variables económicas entre los individuos, en un grupo, entre grupos, en una población o entre países.⁵⁵

Este concepto se halla en el centro de las teorías de justicia social. Este estudio se enfoca en las desigualdades en los resultados, considerando las dimensiones materiales del bienestar (como el nivel de ingresos, el nivel de educación, el estado de salud) y que pueden ser el resultado de circunstancias ajenas a la persona (origen étnico, antecedentes familiares, género, talento, etc.).⁵⁶



En América Latina las desigualdades dentro de los países han disminuido en gran medida en los últimos años. El gráfico 3.14 muestra que entre 2008 y 2016 la proporción de ingresos del 10%

de la población de ingresos más bajos aumentó un 22%, mientras que la proporción de ingresos del 20% de la población de ingresos más bajos se incrementó un 17% (gráfico 3.15). Solo Costa Rica experimentó una suba de la desigualdad, ya que hubo un descenso del 2% de la participación en el

ingreso por parte del 20% de la población de ingresos más bajos (mientras que la participación en el ingreso del 10% de la población de ingresos más bajos se mantuvo constante).



IMPACT

Dados los hallazgos reportados anteriormente, las inversiones en telecomunicaciones pueden brindar una oportunidad para reducir la pobreza y la desigual-

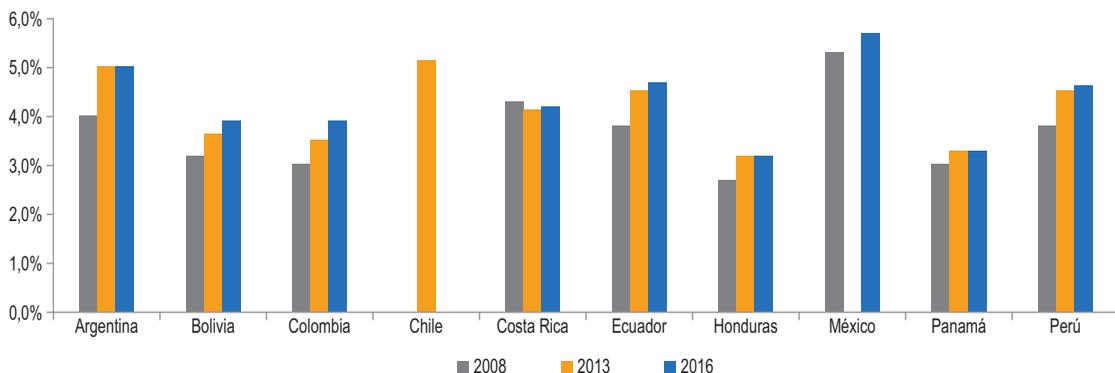
dad de ingresos (UIT, 2017c). Las inversiones en telecomunicaciones son cruciales para conectar áreas no conectadas, lo que brinda a los países menos desarrollados y a las comunidades rurales nuevas oportunidades de trabajo y acceso gratuito al conocimiento (como se subraya para el ODS 4).

Este estudio arroja evidencia de que tanto la inversión en telecomunicaciones fijas como móviles tiene un impacto positivo y significativo en el nivel de desigualdad dentro de los países. En particular, un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil incrementa la participación del 10% de la población de ingresos más bajos en 0,001 puntos porcentuales y del 20% de la población de ingresos más bajos en

⁵⁵ Véase http://www.un.org/en/development/desa/policy/wess/wess_dev_issues/dsp_policy_01.pdf.

⁵⁶ También la literatura analiza la desigualdad de oportunidades, es decir, que se enfoca solo en circunstancias ajenas al control de las personas, que afectan los resultados potenciales, como el acceso desigual al empleo o a la educación.

GRÁFICO 3.15. Participación en el ingreso del 20% de la población de ingresos más bajos



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

0,0019 puntos porcentuales. Una suba del 1% de la inversión en telefonía fija conduce a un aumento de la participación del 10% de la población de ingresos más bajo de 0,0004%. Finalmente, un incremento del 1% de la inversión en telecomunicaciones se asocia con un aumento de la participación en el ingreso para el 10% (20%) de la población de ingresos más bajos de 0,0014% (0,0027%). En términos relativos, una suba marginal de la inversión en infraestructura digital tendría tanto impacto para aumentar la proporción de los ingresos del decil inferior en la región de ALC como un incremento marginal del gasto en servicios públicos.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles



Las ciudades sostenibles son zonas urbanas donde los ciudadanos disfrutan de una buena calidad de vida. Esto incluye prosperidad económica y oportunidades de empleo, seguridad

urbana, buena infraestructura, acceso a viviendas seguras y asequibles, así como un buen saneamiento y suministro de agua. Una ciudad sostenible también gestiona la tierra y los recursos de manera equilibrada. Estas características son cada vez más importantes, si se considera que en la

actualidad más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas.⁵⁷ En 2014 había 28 mega ciudades, con un total de 453 millones de personas. Para 2050 esa cifra habrá aumentado a 6.500 millones de personas, esto es: dos tercios de toda la humanidad.



En América Latina la proporción de la población que vive en las ciudades más grandes ha disminuido, en promedio, en un 2% entre 2008 y 2015. Sin embargo, sigue siendo una de las regiones

con la mayor proporción de población urbana (81% de la población vive en zonas urbanas).⁵⁸ Es también una de las regiones del mundo más desiguales en términos de distribución del ingreso, lo que desafía la posibilidad de lograr metrópolis sostenibles, considerando el crecimiento de barrios marginales.⁵⁹

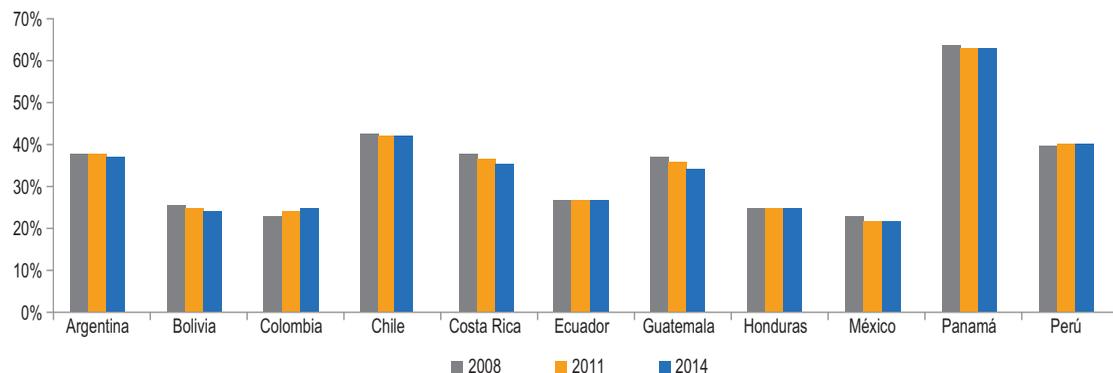
El gráfico 3.16 muestra que para los países del estudio el porcentaje de la población que vive en las ciudades más grandes es superior al 60%

⁵⁷ Véase <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>.

⁵⁸ En los países del estudio, este porcentaje varía de un 52% en Guatemala a un 92% en Argentina.

⁵⁹ Disponible en <https://www.iddri.org/en/publications-and-events/document-de-travail/sustainable-cities-latin-america>.

GRÁFICO 3.16. Porcentaje de la población que vive en las ciudades más grandes



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

para Panamá y alrededor del 40% para Argentina y Perú. Con la excepción de Colombia, Honduras y Perú, el porcentaje de la población que habita en las mayores metrópolis se está reduciendo.



Las inversiones en infraestructura digital desempeñan un papel destacado para lograr y mantener ciudades sostenibles. La infraestructura digital contribuye

al crecimiento económico y a la creación de empleo. También ayuda a conectar a los ciudadanos y les proporciona información rápida y actualizada para que puedan administrar mejor su tiempo. Además, mejora la calidad de vida de las personas. Al desarrollar habilidades digitales, las urbes aceleran su desarrollo seguro y sostenible.

Los diferentes canales a través de los cuales la infraestructura digital contribuye a la sostenibilidad están bien documentados. Por ejemplo, el Índice de Ciudades Sostenibles⁶⁰ (2018) ha identificado a las TIC como una métrica clave para medir el progreso de las ciudades hacia este ODS.⁶¹ Este índice multidimensional clasifica las ciudades según su nivel de sostenibilidad en cuanto a aspectos sociales, ambientales y económicos. Se organiza en torno a tres pilares (subíndices): personas, planeta y beneficio. El primer pilar (personas) se refiere a la movilidad social y la calidad de vida de los ciudadanos. El segundo pilar (planeta),

a la gestión del uso de la energía, las emisiones y la contaminación. El tercer pilar (beneficio) abarca el desempeño económico y el entorno empresarial.

Cada subíndice es el promedio ponderado de varios indicadores, y a su vez incluye al menos un indicador relacionado con las capacidades digitales de la ciudad. En el caso del pilar “personas”, los indicadores incluyen la disponibilidad de aplicaciones móviles de transporte, el costo de las conexiones de banda ancha, los servicios públicos digitales y la disponibilidad de Wi-Fi gratuito. Dentro del pilar “planeta”, uno de los indicadores captura el equipamiento digital de la ciudad para detectar desastres naturales. En el pilar del “beneficio”, algunos de los indicadores son la conectividad de banda ancha y de telefonía móvil y las velocidades de Internet.

En relación con este estudio, Buenos Aires, Lima, México y Santiago forman parte del grupo de “ciudades evolutivas”. En cuanto a las capacidades digitales, este grupo tiene un registro bastante bajo, lo que limita considerablemente su rendimiento general en materia de sostenibilidad. De un total de 100 ciudades (siendo 1 la mejor y 100 la peor), todas se ubican entre las posiciones 77 y 85.

⁶⁰ Véase <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2018/>.

⁶¹ Consúltese <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/these-are-the-world-s-most-sustainable-cities/>.

ODS 12: Producción y consumo responsables



Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), reducir la huella ecológica es un paso necesario para lograr un desarrollo sostenible.⁶²

Esto significa lograr niveles de consumo de recursos y de producción sostenibles, minimizando el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desechos y contaminantes, al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades básicas de consumo.⁶³ Como la agricultura es una de las actividades económicas que más agua precisan en el mundo, se necesitan cambios significativos para lograr este ODS. Se trata de un reto cada vez más difícil, ya que, a medida que aumenta la población mundial, se incrementa la demanda de alimentos. La investigación realizada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sugiere que para 2050 la producción de alimentos puede aumentar hasta un 70% para satisfacer las necesidades de 9.600 millones de personas.



La tecnología y las nuevas soluciones del IoT en la agricultura desempeñan un papel crucial en la mejora de la cantidad y la calidad de las cosechas. Como las condiciones climáticas impredecibles pueden afectar los cultivos y disminuir los rendimientos, las aplicaciones digitales y las herramientas de infraestructura ayudan a los agricultores a ajustar sus decisiones sobre cuándo plantar y qué variedades de cultivos elegir para alcanzar niveles más altos de productividad. Además, les ayudan a predecir la cantidad óptima de agua y agroquímicos, y así contribuyen a una agricultura más sostenible.⁶⁴ Asimismo, pueden colaborar en el monitoreo del consumo y la comprensión de los patrones de consumo para aumentar la conciencia sobre los riesgos que traen aparejados la producción insostenible y el consumo excesivo del suelo.

Como las economías latinoamericanas dependen en enorme medida de la agricultura, las solu-

ciones digitales en el sector agrario pueden ser especialmente importantes para su desarrollo sostenible. Por ejemplo, Colombia, uno de los mayores exportadores de bananas del mundo, está desarrollando un proyecto de agricultura inteligente con sensores remotos en las plantaciones. Al monitorear diferentes condiciones climáticas, se optimiza el uso del agua, se previenen plagas y enfermedades y se reduce el consumo de fertilizantes. Estos factores ayudarán a aumentar significativamente la productividad y a garantizar que el mayor exportador de bananas del mundo logre un modelo de producción sostenible.⁶⁵

Colombia también participa de un proyecto de agricultura inteligente con Honduras. Desde 2013 más de 10 organizaciones privadas y públicas de ambos países les proporcionan a unos 300.000 agricultores (que principalmente cultivan frijoles, maíz, arroz, café y árboles frutales) aplicaciones digitales para tomar decisiones inteligentes en función de los pronósticos climáticos. Este proyecto contribuye a la biodiversidad, al disminuir las posibilidades de erosión del suelo lo que, en última instancia, posibilita una agricultura más sostenible. También permite incrementar los ingresos netos de los agricultores y promueve la seguridad alimentaria, al reducir la pérdida de cultivos.⁶⁶ La investigación muestra que en Córdoba (Colombia) este proyecto ayudó a prevenir una pérdida de 1.800 hectáreas de arroz irrigado, ahorrando US\$3,5 millones en costos de insumos en 2017.⁶⁷

⁶² Disponible en <http://www.latinamerica.undp.org/content/rbiac/en/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>.

⁶³ Visítase el sitio https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/LAC_background_eng.pdf.

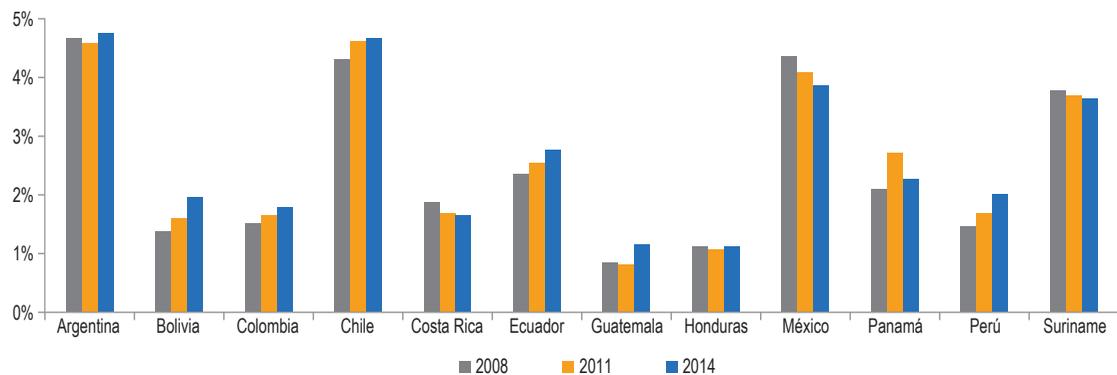
⁶⁴ Véase <https://unfccc.int/climate-action/momentum-for-change/ict-solutions/icts-for-small-scale-farmers-a-game-changing-approach-to-climate-smart-agriculture-in-latin-america>.

⁶⁵ Visítase el sitio <http://www.libelium.com/improving-banana-crops-production-and-agricultural-sustainability-in-colombia-using-sensor-networks/>.

⁶⁶ Disponible en <https://unfccc.int/climate-action/momentum-for-change/ict-solutions/icts-for-small-scale-farmers-a-game-changing-approach-to-climate-smart-agriculture-in-latin-america>.

⁶⁷ Consúltase la página <https://publications.iadb.org/handle/11319/8966>.

GRÁFICO 3.17. CO₂ per cápita (toneladas métricas)



Fuente: Frontier Economics basado en datos del Banco Mundial.

ODS 13: Acción por el clima



Las emisiones de GEI continúan aumentando, especialmente en los países en desarrollo, y en la actualidad superan en más de un 50% su nivel de 1990.⁶⁸ El calentamiento global está causando

cambios duraderos en nuestro sistema climático. De hecho, el promedio anual de pérdidas por tsunamis, ciclones tropicales e inundaciones asciende a cientos de miles de millones de dólares, lo que requiere una inversión de US\$6.000 millones anuales solo para la gestión del riesgo de desastres.



En América Latina, el CO₂ per cápita ha aumentado en la mayoría de los países desde 2008 (gráfico 3.17). Sin embargo, algunos constituyen la excepción. Por ejemplo, Costa Rica y

Suriname han disminuido en promedio el 11% del CO₂ per cápita.



IMPACT

La tecnología y las inversiones digitales pueden ayudar a reducir las emisiones de GEI a través de la energía, el transporte, los edificios y los procesos industriales más eficientes (Parlamento Europeo, 2009). El sistema

de TIC puede colaborar en el monitoreo de las emisiones en fábricas industriales, produciendo datos en tiempo real del consumo de energía y reduciendo el consumo de energía de los edificios, como se detalló en relación con el ODS 7. Por ejemplo, el aeropuerto de Atenas desplegó una plataforma de IoT para monitorear la calidad del aire y reducir la contaminación.⁶⁹ El control de la calidad del aire también se ha utilizado para reducir el impacto ambiental de la logística en los puertos.⁷⁰ Además, las TIC también reducen los GEI al sustituir los productos materiales con los virtuales: por ejemplo, los libros electrónicos generan menos emisiones en comparación con los que utilizan papel.

Hay evidencia de que tanto la inversión en el sector de telefonía fija como móvil tiene un efecto negativo en las toneladas de CO₂ per cápita. En particular, un aumento del 1% de la inversión en telefonía móvil reduce el CO₂ per cápita en un 0,09%, mientras que un incremento del 1% de la inversión en el sector de telefonía fija reduce el CO₂ per cápita en un 0,015%.

⁶⁸ Véase <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-13-climate-action.html>.

⁶⁹ Consúltense el sitio <http://www.libelium.com/athens-airport-trusts-exm-and-libeliums-iot-platform-to-reduce-noise-pollution-and-control-environmental-impact/>.

⁷⁰ Visítense la página <http://www.libelium.com/reducing-logistics-environmental-impact-by-air-quality-monitoring-in-the-baltic-sea-port-of-gdansk-poland/>.

Todos los países de ALC han logrado cumplir con el indicador de este ODS. Sin embargo, a medida que la economía de la región crece, las emisiones de CO₂ per cápita podrían aumentar. Por lo tanto, esta estimación puede ayudar a comprender cómo las inversiones en telecomunicaciones pueden fomentar el crecimiento económico sostenible.

ODS 14: Vida submarina



La temperatura, la química, las corrientes y la vida de los océanos son fundamentales para permitir la habitabilidad en la Tierra. Además, más de 3.000 millones

de personas dependen económicamente de la biodiversidad marina y costera, que representa alrededor del 5% del PIB mundial.⁷¹ Por lo tanto, el objetivo del ODS 14 es la conservación y el uso sostenible de los océanos y de los recursos marinos, evitando que sufran pesca excesiva, contaminación marina y los efectos del cambio climático (incluida la acidificación de los océanos).



Al igual que en muchas otras partes del mundo, la sostenibilidad de la acuicultura y de la pesca marina y continental en América Latina está siendo difícil a causa del cambio climático y de los

eventos naturales extremos. Esto se aplica particularmente a Centroamérica, donde la temperatura del mar se está calentando más que en otros lugares y donde la acidificación del océano es una fuente central de preocupación. Ambos factores están influyendo fuertemente en la biodiversidad. Como consecuencia, la producción y la cadena de valor de la pesca se están viendo afectadas.⁷²



IMPACT

La infraestructura y las aplicaciones digitales desempeñan un papel en el logro de la conservación marina y la sostenibilidad, sobre todo porque pueden proporcionar herramientas para monitorear en tiempo real las masas de agua. Entre las aplicaciones

digitales para el ODS 14 cabe citar: Internet y los mapas satelitales, que ayudan a rastrear los patrones de migración de animales en peligro de extinción y conocer mejor los ciclos de vida, pérdidas y depredación; el monitoreo de poblaciones globales de peces, niveles de oxígeno, floraciones de algas, temperatura y corrientes oceánicas; y los macrodatos, que facilitan el análisis de los océanos en términos de biodiversidad, contaminación, patrones climáticos y evolución de los ecosistemas, y así posibilitan planificar la mitigación y la adaptación.

Se pueden citar varios ejemplos de proyectos en América Latina que incluyen las tecnologías digitales para conservar los ambientes marinos y la vida silvestre. Tal es el caso del InvestEGGator de Nicaragua, que coloca rastreadores contra cazadores furtivos.⁷³ Estos sistemas se utilizan para hacer un seguimiento de las rutas de tránsito y los destinos finales de los huevos de tortuga de mar. De esta manera, se contribuye en el largo plazo a la supervivencia de cuatro especies de tortugas marinas en peligro de extinción.

ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres



La gestión sostenible de los bosques, humedales, tierras secas y montañas es crucial para la vida humana. Son fuente de alimento, aire limpio y agua. Estas funciones se encuentran amenazadas

por el aumento de la degradación de la tierra, la deforestación y la desertificación. Esto está dando lugar a la pérdida de hábitats naturales y especies. Así, el ODS 15 está orientado a la conservación de todo tipo de ecosistemas.

Para 2017 el progreso en la preservación de los ecosistemas terrestres ha sido desigual, ya que ha habido avances en la reducción del ritmo de la

⁷¹ Véase <http://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/en/home/post-2015/sdg-overview/goal-14.html>.

⁷² Consúltese <http://www.fao.org/3/I9705EN/i9705en.pdf>.

⁷³ Consúltese la página <https://investeggator.com/wildlife-crime-tech-challenge/>.

pérdida de bosques, pero estos se han visto contrarrestados por la disminución de las tasas de productividad de la tierra. La caza furtiva sigue siendo una preocupación grave.



IMPACT

Las aplicaciones y la infraestructura digitales pueden desempeñar un papel en la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y en la prevención de la pérdida de biodiversidad. Así, los sensores móviles y el IoT ayudan a monitorear el estado del planeta, los ecosistemas terrestres, la desertificación, las selvas tropicales y las inundaciones. Por su parte, la observación satelital colabora con el monitoreo de los flujos de agua, la lluvia, la nieve y los patrones de viento, proporcionando sistemas eficientes de alerta temprana para proteger especies en peligro de extinción y áreas de tierras frágiles. Por último, los teléfonos móviles pueden emplearse para rastrear el tráfico ilegal, la caza furtiva de especies protegidas y los daños al patrimonio natural.

A continuación se presentan experiencias recientes sobre el uso de aplicaciones digitales para monitorear y proteger los ecosistemas terrestres en América Latina.

Etiquetado de árboles para teléfonos inteligentes en Guatemala⁷⁴

Para superar los retrasos en la cosecha forestal anual, mejorar las capacidades para rastrear la madera a lo largo de la cadena de valor y ayudar a reducir la tala ilegal, Custodios de la Selva (Consutel) desarrolló Tree Tag. Se trata de una aplicación basada en un teléfono inteligente que utiliza sistemas de observación de la Tierra para establecer la ubicación de los troncos transportados desde el bosque hasta la fábrica. Solo los árboles previamente autorizados para el registro pueden ingresar al sistema. Tree Tag le permite al personal informar sobre actividades y volúmenes, así como generar alertas en caso de actividad sospechosa. Además de la aplicación móvil, se han probado generadores inalámbricos

y solares por satélite para proporcionar conectividad y energía a los trabajadores forestales en áreas remotas.

Sistema de alerta por correo electrónico para incendios en áreas protegidas de América del Sur⁷⁵

La NASA y Conservation International han contribuido a mejorar la detección de incendios mediante la localización remota por satélite y a través de los sistemas de información geográfica. Servicios como el Sistema de Información de Incendios para el Manejo de Recursos (FIRMS, por sus siglas en inglés) y FireCast brindan a las organizaciones no gubernamentales (ONG) y los gobiernos de Bolivia y Perú las herramientas para investigar incendios, multar a los terratenientes que violan las leyes de manejo forestal y monitorear las tendencias en la actividad relacionada con los incendios y la expansión de la deforestación. Además, FireCast incorpora alertas diarias por correo electrónico con datos de incendios activos en Bolivia, Colombia, Perú y Suriname, y proporciona pronósticos diarios de inflamabilidad para todo el Amazonas. La observación de incendios alrededor de América Latina es posible gracias a los instrumentos Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) y Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS) a bordo de los satélites Terra, Aqua y Suomi-PP.

Sistema de monitoreo y alerta temprana para prevenir inundaciones en Colombia

En Colombia, después de que la inundación del río La Liboriana devastara a la aldea de Salgar causando 83 muertes en el 2015, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres diseñó un plan destinado a monitorear y compilar información sobre los ríos La Liboriana, La Clara y Barroso

⁷⁴ Disponible en http://www.appsolutelydigital.com/ict_new/section_4_3_4.html.

⁷⁵ Visítese el sitio <http://firecast.conservation.org/>.

para prevenir tragedias. El proyecto consistió en instalar un sistema de alerta temprana de desastres en la región, basado en una red de sensores inalámbricos que monitorea continuamente el nivel de los ríos y la temperatura del aire. En caso de una posible inundación o deslizamiento de tierra, el sistema alerta a la comunidad.⁷⁶

ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas



Sin paz, estabilidad, derechos humanos y una gobernanza efectiva basada en el Estado de Derecho, es muy difícil lograr un desarrollo sostenible.⁷⁷ Los altos niveles de violencia armada e

inseguridad tienen un impacto destructivo en el desarrollo de un país, que afecta el crecimiento económico, limita el acceso a la justicia y el establecimiento de instituciones eficaces y responsables a todo nivel.



Aunque algunas regiones disfrutaban de niveles sostenidos de paz, seguridad y prosperidad, otras caen en ciclos interminables de conflicto, violencia y corrupción. En particular, Amé-

rica Latina muestra altos niveles de corrupción. En el Índice de Percepción de la Corrupción de 2017, elaborado por Transparencia Internacional para 180 países, los países latinoamericanos seleccionados para este informe se clasifican de la siguiente manera (posición entre paréntesis): Argentina (85), Bolivia (112), Colombia (96), Costa Rica (38), Chile (26), Ecuador (117), Guatemala (143), Honduras (135), México (135), Panamá (96), Perú (96) y Suriname (117). Solo Chile y Costa Rica presentan un bajo nivel de percepción de la corrupción.



Las aplicaciones y plataformas digitales pueden ser utilizadas por los gobiernos y las comunidades para promover los derechos humanos y las instituciones de buen

gobierno. En particular, la inversión en infraestructura digital puede influir en las instituciones de tres formas. En primer lugar, pueden ayudar a promover el entendimiento mutuo entre diferentes culturas fomentando una sociedad multicultural (Stauffer et al., 2005). En segundo lugar, la tecnología digital facilita el monitoreo de la actividad de los gobiernos, aumentando así la transparencia y empoderando a las sociedades. En tercer lugar, la infraestructura digital es indispensable para mantener la paz, ya que facilita la logística. Hay evidencia empírica indirecta que apoya esta afirmación en ALC. Existe una relación positiva entre la infraestructura y las aplicaciones digitales y el gobierno electrónico (correlación de 0,77) (gráfico 3.18). Además, el gobierno electrónico está correlacionado negativamente con la corrupción (-0,60) (gráfico 3.19).

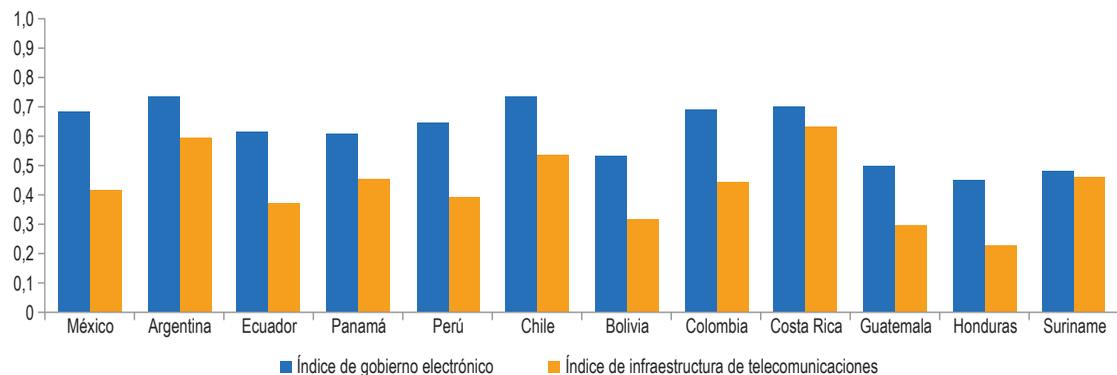
Hay numerosos casos que ilustran cómo los gobiernos locales y centrales de América Latina están procurando incrementar la transparencia y reducir la corrupción mediante la adopción de soluciones de gobierno electrónico. A nivel municipal, por ejemplo, en la región hay varios casos de presupuestos participativos digitales.⁷⁸ En Miraflores, Perú, un proyecto llamado Participación Vecinal está ejecutando el programa Presupuesto Participativo Digital, que brinda a los ciudadanos la oportunidad de involucrarse en la selección de una parte de las obras que construirá el municipio el año siguiente. En 2010 se invirtieron S/ 15.000.000 en 12 proyectos, que abarcan desde mejorar la infraestructura hasta proyectos sociales. El sitio web publica los resultados y la información sobre la selección, así como estadísticas sobre los proyectos ganadores. En Argentina la ciudad de Bella Vista realizó un presupuesto participativo por primera vez en 2008 para la elección de proyectos con un límite de Ar\$ 100.000.

⁷⁶ Consúltense <http://www.libelium.com/early-warning-system-to-prevent-floods-and-allow-disaster-management-in-colombian-rivers/>.

⁷⁷ Véase <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-16-peace-justice-and-strong-institutions.html>.

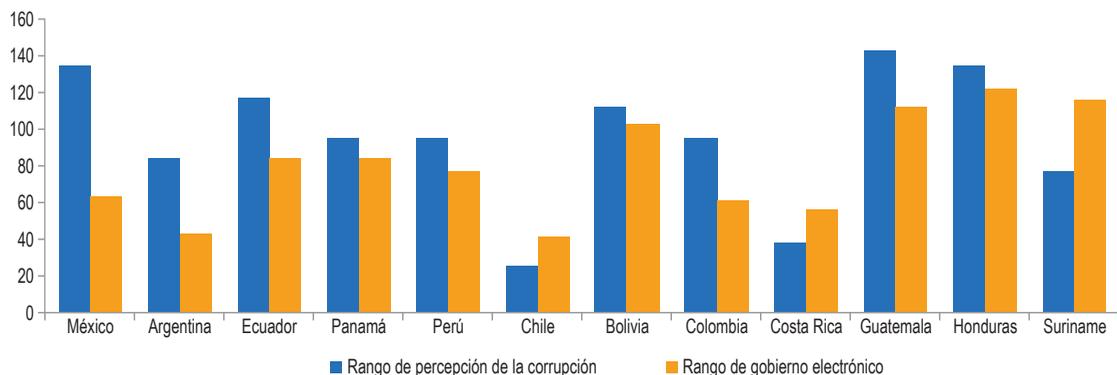
⁷⁸ Visítese el sitio <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1930328>.

GRÁFICO 3.18. Índices de infraestructura de gobierno electrónico y telecomunicaciones



Fuente: Encuesta de gobierno electrónico de Naciones Unidas 2018.

GRÁFICO 3.19. Rango del Índice de Percepción de la Corrupción y gobierno electrónico



Fuente: Encuesta de gobierno electrónico de Naciones Unidas 2018 y Transparencia Internacional.

Con este fin, todos los ciudadanos mayores de 14 años pueden votar en computadoras con acceso a Internet y con la contraseña proporcionada en el registro.

A nivel central, muchos países de la región han introducido portales de transparencia para impulsar la transparencia financiera y la rendición de cuentas.⁷⁹ En resumen, estos portales son sitios web dedicados exclusivamente a la publicación de información financiera pública. Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y Perú han implementado operaciones para aumentar la transparencia en este sentido. Estos portales

tienen el objetivo de garantizar el derecho de acceso a la información, especialmente en relación con la administración de recursos públicos, para prevenir y combatir la corrupción. A través de estos portales se publican periódicamente presupuestos públicos, contratos y licitaciones para hacer más visibles las acciones del sector público.

⁷⁹ Disponible en <http://www.egov4dev.org/transparency/case/laportals.shtml>; <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00531527/document>.

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos



El camino hacia el desarrollo sostenible se facilita si se establecen asociaciones entre los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado en torno a este objetivo común. Las aplicaciones y la infraestructura digitales pueden contribuir a estas alianzas posibilitando la coordinación y la comunicación entre estos actores e impulsando alianzas entre ellos. Las aplicaciones digitales están modificando las relaciones entre los ciudadanos y los gobiernos al crear oportunidades para la toma de decisiones públicas, a través de la digitalización de los servicios públicos.



Aunque aún incipiente en muchos casos, la infraestructura digital facilita las alianzas entre el sector público y la sociedad civil en la búsqueda de los ODS. Hay potencial para mejorar la salud y la educación a través de la digitalización. El sector salud ha avanzado a pasos agigantados en muchos países latinoamericanos. En Brasil, Chile, Colombia y Costa Rica hay más de 50 centros públicos que ofrecen telemedicina. Para mejorar la calidad del aire, la Ciudad de México está utilizando CleanSpace, una red de sensores de IoT que monitorea la contaminación aérea.⁸⁰

Los esfuerzos para digitalizar procesos en diferentes áreas también están impulsando asociaciones entre el sector público y el privado en América Latina. En 2017 surgió la Asociación Brasileña de IoT, que reunió a entidades públicas y privadas, instituciones académicas, operadores de telecomunicaciones y *start-ups* para apoyar y permitir la innovación abierta en diferentes sectores de la sociedad.⁸¹ En la Ciudad de Tequila, México, se ha creado una alianza entre IBM y el ayuntamiento para permitir soluciones inteligentes a nivel de ciudad. A nivel regional, CAF y Telefónica han establecido una asociación para dar lugar a proyectos relacionados con la digitalización de los países latinoamericanos.⁸²

También hay asociaciones público-privadas en todos los países. Como se señaló anteriormente, diferentes organizaciones públicas y privadas de Colombia y Honduras están involucradas en un proyecto de agricultura inteligente para una producción más sostenible y eficiente de alimentos en ambos países.

⁸⁰ Consúltese <https://www.idgconnect.com/abstract/21866/latin-america-a-hotbed-internet-things>.

⁸¹ Visítese la página <https://iot.ieee.org/newsletter/july-2017/ipv6-and-internet-of-things-prospects-for-latin-america.html>.

⁸² Disponible en <https://www.economista.com.mx/empresas/CAF-y-Telefonica-impulsaran-digitalizacion-en-Latinoamerica-20171030-0079.htm>.

4

Cuantificación de la inversión necesaria para mejorar los ODS

Esta sección presenta una cuantificación de la inversión necesaria para cerrar la brecha de los ODS entre los resultados actuales de los países estudiados, el nivel de ODS alcanzado en la OCDE y la meta de ODS 2030. Estas estimaciones, basadas en los resultados econométricos de las secciones anteriores, se presentan en el caso de aquellos ODS para los cuales se han hallado valores estadísticamente significativos.

Las estimaciones incluyen la inversión adicional absoluta en la infraestructura digital total⁸³ necesaria para cerrar la brecha de cada ODS por país. También se presentan las inversiones adicionales estimadas como proporción del nivel de inversión histórico promedio, es decir el porcentaje al cual la inversión en un país determinado debería aumentar cada año entre 2019 y 2030 con respecto al promedio de inversión de los últimos cinco años, para cumplir con el promedio de la OCDE y la meta de la agenda de los ODS. Por último, se expone la combinación de inversiones en infraestructura de telefonía móvil y fija necesaria para la consecución de los ODS.

Cuantificación de la inversión adicional requerida para cerrar la brecha de los ODS

Por lo general, el nivel alcanzado en la OCDE (promedio) en los indicadores de los ODS es más

pequeño que el nivel establecido para la meta de la agenda de los ODS. Por lo tanto, lograr el nivel promedio de la OCDE puede verse como un paso intermedio hacia la consecución de la meta de los ODS.

Para calcular la inversión adicional necesaria para mejorar la métrica de los ODS (la “brecha de inversión”), se utilizaron los resultados econométricos de la sección 3. Esto significa que para aquellos ODS cuyo objetivo no está claramente definido o donde los resultados del coeficiente no son estadísticamente significativos, este cálculo no se realizó.⁸⁴

Por estas razones, se obtuvieron resultados de la brecha de inversión con respecto a la OCDE para cinco ODS, en forma de seis especificaciones (el ODS 10 tiene dos especificaciones). Estos ODS son: ODS 1 (Fin de la pobreza), ODS 2 (Hambre cero), ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y ODS 10 (Reducción de las desigualdades). Con respecto a la brecha en el logro de los ODS en

⁸³ Como los datos de base para la inversión son las inversiones en telecomunicaciones, la inversión digital y la inversión en telecomunicaciones se utilizan como sinónimos.

⁸⁴ Las inversiones digitales en relación con el ODS 5 (Igualdad de género) no se reportan; a pesar de la importancia del coeficiente y de la existencia de una meta, se espera que la infraestructura digital sea solo uno de los muchos impulsores hacia la consecución del objetivo.

12 países de ALC y las metas de los ODS 2030, el estudio exhibe la inversión requerida para los ODS 1 y 2.⁸⁵

Una mejora de 1 punto porcentual en la métrica ODS no significa lo mismo para cada país. Por empezar, los países han alcanzado diferentes niveles en un determinado indicador de ODS (por ejemplo, pobreza, esperanza de vida, tasas de hambre, etc.). En segundo lugar, los países estudiados han ostentado diversos niveles de inversión digital en 2017. Por lo tanto, la brecha de inversión será diferente para cada país.

La brecha de inversión se calcula de la siguiente manera. Primero, se estima la diferencia entre la meta de los ODS y el nivel de ODS alcanzado para cada país. Luego esta diferencia se divide por la elasticidad de los ODS a las inversiones en infraestructura digital. Esta razón proporciona el porcentaje de aumento de la inversión que se requiere, *ceteris paribus*, para cerrar la brecha de los ODS. Finalmente, el porcentaje obtenido se aplica al último valor de la inversión disponible (es decir, 2017) para calcular la brecha de inversión total.⁸⁶

Como se explicó anteriormente, la inversión adicional requerida se calcula como un porcentaje y luego este porcentaje se aplica a la última cifra de inversión digital en un país determinado. Por lo tanto, los resultados para la inversión total requerida pueden capturar el efecto de países más grandes que requieren inversiones históricamente mayores en infraestructura digital (por ejemplo, Argentina o México). Por esta razón, la brecha de inversión también se estima en términos per cápita.

Los cuadros 4.1 a 4.4 muestran la brecha de inversión, que es la inversión incremental en infraestructura digital requerida para alcanzar los niveles meta de la OCDE y de los ODS, tanto en términos totales como per cápita.

La tabla anterior muestra que ODS 1 (Fin de la pobreza) y ODS2 (Hambre cero) son los objetivos en los que se requiere la menor inversión adicional. Este es un resultado muy importante, que indica que al invertir en las políticas de

telecomunicaciones, los responsables de las políticas pueden mejorar el bienestar de las personas más pobres. Según estas estimaciones, la desnutrición podría reducirse hasta el 2,8% (ODS 2, nivel promedio de la OCDE) invirtiendo US\$56.800 millones adicionales en infraestructura de telecomunicaciones en todos los países del estudio. Del mismo modo, para alcanzar el promedio de esperanza de vida de la OCDE de 79,7 años (ODS 3), los países en estudio necesitarían invertir un total de US\$81.300 millones.

Junto con estos objetivos de política, algunos países pueden lograr un mayor crecimiento del PIB al invertir en infraestructura digital. De acuerdo con los resultados para el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), todos los países podrían obtener el doble del crecimiento del PIB acumulado previsto para el período 2018-23⁸⁷ si solo se invirtiera en infraestructura digital para cerrar la brecha en otros ODS.

El cuadro 4.2 exhibe la inversión per cápita necesaria para cerrar la brecha con la OCDE.

Los resultados del cuadro anterior muestran que, por ejemplo, Honduras y Bolivia son los países que requieren los niveles de inversión adicionales per cápita más altos de la región para reducir el porcentaje de personas que se encuentran bajo el nivel de pobreza de US\$1,90 por día (ODS 1), *ceteris paribus*. Deberán agregar respectivamente US\$637 per cápita y US\$177 per cápita si desean alcanzar el promedio de la OCDE del

⁸⁵ No es posible cuantificar el objetivo final de ODS 2030. Los objetivos se expresan como "reduciendo" o "mejorando" pero no proporcionan un valor numérico.

⁸⁶ Por ejemplo, en Argentina, el 0,6% de la población está por debajo de la línea de pobreza de US\$1,9 por día. El objetivo de los ODS es alcanzar el 0% para 2030. El coeficiente beta de la inversión total en telecomunicaciones en la regresión en este ODS es -1,3247. Si todas las demás variables se mantienen constantes, entonces la brecha de inversión es igual a $(0\% - 0,6\%) / (-1,3247 / 100) = (-0,006) / (-0,0132) = 45\%$. En 2017 se invirtieron US\$3.636 millones en infraestructura digital. Por lo tanto, el monto monetario de la brecha de inversión es del $45\% * 3.636 = US\$1.647$ millones, como se muestra en el cuadro 4.3.

⁸⁷ Esta inversión será diferente de cero para todos los países bajo estudio, ya que la meta es fija para cada país. Fuente de las predicciones: FMI <https://www.imf.org/external/damapper>.

CUADRO 4.1. Total de inversiones adicionales en telecomunicaciones requeridas para cumplir con el nivel de la OCDE (millones de dólares de EE.UU.)

ODS	1	2	3	8	10.1	10.2
Argentina	0	2.645	15.611	2.839	28.986	24.243
Bolivia	1.959	6.588	6.706	1.241	5.432	4.473
Colombia	5.214	7.438	14.322	4.938	22.060	20.436
Chile	542	1.365	393	4.060	14.510	12.360
Costa Rica	208	1.634	0	1.614	6.512	6.182
Ecuador	1.584	6.500	3.576	765	7.242	5.979
Guatemala	N/A	8.418	6.525	1.868	N/A	N/A
Honduras	5.898	5.634	4.525	1.404	7.110	6.885
México	5.909	6.113	16.925	9.586	24.360	19.566
Panamá	396	2.332	905	1.763	5.147	5.115
Perú	N/A	7.983	11.400	5.322	16.218	14.028
Suriname	N/A	140	370	53	N/A	N/A

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: No se incluyen resultados para los ODS cuya estimación no fue estadísticamente significativa (ODS 4, ODS 5, ODS 9). Para el ODS 13, no se presentan resultados porque para este indicador (emisiones de CO₂ per cápita) el objetivo de la OCDE se ha alcanzado en todos los países estudiados. En el caso del ODS 8, se muestra la inversión adicional requerida para lograr el doble del crecimiento del PIB acumulado en el período 2018-23 (según lo pronosticado por el FMI). Por ejemplo, si el FMI pronostica que el PIB en Argentina en 2023 será un 6,8% más alto que en 2018, se calcula la inversión en telecomunicaciones necesaria para hacer el PIB un 13,6% más alto en 2023 que en 2018 (es decir, para duplicar el previsión del FMI). Por lo tanto, este objetivo solo se calcula hasta 2023.

Los países con una brecha de inversión de 0 en un ODS particular ya han alcanzado el objetivo. Los países con N/A en un ODS en particular no tienen datos recientes para el indicador elegido (por lo tanto, no pueden calcular la brecha de ODS y la brecha de inversión). Los totales para intervalos que incluyen valores N/A ignoran las observaciones N/A.

CUADRO 4.2. Total de inversiones adicionales en telecomunicaciones per cápita necesarias para cumplir con el nivel de la OCDE (dólares de EE.UU.)

ODS	1	2	3	8	10.1	10.2
Argentina	0	60	353	64	655	548
Bolivia	177	596	607	112	492	405
Colombia	106	152	292	101	450	416
Chile	30	76	22	225	804	685
Costa Rica	42	333	0	329	1.327	1.260
Ecuador	95	391	215	46	436	360
Guatemala	N/A	498	386	110	N/A	N/A
Honduras	637	608	488	152	767	743
México	46	47	131	74	189	151
Panamá	97	569	221	430	1.256	1.248
Perú	N/A	248	354	165	504	436
Suriname	N/A	249	657	93	N/A	N/A

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: No se incluyen resultados para los ODS cuya estimación no fue estadísticamente significativa (ODS 4, ODS 5, ODS 9). Para el ODS 13, no se presentan resultados porque para este indicador (emisiones de CO₂ per cápita) el objetivo de la OCDE se ha alcanzado en todos los países estudiados. Para el ODS 8, se muestra la inversión adicional per cápita requerida para lograr el doble del crecimiento del PIB acumulado en el período 2018-23 (pronosticado por el FMI). Por lo tanto, este objetivo solo se calcula hasta 2023.

Los países con una brecha de inversión de 0 en un ODS particular ya han alcanzado el objetivo. Los países con N/A en un ODS particular no tienen datos recientes para el indicador elegido (por lo tanto, no pueden calcular la brecha de los ODS y la brecha de inversión). Los totales para intervalos que incluyen valores N/A ignoran las observaciones N/A.

0,9% y hasta US\$673 y US\$202 per cápita respectivamente, si desean erradicarlo por completo. Sin embargo, para los otros países, el esfuerzo de inversión per cápita para completar este ODS es mucho menor. Por ejemplo, con la inversión de US\$30 per cápita adicionales (o hasta US\$91 per cápita), Chile podría alcanzar el promedio de la OCDE o erradicar la pobreza. De manera similar, Argentina podría eliminar la pobreza (definida en US\$1,90 por día) con la inversión de unos US\$37 adicionales per cápita.

Los cuadros 4.3 y 4.4 muestran los resultados de la inversión total y per cápita adicional para cerrar la brecha con las metas oficiales de los ODS. Como se esperaba, la inversión adicional requerida, en términos absolutos o per cápita, es significativamente mayor en comparación con los resultados anteriores, lo que refleja que la brecha en relación con las metas de los ODS es mayor que la que existe en relación con la OCDE.

CUADRO 4.3. Total de inversiones adicionales en telecomunicaciones requeridas para cumplir con la meta de ODS (millones de dólares de EE.UU.)

ODS	1	2
Argentina	1.647	11.902
Bolivia	2.232	7.648
Colombia	6.463	12.282
Chile	1.638	5.613
Costa Rica	630	3.268
Ecuador	2.089	8.457
Guatemala	N/A	10.259
Honduras	6.237	6.948
México	9.063	18.338
Panamá	655	3.337
Perú	N/A	12.366
Suriname	N/A	217

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: No se presentan resultados para todos aquellos ODS cuyo objetivo no está claramente definido o los resultados del coeficiente no son estadísticamente significativos. Los países con un 0 ya han alcanzado el objetivo.

Cuantificación de la inversión adicional anual total requerida para cerrar las brechas

En esta sección se expone una perspectiva dinámica de los resultados anteriores: se quiere saber cuál es la inversión adicional requerida, en términos anuales, para cerrar la brecha para 2030. Se la expresa como el porcentaje de crecimiento anual de la inversión que se requiere para alcanzar el promedio de la OCDE y la meta de la agenda de los ODS en los países estudiados.

El crecimiento promedio anual de la inversión se calcula como una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR). La inversión al inicio del período se mide por la inversión promedio en infraestructura digital del período 2013-17. La inversión total requerida al final del período se calcula por la inversión total en el objetivo (este es el nivel de inversión en 2017 más la inversión

CUADRO 4.4. Total de inversiones adicionales en telecomunicaciones per cápita necesarias para cumplir con la meta de los ODS (dólares de EE.UU.)

ODS	1	2
Argentina	37	269
Bolivia	202	692
Colombia	132	250
Chile	91	311
Costa Rica	128	666
Ecuador	126	509
Guatemala	N/A	607
Honduras	673	750
México	70	142
Panamá	160	814
Perú	N/A	384
Suriname	N/A	386

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: No se presentan resultados para todos aquellos ODS cuyo objetivo no está claramente definido o los resultados del coeficiente no son estadísticamente significativos. Los países con un 0 ya han alcanzado el objetivo.

CUADRO 4.5. Crecimiento de la inversión adicional anual requerido para alcanzar el nivel de los ODS de la OCDE en 2030 (porcentaje)

ODS	1	2	3	8	10.1	10.2
Argentina	0	5	15	13	21	19
Bolivia	18	29	29	37	27	25
Colombia	11	13	18	26	22	22
Chile	3	6	2	30	22	20
Costa Rica	5	14	2	36	25	25
Ecuador	8	19	14	10	19	18
Guatemala	N/A	26	23	35	N/A	N/A
Honduras	26	26	24	38	28	28
México	7	7	14	25	16	15
Panamá	6	17	10	40	25	25
Perú	N/A	16	19	34	22	21
Suriname	N/A	14	22	18	N/A	N/A

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: Los ODS cuya estimación tuvo resultados que no son estadísticamente significativos (ODS 4, ODS 5.2, ODS 9.1, ODS 13), no se incluyen en el cuadro. Lo mismo se aplica para los países que muestran N/A en los resultados. Para el ODS 8, la inversión adicional anual requerida se calcula como la inversión adicional necesaria para lograr el doble del crecimiento del PIB acumulado en el período 2018-23 (pronosticado por el FMI) en cinco años. Por lo tanto, este objetivo solo se calcula para 2023. Los países con un 0% ya han alcanzado la meta.

incremental requerida que se muestra en el cuadro 4.5). La tasa de crecimiento anual promedio se calcula a lo largo de un período de 12 años, es decir, el número de años que quedan hasta 2030. Solo para ODS 8, este es un período de cinco años, es decir, el número de años que quedan hasta 2023.⁸⁸

Como se muestra en el cuadro 4.5, los porcentajes varían significativamente dentro de los países y entre los ODS, por lo que es difícil generalizar.

Hay países donde el incremento de la inversión anual es inferior al 10%, como Chile, Costa Rica, México y Panamá para el ODS 1 (Fin de la pobreza), y Argentina, Chile y México para el ODS 2 (Hambre cero). En estos casos, las inversiones en telecomunicaciones combinadas con una regulación económica sólida y un aumento de la demanda de los servicios de telecomunicaciones pueden contribuir a alcanzar la meta de los ODS.

Los países que requieren una inversión superior al 10%-15% necesitarán un importante esfuerzo para cerrar la brecha de los ODS. En particular, países como Bolivia y Honduras necesitarían elevar la

inversión anual de manera sustancial en los próximos 12 años para cerrar la brecha de los ODS con la OCDE. En este caso, el logro de la meta de los ODS demandará un esfuerzo combinado de inversión en telecomunicaciones y en otras industrias, y la implementación de políticas sociales. La inversión en infraestructura digital puede colaborar en pos de este objetivo, pero no puede ser el único motor.

Para el ODS 8 y el ODS 10, los incrementos en la inversión anual son sustanciales, lo que se refleja en la gran brecha económica que existe entre la región y la OCDE (ODS 10) y el objetivo muy ambicioso (pero hipotético) establecido por el ODS 8.

⁸⁸ A modo de ejemplificación numérica, entre 2013 y 2017 la inversión total promedio en infraestructura digital de Argentina ascendió a US\$3.451 millones. Para cerrar la brecha con el ODS 2, Argentina requiere US\$2.645 millones adicionales además de lo que ya invirtió en 2017 (US\$3.636 millones). La suma de estos dos rendimientos a la inversión total requerida en infraestructura digital constituye el objetivo de US\$6.281 millones. Para este ODS, el crecimiento de la inversión se puede alcanzar en 12 años. Por lo tanto, la CAGR equivale a $(6.281/3.451)^{(1/12)} - 1 = 5\%$.

CUADRO 4.6. Crecimiento de la inversión adicional anual requerido para cumplir con las metas de los ODS para 2030 (porcentaje)

ODS	1	2
Argentina	4	13
Bolivia	19	30
Colombia	12	17
Chile	6	14
Costa Rica	8	19
Ecuador	10	21
Guatemala	N/A	28
Honduras	27	28
México	9	14
Panamá	8	21
Perú	N/A	20
Suriname	N/A	18

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: No se incluyen resultados en el caso de los ODS cuyo objetivo no está claramente definido o los resultados del coeficiente no son significativos.

El cuadro 4.6 exhibe un panorama similar para el ODS 1 y el ODS 2. Para cada ODS, el porcentaje de crecimiento es mayor, porque la brecha con la meta de los ODS es superior a la brecha existente en relación con el promedio de la OCDE.

Las siguientes gráficas de dispersión constituyen una representación diferente de la misma evidencia. En el eje x del gráfico 4.1 se representa el nivel de inversión per cápita promedio de los últimos cinco años, mientras que en el eje y se refleja la inversión per cápita incremental total requerida para cerrar la brecha de los ODS en 2030.

En el primer conjunto de gráficos, todos los países que se encuentran por encima de la línea punteada⁸⁹ requerirán un esfuerzo de inversión incremental per cápita mayor del que han realizado, en promedio, en los últimos cinco años. Esto puede significar que estos países necesitarán más tiempo para cerrar la brecha de los ODS con las inversiones en telecomunicaciones. En cambio, para los pocos países que se hallan en la esquina

inferior derecha y, en general, debajo y lejos de la línea de puntos, el incremento necesario en la inversión requerida para eliminar la brecha representa una proporción menor y probablemente más alcanzable de los niveles de inversión per cápita del pasado. En el segundo conjunto de gráficos, no se representan líneas punteadas porque todos los valores (países) se ubican por encima de dicha línea y, por lo tanto, requieren un esfuerzo de inversión extremadamente grande.

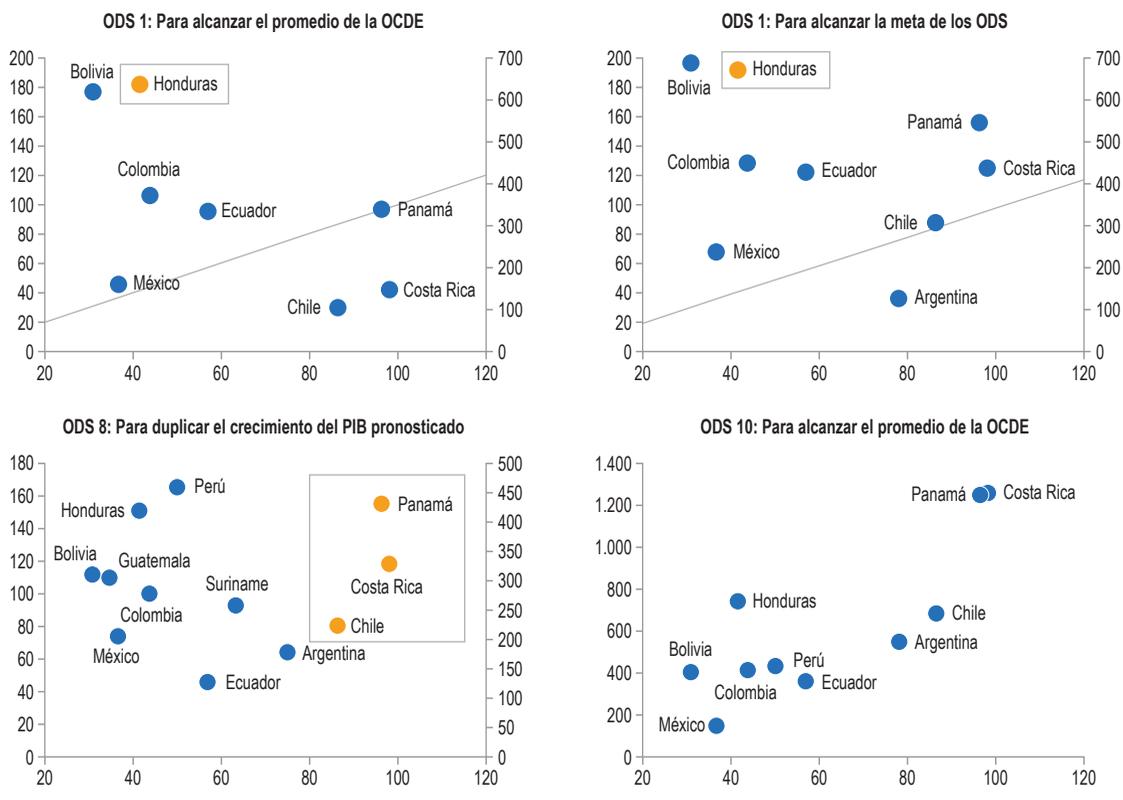
La principal conclusión que se puede extraer de estos gráficos es que los países del estudio se encuentran en posiciones bastante diferentes en relación con la facilidad o dificultad que implica para ellos alcanzar los ODS en 2030 a través de un aumento en el nivel de inversión digital. En relación con el ODS 1, Bolivia y Honduras son los dos países más rezagados en cuanto a la inversión en telecomunicaciones necesaria para alcanzar el promedio de la OCDE o la meta oficial de 2030. Si desean lograr los objetivos, requerirán aumentos significativos de la inversión, no solo en términos de infraestructura de telecomunicaciones, sino también en otras industrias. En el otro extremo, hay países como Argentina, Chile y Costa Rica para los cuales el aumento de la inversión debería ser más factible. Para los ODS 8 y 10, las inversiones requeridas serían un poco más altas, dada la gran brecha existente y la necesidad de emprender políticas horizontales globales más allá de la inversión en telecomunicaciones.

Estimación de la combinación requerida de inversión en infraestructura de telefonía fija y móvil

Como parte de este análisis econométrico, se ha estimado por separado el impacto de otras dos variables de inversión en telecomunicaciones en los resultados de los ODS: inversiones en infraestructura fija e inversiones en infraestructura móvil. En esta sección se resume el impacto de este

⁸⁹ La línea de puntos muestra los valores donde la inversión incremental es igual a la inversión promedio de los últimos cinco años.

GRÁFICO 4.1. Representación gráfica de la inversión histórica per cápita (eje x) y la inversión per cápita adicional requerida (eje y) para ODS seleccionados (dólares de EE.UU.)



Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Nota: Dada su naturaleza atípica, los países denotados con puntos color naranja están representados en el eje y secundario (a la derecha). El ODS 10 se mide como la participación en el ingreso del 20% inferior.

análisis econométrico separado y se proporciona una breve interpretación.

No todas las especificaciones de los coeficientes estimados son estadísticamente significativas para la inversión tanto fija como móvil. Para algunos ODS, solo son estadísticamente significativos el coeficiente para la inversión en telefonía fija o el coeficiente para la inversión en telefonía móvil. Así, solo los incrementos en la inversión fija o móvil pueden afectar la métrica de los ODS. Este es el caso de los ODS 2, 4, 5.1 y 5.2, 9.2 y 10.2.

Para todos los restantes ODS que son objeto del análisis (ODS 1, 3, 8, 10.1, 13), las inversiones en telefonía tanto fija como móvil tienen un impacto

estadísticamente significativo en la métrica de los ODS. Sin embargo, el coeficiente para la inversión en telefonía móvil es consistentemente mayor en todas las especificaciones: entre tres y siete veces superior al coeficiente para la inversión en telefonía fija. Esto es especialmente cierto para ODS 3 y ODS 13, en cuyo caso el coeficiente por inversión en telefonía móvil es, respectivamente, siete y seis veces mayor que el coeficiente por inversión en telefonía fija. Si bien estas magnitudes deben tomarse como una aproximación a grandes rasgos, indican que es probable que el impacto de las inversiones en telefonía móvil sea superior al de las inversiones en telefonía fija.

5

Recomendaciones

Dado que hay evidencia cuantitativa que muestra que las inversiones en telecomunicaciones fomentan el desarrollo sostenible, dichas inversiones deben ser fuertemente incentivadas. Esta es la principal recomendación del informe. Asimismo, de los resultados de este estudio surgen otras recomendaciones, que se centran en los siguientes aspectos:

- La importancia de las instituciones públicas y, en particular, de las organizaciones multilaterales para proporcionar fondos para financiar inversiones digitales.
- La necesidad de eliminar regulaciones innecesarias e impuestos ineficientes.
- La necesidad de incentivar la adopción de servicios digitales y aplicaciones IoT.

El papel de las instituciones públicas en apoyo de las inversiones

Promover la inversión en el sector de telecomunicaciones es fundamental para aumentar la contribución de la infraestructura digital al desarrollo sostenible. En ese sentido, las políticas públicas, como el financiamiento de las obligaciones de servicio universal, van en la dirección correcta. Muchos países de la región han puesto en marcha numerosas políticas públicas para financiar el despliegue de infraestructura digital, especialmente en zonas menos desarrolladas, y también

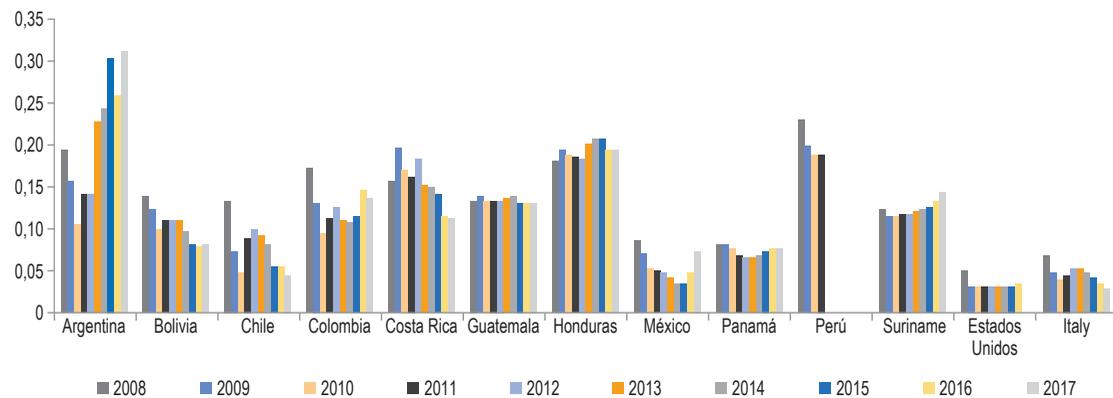
han desplegado redes de fibra óptica troncal. La mayoría de estos planes se financian a través de los ingresos de la industria, con la excepción del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones en Chile y FONCOS en México, que se financian con cargo al presupuesto público (anexo A).

El entorno macroeconómico de América Latina no favorece aumentos sustanciales de la inversión financiada por el sector público. La deuda pública en casi todos los países considerados en este estudio ha aumentado constantemente en los últimos años, lo que implica déficits fiscales cada vez más negativos (5G Americas, 2017).⁹⁰ Al mismo tiempo, se ha vuelto cada vez más oneroso para las empresas privadas el hecho de contraer deuda para financiar inversiones a largo plazo. Como se puede apreciar en el gráfico 5.1, las tasas de interés de los préstamos son significativamente más altas en América Latina que en los países más desarrollados, como Estados Unidos e Italia.

Los fondos y el financiamiento público concesional internacional proveniente de bancos multilaterales de desarrollo (BMD) pueden movilizarse en áreas donde los recursos públicos nacionales son insuficientes y las empresas no pueden encontrar financiamiento privado adecuado. Varios BMD ya están proporcionando fondos para proyectos de

⁹⁰ Según datos de CEPAL, en los países del estudio la deuda pública (como porcentaje del PIB) ha aumentado durante el período 2008-17.

GRÁFICO 5.1. Tasas de interés de los préstamos (porcentaje)



Fuente: Banco Mundial.

infraestructura dirigidos a los ODS. En particular, el BID y el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) han sido muy activos en esta área. Por lo tanto, sería importante que esta actividad continúe y, en la medida en que sea factible, que aumente.

Un área en la que estos fondos podrían enfocarse es la inversión en zonas rurales. Este estudio analiza si la inversión en telecomunicaciones tiene un impacto diferente en países con un mayor porcentaje de población rural.⁹¹ En general, en los países con estas características el impacto de la infraestructura de telecomunicaciones en los ODS no suele ser significativo. Este hallazgo puede deberse al hecho de que los países más rurales pueden haber invertido menos en telecomunicaciones porque invertir en zonas rurales requiere una inversión inicial mayor.

Eficiencia de las inversiones

Otra forma de promover las inversiones es mediante la eliminación de políticas que distorsionan las decisiones de inversión, como la regulación excesiva y los impuestos ineficientes. En la actualidad, en casi todos los países de la región, el mercado de las telecomunicaciones está regulado. Esto significa que el regulador tiene un papel, por acción u omisión, en el desarrollo del sector. El enfoque regulatorio que prevalece en América Latina se basa cada vez más en el análisis de la

competencia del mercado. En este contexto, el marco regulatorio es especialmente fundamental para incentivar las inversiones.

De acuerdo con Frontier (2017),⁹² el análisis de la competencia, como se lleva a cabo actualmente, plantea una serie de problemas ante la naturaleza dinámica del sector, entre los que cabe citar los siguientes:

- Énfasis en la eficiencia estática (vs. dinámica).
- Horizonte temporal a corto plazo.
- Enfoque determinista del análisis de la competencia centrado en la estructura del mercado (número y proporción de operadores).

Esto implica que los reguladores a menudo solo consideran que un mercado es competitivo cuando se observan fuertes caídas de precios. Si no se observa esta tendencia, los reguladores la interpretan como un signo de competencia

⁹¹ Específicamente, se incluyen dos variables adicionales en las regresiones detalladas en la sección 3, que estiman el impacto de la inversión total en TIC en los ODS: la primera es una *dummy* que toma el valor de 1 cuando el porcentaje de la población rural es superior al 35%; la segunda es una interacción entre la variable *dummy* de la población rural y la inversión total en TIC. Esta última variable capta el impacto en los ODS de la inversión en TIC en zonas rurales.

⁹² Véase el enlace <https://cet.la/estudios/cet-la/analisis-competencia-mercados-dinamicos/>.

insuficiente porque se produce en un mercado concentrado. El problema con este enfoque estático es que los precios a la baja pueden afectar el rendimiento de la inversión futura. Es decir, si los inversionistas esperan una disminución en los precios debido a la acción regulatoria, entonces puede suceder que no se realicen inversiones. Esto suele ocurrir en contextos donde la incertidumbre y el escrutinio regulatorios son mayores.

Para superar estas deficiencias, los supervisores de América Latina deben considerar la competencia como determinada por la existencia de rivalidad. La rivalidad es lo que crea incentivos para que las empresas reduzcan los costos, bajen los precios e inviertan y desarrollen nuevos servicios (siempre que los ingresos esperados de esa inversión excedan los costos de la inversión ajustados al riesgo). En un mercado dinámico, la competencia entendida como rivalidad no está determinada por un cierto nivel de precios o por cuotas de mercado por debajo de un umbral determinado, sino por condiciones de mercado que indican y facilitan la existencia de rivalidad, real o potencial, entre empresas.

Los impuestos también pueden distorsionar el consumo y la inversión. Al hacer que el consumo sea más costoso, se reduce la utilización de los servicios y, por ende, la rentabilidad de las inversiones. La inversión puede estar también sujeta a impuestos (por ejemplo, aranceles de importación sobre bienes de equipo o impuestos aplicados a la instalación de sitios móviles), lo que tendrá un impacto en el desarrollo de la red. Si bien los impuestos pueden tener una justificación económica y aumentar el bienestar, los resultados de este estudio muestran que los departamentos del Tesoro deben tener un cuidado adicional al aplicarlos a la industria digital, dado su efecto sobre el desarrollo sostenible.

Incentivando la adopción de tecnologías digitales e IoT

Adopción de tecnologías digitales

Uno de los principales obstáculos para que la industria digital contribuya a los objetivos de desarrollo

sostenible es que en la región de ALC hay un menor nivel de difusión de los servicios digitales, en comparación con otras regiones. La penetración de dichos servicios en los hogares de la región sigue siendo escasa con respecto al promedio de la OCDE (CAF y Telecom Advisory Services, 2017).

El poder adquisitivo de la población es considerablemente limitado en términos de la adquisición de dispositivos y, especialmente, terminales, como PC y teléfonos inteligentes. Esta es una de las principales barreras para la adopción de banda ancha (tanto móvil como fija) en América Latina, especialmente entre los segmentos más pobres de la población (Cet.la y Telecom Advisory Services, 2017).

En el caso de la banda ancha fija, la brecha de demanda de América Latina representa en promedio el 45%.⁹³ Este porcentaje refleja los hogares que no pueden acceder a banda ancha fija, independientemente de la disponibilidad existente en el lugar donde residen. Como ya se mencionó, una de las principales causas de los impedimentos a la demanda es el alto costo que representa adquirir servicios de telecomunicaciones para los individuos (banda ancha móvil) o los hogares (banda ancha fija) en relación con el ingreso promedio en la región. En este contexto, las autoridades públicas pueden adoptar políticas que reduzcan el costo de adquirir servicios de banda ancha (Cet.la y Telecom Advisory Services, 2017).

Otro elemento importante para incentivar la adopción de tecnología digital es la disponibilidad de contenido local (Rhinesmith, 2016). ALC es la región del mundo con el porcentaje más bajo de contenido local en 2013 (26,60%).⁹⁴ La generación de contenido local específico puede llevar a un aumento de la tasa de penetración de banda ancha, como lo muestran los datos de la OCDE para los países de Europa y Asia, e incluso América Latina.⁹⁵

⁹³ Véase el enlace http://www.teleadv.com/wp-content/uploads/BoP_.pdf.

⁹⁴ Medido por el índice de popularidad. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38916/1/ecosistema_digital_AL.pdf.

⁹⁵ Consúltese el sitio https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38916/1/ecosistema_digital_AL.pdf.

Finalmente, las campañas de alfabetización digital son extremadamente útiles para aumentar la adopción de servicios de banda ancha (Rhinesmith, 2016). Tanto los gobiernos como las ONG y el sector privado pueden diseñar iniciativas para aumentar la capacidad digital de las comunidades para participar en línea.

Inversión en IoT

El impacto de la industria digital en algunos ODS, como los ODS 12, 14, 15, 16 y 17, funciona principalmente a través de nuevas tecnologías IoT y M2M. Por lo tanto, promover la inversión en IoT es fundamental para el logro de dichos objetivos. Como el IoT constituye una tecnología incipiente, es de esperar que la infraestructura digital todavía no tenga un gran impacto en estos ODS. En América Latina la inversión en IoT ha sido menor que en otras regiones más desarrolladas, lo que retrasará los efectos de esta inversión en los ODS. Según la base de datos de la UIT, en 2015 Chile tenía 386.000 conexiones M2M, mientras que en República Checa había hasta 750.000. En un país de mucha menos población y mayor riqueza como Finlandia, estas ascendían a más de 1 millón.⁹⁶

La revisión del nuevo marco normativo de la Unión Europea (UE) sobre comunicaciones electrónicas⁹⁷ (Código de comunicaciones electrónicas) ha desencadenado un debate sobre la mejor manera de fomentar la inversión en la UE para desplegar las redes de muy alta capacidad, que son cada vez más necesarias para los servicios móviles 5G, y también para los servicios electrónicos de salud y administrativos, computación en la nube y vehículos conectados. La iniciativa planea alcanzar para 2025 la cobertura de 5G para todas las áreas urbanas y las principales rutas de transporte terrestre. Tal como se aprobó en junio de 2018,⁹⁸ el nuevo código modifica el marco regulatorio actual de modo de facilitar la coinversión (es decir, la inversión conjunta acordada por varios inversionistas) para construir una nueva infraestructura de red de alta capacidad. Según la propuesta de la Comisión, todos los tipos de

coinversión (incluidos los modelos de empresas conjuntas,⁹⁹ de acceso recíproco¹⁰⁰ y de acceso a largo plazo¹⁰¹) podrían llevar a una exención de la regulación si las condiciones predefinidas del artículo 74¹⁰² se cumplen.¹⁰³

Además, el Código introduce nuevas reglas sobre la gestión del espectro: si bien anteriormente se gestionaba a nivel nacional, el Código habilita un marco para facilitar la asignación de espectro en la UE. El objetivo es lograr la liberación simultánea de frecuencias de espectro en todo el mercado único de la UE, en las mismas condiciones técnicas, y así atraer inversiones simultáneas en redes 5G para todo el bloque. El Código busca incentivar e incrementar la inversión en espectro, en parte con una mayor duración de las licencias (20 años), y brindar claridad sobre la renovación de las mismas.

⁹⁶ Como no se dispone de datos sobre la inversión en IoT para medir la actividad de IoT, se utilizan las conexiones M2M (*machine to machine*) como una *proxy* para la inversión de capital de IoT. Aunque el IoT y M2M no son completamente lo mismo, están muy relacionados: muchos de los servicios que el IoT puede proporcionar, M2M los brinda a través de la interdependencia de los dispositivos inteligentes.

⁹⁷ Este marco establece normas comunes sobre la forma en que están regulados en la Unión Europea (UE) las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas, como la telefonía y las conexiones de banda ancha de Internet.

⁹⁸ Visítase el sitio <http://www.consilium.europa.eu/en/policies/electronic-communications-code/>.

⁹⁹ En el modelo de empresa conjunta se establece una nueva entidad de propiedad conjunta y controlada por los coinversionistas para desarrollar y operar la infraestructura de red. La empresa conjunta vende servicios de acceso de fibra a sus socios y, potencialmente, a terceros en una base de acceso.

¹⁰⁰ En el modelo de acceso recíproco, los coinversionistas son responsables de desarrollar y operar su propia infraestructura de red (generalmente en áreas geográficamente separadas) y los acuerdos de acceso recíproco permiten que las partes del acuerdo de coinversión sirvan a los clientes a través de la infraestructura de red de cada uno (a través de acceso activo o pasivo).

¹⁰¹ En el modelo de acceso a largo plazo, una parte está a cargo de la construcción de la infraestructura de la red y un acuerdo contractual establece cómo proporcionar acceso a la nueva infraestructura y compartir costos, riesgos y beneficios entre todos los coinversionistas.

¹⁰² El artículo 74 del borrador del texto requiere que los supervisores se abstengan de imponer regulaciones con respecto a los “nuevos elementos de red” que un operador dominante “ha desplegado” o “planea desplegar” cuando se producen varias condiciones acumulativas.

¹⁰³ Disponible en la página http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI%282018%29614693.

Todo esto tiene la finalidad de garantizar el rápido despliegue de la tecnología 5G en toda la UE a partir de 2020.¹⁰⁴

Resulta crucial examinar las políticas mencionadas, incluida la exención de la regulación para la inversión conjunta en infraestructura de red de alta capacidad y las nuevas reglas armonizadas

sobre la gestión del espectro, para comprender cómo los países de ALC podrían adaptarlas a sus características específicas.

¹⁰⁴ Véase <https://www.globalpolicywatch.com/2018/08/iot-update-the-european-electronic-communications-code-developing-the-future-of-iot-in-the-eu/>.

Anexo A

Revisión de la bibliografía

En esta sección se incluye una revisión de estudios previos sobre infraestructura digital y desarrollo sostenible, y las conclusiones que allí se derivan.

Impacto de los sectores de telefonía fija y móvil en los ODS

La literatura especializada muestra que la banda ancha, tanto fija como móvil, pero especialmente móvil, desempeña un papel crucial en el fomento del desarrollo sostenible, al proporcionar acceso a servicios esenciales de información y comunicación en zonas rurales y poco atendidas. El acceso a la información es esencial para proporcionar a las personas de los países en desarrollo mejores niveles de educación y de atención médica y servicios financieros.

- GSMA (2016) fue el primer informe con datos clave sobre el impacto transformador de la industria móvil en individuos, sociedades y economías de todo el mundo, en mercados desarrollados y en desarrollo. Establece un punto de referencia mediante el cual la industria puede evaluar su éxito en la contribución a los ODS y sirve como modelo para otras industrias en su compromiso de alcanzar los ODS. El informe describe los medios a través de los cuales la industria influye en

los ODS, vincula las actividades de la industria móvil con los mismos y sus metas, y evalúa el impacto de estas actividades en los ODS. La industria móvil afecta a todos los ODS en diversos grados, en particular: ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ODS 1 (Fin de la pobreza), ODS 4 (Educación de calidad) y ODS 13 (Acción por el clima). En cuanto a las actividades de la industria, el 30% es operativo, el 27% se relaciona con la producción primaria de la industria (conectividad), el 32% con servicios o contenido basados en esa conectividad, y el 11% se cataloga como no básico. Esta evidencia se utiliza para reflejar las implicaciones de las tendencias actuales y lo que la industria puede hacer para mejorar el impacto.

- GSMA (2017) constituye una actualización de GSMA (2016) y muestra el progreso que la industria digital ha logrado en términos de impacto sobre cada ODS. El impacto de la industria aumentó en los 17 ODS.¹⁰⁵ GSMA subraya que hay tres tendencias subyacentes que explican la mayor parte de la mejora de dicho impacto en 2016. Primero,

¹⁰⁵ Cada ODS tiene una puntuación de 100, con una puntuación más alta que representa un mayor impacto. Una puntuación de 0 significa que no tendría ningún impacto, mientras que una puntuación de 100 indica que la industria está haciendo todo lo posible para influir en ese ODS.

los operadores móviles han invertido mucho para expandir la infraestructura y optimizar la calidad del servicio. Segundo, los operadores continúan aumentando el número de conexiones. Los beneficios económicos y sociales de esto son amplios, y la conectividad impulsa mejoras en el crecimiento económico a través de la mejora de la productividad, el desarrollo de infraestructura y la eficiencia. Finalmente, los usuarios se están volviendo cada vez más sofisticados en la forma en que usan sus teléfonos móviles y están comenzando a acceder a servicios móviles más avanzados, como el dinero móvil y los servicios públicos. Sin embargo, la industria móvil aún está lejos de desplegar completamente su impacto potencial. Entre las razones de este hecho cabe citar: el aumento del costo de establecer nuevas conexiones, las limitaciones de la regulación y las barreras culturales. Por lo tanto, los operadores aún tienen mucho que hacer para desplegar su potencial y contribuir al logro de los ODS.

- GSMA (2018a) explica cómo la industria móvil demostró ser un salvavidas importante durante la temporada de huracanes de 2017 en el Caribe. Casi el 60% de las personas de esa subregión está suscrito a un servicio móvil, y confía en sus teléfonos para acceder a información esencial y servicios de comunicación. Por lo tanto, los operadores móviles fueron clave para salvar vidas al enviar mensajes de alerta temprana sobre huracanes que se aproximaban, actualizar con regularidad a las personas sobre los esfuerzos de reconstrucción y ofrecer SMS, llamadas y datos gratuitos o a coste reducido, así como acceso gratuito a Wi-Fi para garantizar el acceso a la comunicación. El informe destaca que el posicionamiento previo y la configuración de los sistemas de apoyo y el respaldo necesario del regulador antes de un desastre son esenciales para el inicio inmediato de los servicios de asistencia a la comunidad. La fuerza destructiva de los huracanes Irma y María expuso

las brechas en la coordinación y comunicación de los interesados, y destacó múltiples interdependencias. Por lo tanto, el informe recomienda que, a medida que la región se reconstruye, la industria móvil y otras partes interesadas, incluidas las agencias gubernamentales, fortalezcan y apliquen los procedimientos de coordinación. Los Operadores de Redes Móviles (ORM) en regiones de alto riesgo deben reevaluar las prioridades de inversión, lo cual no solo será vital para proteger los activos, sino también para proporcionar una línea de comunicación para las comunidades vulnerables en sus regiones de operación.

- GSMA (2018b) se centra en la contribución de la industria móvil al crecimiento económico en África Subsahariana. Uno de los resultados que presenta es que en 2017 las tecnologías y servicios móviles generaron el 7,1% del PIB en la mencionada región, contribución que ascendió a US\$110.000 millones. El ecosistema móvil también generó casi 3 millones de empleos en ese año. Además, el sector móvil también hizo una contribución sustancial al financiamiento del sector público, con la recaudación de casi US\$14.000 millones en 2017, si se consideran la tributación general y los gravámenes específicos del sector sobre el consumo de servicios móviles.
- Latif et al. (2017) exploran la relación entre la difusión de las TIC y el desarrollo ambiental sostenible en los países del sur de Asia durante el período 2005-15. El estudio evalúa la contribución de cinco indicadores TIC (suscripciones de línea fija, móvil y de banda ancha fija, usuarios de Internet y número de servidores seguros) en el índice compuesto de desarrollo sostenible y crecimiento (SusD). De este modo, se observa una relación directa entre la mayoría de los indicadores y la SusD y se destaca el papel de las TIC en el logro de los ODS. Aun así, el efecto de la banda ancha fija no fue estadísticamente significativo para las economías del sur de Asia. Se estima

como posible razón el bajo poder adquisitivo en los países de la zona, lo que disminuye la capacidad individual para pagar los cargos mensuales de Internet.

- CAF (2017) sostiene que la banda ancha, tanto fija como móvil, estimula directa e indirectamente el crecimiento económico de un país. Se identifican tres tipos de efectos económicos: directos, indirectos e inducidos. Tanto la creación de empleo como la mejora del crecimiento económico son efectos directos. La banda ancha también contribuye indirectamente al aumento de la productividad de un país. Finalmente, de manera inducida, la banda ancha genera nuevas actividades comerciales al fomentar el espíritu empresarial. El informe también señala que la banda ancha tiene un impacto desde el punto de vista social, sobre todo en las áreas de educación, salud y desarrollo rural.

El informe calcula los beneficios económicos derivados de la expansión de la banda ancha a nivel nacional y subnacional en tres países de América Latina (Colombia, México y Perú), utilizando el denominado método del multiplicador. Así, para 2020 estima un impacto acumulativo de:

- US\$17.880 millones (equivalente al 2% del PIB) y cerca de 500.000 empleos adicionales (1,9% de la población activa) en Colombia.
- US\$29.000 millones (1,8% del PIB) y alrededor de 1,3 millones de empleos (2% de la población activa) en México.
- US\$4.700 millones (1,4% del PIB de ese año) y cerca de 250.000 empleos (1,4% de la población activa) en Perú.
- Los informes del BID (2015, 2016) sobre Internet y Conectividad de Banda Ancha ofrecen información valiosa sobre el desarrollo de las TIC en los 12 países analizados en este estudio. Examinan la capacidad de estos países para explotar las oportunidades que ofrecen las TIC para mejorar la competitividad y el bienestar. Para los 12 países considerados, los

informes proporcionan un examen en profundidad de la relación entre el acceso de banda ancha y varios indicadores socioeconómicos y de desarrollo de infraestructura a nivel distrito/municipio. Para evaluar la correlación entre la penetración de banda ancha y el conjunto de indicadores de desarrollo, en estos reportes el BID clasifica a cada uno de los distritos territoriales de los países en un rango de 1 a 4 para cada indicador. Luego, compara la penetración de banda ancha con los indicadores para crear una matriz de correlación. El cuadro A1 muestra los resultados obtenidos.

Impacto general del sector digital en los ODS

De acuerdo con investigaciones previas, el progreso de las TIC ayuda a promover el desarrollo sostenible, especialmente en los países en desarrollo, a través de servicios en línea tales como pagos electrónicos, banca móvil, aprendizaje electrónico, acceso electrónico a la salud, gobierno electrónico, comercio electrónico y otros servicios. Para poder almacenar y procesar todos los datos que generan estos servicios, es necesario poner en marcha una infraestructura significativa de redes, almacenamiento y procesamiento, incluidos los centros de datos.

- Huawei (2017) explora la relación entre las TIC y el desarrollo sostenible, e identifica cómo las entidades pueden contribuir al logro de los ODS. Este informe: i) investiga seis ODS que tienen un vínculo claro con el desempeño de las TIC y, por lo tanto, es más probable que se alcancen para 2030 con el apoyo de las TIC; ii) explora el desempeño de 15 países desarrollados y en desarrollo en relación con los ODS y las TIC; y iii) destaca las lecciones extraídas de las iniciativas nacionales, a partir de los estudios de casos de países. Huawei extrae las siguientes conclusiones:
 - Las TIC están altamente correlacionadas con el desempeño de los ODS a nivel

CUADRO A.1. Resultados obtenidos por los estudios de país del BID en cuanto a la penetración de banda ancha

	Población	PIB per cápita	Penetración de				Agua y saneamiento	Electricidad	Gas	Ferrocarril	Carreteras	
			Salud	Educación	Delitos	computación						de Internet
Argentina	Débil	Fuerte	Moderado	Moderado	Débil	Fuerte	Fuerte	Moderado	Débil	Moderado	Débil	Débil
Bolivia	Débil	Moderado	Fuerte	Fuerte	Moderado	Fuerte	Moderado	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Débil	Débil
Chile	Débil	Fuerte	Débil	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Débil	Fuerte	Débil	Moderado	Moderado	Moderado
Colombia	Moderado	Débil	Moderado	Débil	Débil	Fuerte	Fuerte	Débil	Moderado	Débil	Moderado	Moderado
Costa Rica	Moderado	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Moderado	Fuerte	Fuerte	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Fuerte
Ecuador	Fuerte	Moderado	Débil	Fuerte	Moderado	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Moderado	Moderado	Débil	Moderado
Guatemala	Moderado	Débil	Fuerte	Moderado	Débil	Fuerte	Fuerte	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Fuerte
Honduras	Fuerte	Fuerte	Débil	Fuerte	Moderado	Fuerte	Fuerte	Moderado	Fuerte	Moderado	Fuerte	Débil
México	Fuerte	Moderado	Débil	Moderado	Moderado	Fuerte	Moderado	Débil	Débil	Débil	Débil	Moderado
Panamá	Fuerte	Moderado	Débil	Moderado	Débil	Fuerte	Fuerte	Moderado	Moderado	Moderado	Débil	Débil
Perú	Fuerte	Débil	Moderado	Fuerte	Moderado	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Moderado
Suriname	Moderado	Moderado	Moderado	Fuerte	Moderado	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Débil

Fuente: Estudios de banda ancha del BID por país (Informes de Conectividad de Internet y Banda Ancha, 2015, 2016).

nacional (89%), lo que sugiere que los países que tienen un buen desempeño en las TIC también lo tienen en los ODS. Si bien esto no prueba la causalidad, sugiere una relación fuerte. La correlación entre el desarrollo de las TIC y el progreso de los ODS es particularmente alta para el ODS 9 (Industria, infraestructura e innovación), el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 3 (Salud y bienestar).

- En general, los países desarrollados suelen tener puntajes de TIC más altos que los de los ODS, lo que indica que el despliegue de las TIC está superando los avances en materia de desarrollo sostenible, mientras que en los países en desarrollo ocurre lo contrario. Esto significa que los países desarrollados deben tratar de dirigir la inversión en TIC hacia el logro de los ODS, mientras que las naciones en desarrollo pueden beneficiarse de las políticas que apuntan a aumentar la inversión en TIC y mejorar la infraestructura digital.
- Ono, lida y Yamakazi (2017) explican cómo se relacionan los ODS con las actividades corporativas, y presenta la opinión del Grupo Fujitsu y los métodos de evaluación con respecto a sus contribuciones para alcanzar los ODS a través de la provisión de servicios TIC, incluyendo ejemplos específicos. El documento destaca las mejoras de eficiencia que se han realizado en áreas como el consumo de energía y la producción y el consumo de bienes. El Grupo Fujitsu ha proporcionado servicios TIC que contribuirán a los 17 ODS. Los ejemplos incluyen sistemas de intercambio de información en desastres basados en teléfonos inteligentes (ODS 11), la prestación de servicios de bajo consumo de energía y gestión de la energía (ODS 7 y 13), y servicios en la nube de alimentos y agricultura (ODS 12).
- ICC (2018) sostiene que las TIC están equipando a las poblaciones con herramientas para aliviar, entre otras cosas, la pobreza, el

acceso a la educación, la atención médica y la reducción de las emisiones de CO₂. El informe se centra en una serie de ODS y describe los canales a través de los cuales las TIC pueden tener un impacto sustancial.

- Con respecto al ODS 1, una plataforma móvil para la transferencia de dinero y servicios financieros puede brindar a las comunidades remotas y marginadas acceso a una gama de servicios, como préstamos.
- Con respecto al ODS 5, el acceso a las TIC puede influir en la igualdad de género, al permitir que las mujeres participen más fácilmente del mercado laboral.
- Las TIC pueden impactar en el ODS 6 a través de medidores de agua inteligentes que pueden proporcionar información acerca del uso del agua, especialmente durante épocas de sequía o inundaciones, así como el monitoreo en tiempo real de las comunidades y sus condiciones de saneamiento.
- Las TIC permiten la expansión de la infraestructura y las innovaciones tecnológicas para suministrar energía sostenible (ODS 7) como los medidores inteligentes.
- Las TIC pueden permitir el diseño y la gestión de ciudades más inteligentes (ODS 11) al capturar vastas cantidades de datos mediante sensores que monitorean el tráfico vial, mitigan la congestión vehicular, y previenen el derroche de combustible y las emisiones de dióxido de carbono.
- Con respecto al ODS 12, el ICC argumenta que las redes y medidores inteligentes, la computación en la nube y el menor consumo de energía de las TIC tienen un impacto positivo en la reducción del consumo.
- A través de un mejor monitoreo y presentación de informes, las TIC pueden desempeñar un papel integral en la

prevención de la pérdida de biodiversidad y la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres (ODS 15).

- Finalmente, las TIC están transformando la relación entre los ciudadanos y los gobiernos a través de la digitalización de los servicios públicos y aumentando las oportunidades de participación pública en la toma de decisiones (ODS 17).
- Ericsson y el Instituto de la Tierra (2017) sostienen que las TIC, especialmente la banda ancha móvil, serán la plataforma de infraestructura esencial para el logro de los ODS. Se identifican cinco formas principales: i) ampliación acelerada de servicios clave en salud, educación, servicios financieros, agricultura inteligente y sistemas de energía con bajas emisiones de carbono; ii) reducción en los costos de despliegue para abordar las realidades urbana y rural; iii) mayor conciencia pública y compromiso; iv) innovación, conectividad, productividad y eficiencia en muchos sectores; v) mejora más rápida en la calidad de los servicios y de los trabajos.
- García Zaballos e Iglesias (2017) sostienen que las TIC proporcionan servicios que ayudan a avanzar hacia el logro de los ODS: por ejemplo, pagos electrónicos, banca móvil, aprendizaje electrónico, salud, gobierno electrónico, comercio electrónico y otros servicios en línea. Los grandes conjuntos de datos que resultan de estos tipos de servicios requieren almacenamiento confiable, seguridad, baja latencia y herramientas de análisis de *software* para la transferencia y el almacenamiento de datos. El procesamiento y la gestión de *big data* demandan soluciones TIC especialmente diseñadas, así como una infraestructura significativa de redes, almacenamiento y procesamiento, incluidos los centros de datos.

Planes de gobierno

Varios gobiernos de la región de ALC han desplegado planes para mejorar la infraestructura de las

TIC y/o conectar a quienes no están conectados. De manera directa o indirecta, estos planes ayudarán a alcanzar algunos de los ODS. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

- **Argentina:** En 2010 se lanzó el Plan Nacional Argentina Conectada. Su objetivo era construir y desplegar redes de fibra óptica para llegar al 97% de la población para 2015 y llevar Internet de alta velocidad y televisión digital gratuita a regiones no conectadas. El principal impulsor para cumplir el objetivo fue el despliegue de una red nacional de fibra óptica, Red Federal de Fibra Óptica (REFEFO). El proyecto fue adjudicado a ARSAT, la empresa pública satelital argentina. REFEFO tiene más de 30.000 km de despliegue de fibra.

En una etapa posterior, el Ministerio de Comunicaciones estableció el Plan Federal de Internet, también otorgado a ARSAT. Su finalidad era ampliar la red nacional de fibra óptica y conectar ubicaciones remotas a la red troncal de la red nacional de fibra óptica. Se esperaba que más de 1.300 ubicaciones y 29 millones de habitantes estén conectados a la red troncal en 2018.

Recientemente, en abril de 2018 el Ministerio de Modernización emitió un programa de subsidios con el objetivo de promover el acceso a Internet en ciudades de hasta 5.000 habitantes. Hasta el 80% de la inversión de red de acceso requerida en las ciudades será subsidiada (hasta Ar\$ 3 millones por ciudad). ARSAT proporcionará el servicio de transporte mayorista requerido para conectar la red desplegada en las ciudades a la red troncal.

- **Bolivia:** El gobierno de Bolivia ha puesto en marcha una agenda digital y un plan de banda ancha asociado para digitalizar todos los sectores de la población, proporcionando conectividad de banda ancha y dispositivos de conexión, y también enseñando habilidades digitales.

El financiamiento requerido proviene de la Autoridad de Regulación y Fiscalización de

Telecomunicaciones y Transportes (ATT).¹⁰⁶ El plan es ejecutado por PRONTIS,¹⁰⁷ que ha desarrollado varios proyectos para ampliar la cobertura móvil en áreas rurales y para llevar el acceso a Internet, los servicios de comunicación y la televisión por satélite a escuelas, centros de salud y poblaciones rurales.

Para 2023, el objetivo es proporcionar servicios de comunicaciones a más de 16.000 poblaciones rurales y conectar a más de 3 millones de personas actualmente desconectadas.

- **Chile:** Para el período 2013-20, Chile desarrolló la Agenda Digital.¹⁰⁸ Esta abarca cinco áreas principales: derechos para el desarrollo digital, conectividad digital, gobierno digital, economía digital y habilidades digitales.

La conectividad digital está diseñada para generar un mayor nivel de cobertura (90% de los hogares conectados) y velocidades (promedio de velocidad de Internet de 15-20Mbps).

El plan apunta a extender la conectividad y las zonas de Wi-Fi gratuitas junto con los gobiernos regionales y municipales para reducir la brecha digital. Se está haciendo un esfuerzo especial para conectar entidades educativas, zonas urbanas de bajos ingresos y pueblos rurales y aislados.

Para lograr los objetivos anteriores, se puso en marcha un Plan Nacional de Infraestructura. El Plan establece un marco institucional, técnico y normativo con el objetivo de aumentar las redes de fibra óptica en el país.

Una de las partes más relevantes de este plan es la Red de Fibra Óptica Austral,¹⁰⁹ una red nacional pública y privada de fibra troncal otorgada en 2018 para conectar al país con una red de transporte de muy alta capacidad. El objetivo es permitir que los operadores y diferentes entidades amplíen su cobertura y capacidad de servicio. Con más de 3.000 km de longitud, esta red óptica vinculará ambos extremos del país. El proyecto

será subvencionado con US\$100 millones por parte del gobierno a través del Fondo de Desarrollo de Telecomunicaciones.¹¹⁰

El Fondo ofrece subsidios a los operadores para aumentar la cobertura. Gracias al mismo, la cobertura de servicios de comunicación aumentó del 70% en 2009 al 95% en 2015, con más de US\$110 millones de financiamiento público.

- **Colombia:** El Plan Vive Digital (2010-14) fue premiado como uno de los mejores planes de políticas públicas para las TIC en la región. Para el período 2014-18, fue renovado con el nombre de Vive Digital. Los principales objetivos de Plan Vive Digital incluyen: el uso generalizado de Internet, el desarrollo de TIC en el país, el aumento de los empleos relacionados con las TIC para reducir el desempleo y la pobreza, mayor competitividad y el fortalecimiento de la democracia.

Una iniciativa muy exitosa del Plan Vive Digital es el llamado Kioskos Vive Digital. Bajo esta iniciativa, en 2014 se instalaron 7.600 puntos de acceso, que dieron conexión a los ciudadanos de 5.300 pueblos y zonas rurales, y también brindaron apoyo gratuito para el desarrollo de habilidades TIC. A 2014 se habían invertido más de Col\$ 550.000 millones.

El Plan Vive Digital también apuntó a alentar a los estudiantes para que sus carreras y empleos siguieran el camino de las llamadas disciplinas STEM, por sus siglas en inglés (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática). El resultado ha sido que los empleos TIC se triplicaron en el período del plan, con beneficios directos para el sector TIC y otros sectores de la economía. Como parte del Plan,

¹⁰⁶ Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes (ATT): <https://www.att.gob.bo>.

¹⁰⁷ PRONTIS: <http://prontis.gob.bo>.

¹⁰⁸ Visítese <http://www.agendadigital.gob.cl>.

¹⁰⁹ Disponible en <https://foa.subtel.gob.cl/proyecto-fibra-optica-austral-2/>.

¹¹⁰ Consúltese la página <https://www.subtel.gob.cl/quienes-somos/divisiones-2/fondo-de-desarrollo-de-las-telecomunicaciones/>.

se otorgaron subsidios (impuestos más bajos) para la compra de computadoras personales y servicios de Internet (fijos y móviles) a los individuos de estratos sociales más bajos.

Vive Digital (2014-18)¹¹¹ ha continuado promoviendo la inclusión digital a través del desarrollo de las TIC y el estímulo para el estudio de STEM.

- **México:** México estableció un Plan Nacional Digital¹¹² para el período 2013-18 con los siguientes objetivos: transformación del gobierno, economía digital, educación, salud universal y participación ciudadana.

Para el logro de estos objetivos, se identificaron varios canales: conectividad, inclusión y habilidades digitales, interoperabilidad, marco legal y datos abiertos.

Los canales de “conectividad” y “habilidades de inclusión y digitales” son clave para desarrollar infraestructuras digitales y conectar lo desconectado.

Para el canal de conectividad, hay dos proyectos importantes con participación público-privada: “Red Troncal”,¹¹³ una red nacional de transporte de fibra sobre la infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y “Red Compartida”,¹¹⁴ una red móvil mayorista para servicios 4G en la banda de 700 MHz para brindar cobertura a al menos el 92% de la población mexicana para 2024.

Red Compartida tiene la intención de proporcionar cobertura mayorista de 4G a zonas urbanas que ya reciben servicios de los operadores móviles actuales, así como en zonas rurales que actualmente no reciben servicios de los operadores y es poco probable que sean atendidas en el corto/mediano plazo debido a la falta de viabilidad económica. Red Compartida será la primera red móvil mayorista del mundo. Está previsto que la inversión total supere los US\$7.000 millones. La participación pública consiste principalmente en la adjudicación de 90 MHz en la banda de espectro de 700 MHz. En marzo

de 2018, la red inició sus operadores con una cobertura del 30% de la población.

Red Troncal es un proyecto público-privado para proporcionar una red nacional de transporte de fibra mayorista de alta capacidad para los operadores de telecomunicaciones con el fin de atender su creciente demanda de datos y también para que puedan conectarse desde y hacia lugares que actualmente no cuentan con estos servicios. El operador mayorista gestionará la red con recursos de CFE (cables de fibra, infraestructura pasiva y derechos de acceso). Los activos actuales que se usarán para prestar servicios mayoristas incluyen 25.600 km con dos hilos de fibra (oscuros). La concesión se otorgará en 2019 y el ganador tendrá que ampliar la red e invertir alrededor de US\$200 millones.

Para la inclusión y la expansión de habilidades digitales, en el período 2013-18 se ha realizado un esfuerzo importante para conectar a quienes no están conectados y brindar acceso digital a la población rural, las escuelas y las zonas públicas. El proyecto, denominado México Conectado,¹¹⁵ se dirige a garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso a Internet, que es un derecho constitucional. El gobierno federal está implementando el programa junto con los gobiernos estatales y locales. Hasta el momento, se han conectado 101.000 lugares (ámbitos educativos, ámbitos públicos, instalaciones sanitarias, edificios gubernamentales, etc.) con un variado conjunto de soluciones tecnológicas: redes terrestres, redes satelitales y de alta capacidad. El 60% de estos lugares cuenta con Wi-Fi público para que todos los ciudadanos puedan usar sus dispositivos libremente. El monto total estimado de inversión

¹¹¹ Véase el sitio www.mintic.gov.co/portal/604/articles-8247_recurso_4.pdf.

¹¹² Gobierno de México: <https://www.gob.mx/mexicodigital/>.

¹¹³ Telecomm: <http://www.telecomm.gob.mx/rtroncal/>.

¹¹⁴ SCT: <http://www.sct.gob.mx/red-compartida/index.html>.

¹¹⁵ México Conectado: <http://www.mexicoconectado.gob.mx>.

pública para alcanzar la meta de 250.000 sitios conectados es de alrededor de Méx\$ 400.000 millones.

- **Panamá:** La Autoridad Nacional para la Innovación¹¹⁶ desarrolló una Agenda Digital para el período 2014-19, cuyo objetivo principal es proporcionar un 100% de conectividad y banda ancha a toda la población para 2024. Uno de los principales impulsores de este proyecto es el Plan Estratégico de Banda Ancha, iniciado en 2013. En 2012 comenzó a implementarse una red nacional de banda ancha para llevar conexión gratuita e Internet a lugares públicos en 41 ciudades y 1.105 ubicaciones.
- **Perú:** En 2013 Perú lanzó el proyecto Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO).¹¹⁷ Se trata de un proyecto público-privado destinado a reducir la brecha digital y a expandir los servicios digitales y las redes de alta capacidad a casi todas las capitales de provincia y ciudades regionales. Ha sido uno de los proyectos TIC más importantes del país.

RDNFO consiste en una red nacional mayorista construida y operada por una entidad privada, con el Estado como garantía de la viabilidad del proyecto. La inversión total estimada asciende a más de US\$330 millones y despliega 13.500 km de fibra, conectando 180 ciudades jurisdiccionales (de 196

provincias) y 22 capitales regionales (de 24 capitales regionales). Proinversión es la entidad pública a cargo del proyecto RDNFO.

Como complemento del mismo, hay 21 proyectos regionales para extender la red de fibra desde los puntos de presencia RDNFO hasta las capitales de distrito (1.516, equivalentes al 82% del total de las capitales de distrito). La finalidad es proporcionar una red de transporte regional con más de 30.000 km de despliegue de fibra, así como una red de acceso óptico a 6.000 pueblos y entidades públicas, lo que incluye instituciones educativas, centros de salud, instalaciones gubernamentales, etc. Estos proyectos regionales están establecidos por el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL)¹¹⁸ del Ministerio de Comunicaciones y han sido otorgados a los operadores de telecomunicaciones que pueden proporcionar servicios mayoristas y servicios minoristas al usuario final.

Se espera que la cantidad total de inversión asociada a estos proyectos regionales, realizada por FITEL, supere los US\$1.800 millones.

¹¹⁶ Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental, Panamá: <http://innovacion.gob.pa/documentos>.

¹¹⁷ Véase el sitio www.proinversion.gob.pe/RedDorsal/.

¹¹⁸ Visítese <http://www.fitel.gob.pe>.

Anexo B

Estimación de la inversión

Metodología para estimar la inversión pública y privada total en infraestructura de telefonía fija y móvil

En esta sección se describe la metodología que se ha seguido en la sección 4 para mejorar y corregir los datos de inversión de algunos años y países a partir de las fuentes de datos originales.

Infralatam no recopila datos para Suriname.¹¹⁹ Por lo tanto, la inversión de este país debió estimarse sobre la base de una regresión de la inversión en telecomunicaciones en PIB (Banco Mundial), con PIB per cápita (Banco Mundial) y la población total (GSMA). Dado que esta regresión se utilizó para predecir los valores de la inversión pasada para Suriname, el objetivo no ha sido determinar la causalidad sino más bien la correlación. El PIB y la población se seleccionaron como variables de interés debido a su alta correlación con la inversión (coeficiente de correlación de Pearson de 0,86 para el PIB y de 0,78 para la población). Se incluyó también la densidad de población para controlar el costo de la inversión de red fija y las conexiones del IoT para tener en cuenta las inversiones a futuro. Con un R al cuadrado ajustado del 74%, las predicciones son sólidas.

Además, al comparar el CAPEX del sector móvil de GSMA y la inversión total provista por Infralatam, se advierte que durante unos pocos

años en unos pocos países, la inversión total provista por Infralatam pareció ser más baja que la inversión únicamente móvil provista por GSMA. Esto se debió al hecho de que los datos totales de Infralatam se derivan como una suma de inversiones públicas y privadas en telecomunicaciones y a menudo faltan datos privados o públicos para un país. Esto significa que la inversión total, provista por Infralatam, se encuentra subestimada en la medida en que carece de uno de sus componentes. Esto fue especialmente problemático para los países carentes de información sobre la inversión privada (que en promedio representa aproximadamente el 85% de la inversión total en TIC de ALC¹²⁰). Esto se corrigió de la siguiente manera:

- Primero, se calculó la inversión implícita en telecomunicaciones fijas restando el gasto de capital móvil (según lo dispuesto por GSMA)

¹¹⁹ Al principio, en este estudio los datos de Infralatam se complementaban con los datos de la UIT, en cuyo caso había información disponible sobre Suriname. Sin embargo, los datos provenientes de la UIT son muy diferentes de los de Infraltam. Por lo tanto, no fue posible usar las dos bases de datos como complementarias.

¹²⁰ Según lo estimado a partir de los datos de Infralatam (utilizando solo las observaciones para las cuales los datos estaban completos, es decir, se tuvieron en cuenta las inversiones tanto públicas como privadas).

de la inversión total. Como era de esperarse para algunas observaciones, la inversión en telefonía fija implícita fue negativa, dado que, como se explicó anteriormente, la inversión total provista por Infratam fue subestimada.

- Luego, se calculó la razón promedio de la inversión móvil a la inversión total para cada país. Solo se incluyeron las observaciones para las cuales se contaba con inversión pública y privada.
- En aquellos casos en los que la inversión implícita en telefonía fija fue negativa y, por lo tanto, la inversión total quedó subestimada, se calculó la inversión total como aquella capaz de reflejar la razón promedio¹²¹ entre inversión móvil e inversión total.¹²² En otras palabras, si —por ejemplo— en Colombia la inversión móvil representaba en promedio el 60% de la inversión total en TIC, se corregían los valores subestimados de inversión total de dicho país, asumiendo que la inversión total en ese año había respetado la proporción promedio de inversión móvil a inversión total. Por ejemplo, de acuerdo con Infratam, en 2015 la inversión total en Colombia fue solo de alrededor de US\$300 millones. Sin embargo, según la GSMA, ese mismo año el CAPEX móvil superó los US\$1.000 millones. El valor total de inversión en telecomunicaciones se calcula pues en US\$1.800 millones.

Sin embargo, esta metodología no fue suficiente para resolver los problemas de tres países (México, Ecuador y Panamá), para los cuales faltaba toda la serie de inversiones privadas (México y Ecuador) o públicas (Panamá) de la base de datos Infratam. A continuación, se explica cómo se solucionaron estos problemas:

- En el caso de México, a los datos de inversión pública provistos por Infratam se sumaron los datos sobre inversión en TIC con participación privada del Banco Mundial. Para los años en que faltaron los datos del Banco

Mundial, se utilizó un promedio de los datos disponibles.

- No fue posible aplicar el mismo método para Ecuador, ya que el Banco Mundial no tiene datos para este país. Los datos del Banco Mundial para Panamá no pudieron usarse, ya que faltaban los datos sobre inversiones públicas. Los valores de Ecuador y Panamá se subestimaron en la base de datos de Infratam utilizando promedios (sin considerar los valores atípicos).

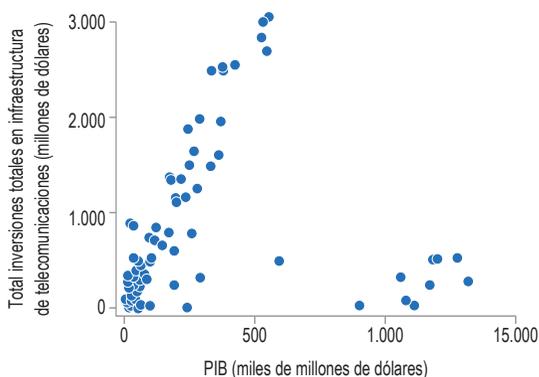
La comparación del coeficiente de correlación de la variable de inversión total (como se proporcionó en primer lugar sin procesar por Infratam) y el PIB con el coeficiente de correlación de la variable de inversión total (según lo estimado de acuerdo con la metodología empleada para este estudio) muestra que la estimación es sólida. De hecho, el primero fue solo del 25% sobre toda la muestra y del 86% sin considerar a México (que constituyó un valor atípico debido a su muy bajo valor de inversión a causa de que Infratam no tuvo en cuenta la inversión privada), mientras que el último fue del 96% sobre toda la muestra. Los siguientes diagramas de dispersión muestran la dispersión previa de la inversión con respecto al PIB y la dispersión actual después de estas estimaciones. De los gráficos se desprende claramente que la dispersión se ha reducido gracias a estas estimaciones.

Para comprobar su coherencia, estas estimaciones se chequearon con datos disponibles públicamente. Para México, el país para el cual los datos de Infratam fueron los menos completos,

¹²¹ Según los cálculos sobre la base de los datos de inversión de capital móvil de GSMA y los datos de inversión total de Infratam (utilizando solo las observaciones para las cuales los datos estaban completos, es decir, se tuvieron en cuenta las inversiones tanto públicas como privadas).

¹²² Podría darse el caso de que también cuando la inversión implícita en telefonía fija es positiva, la inversión total podría ser estimada por Infratam, aunque en menor grado. Sin embargo, este análisis aborda los principales problemas relacionados con los datos, como lo confirman el R^2 de las regresiones y el análisis de diagramas de dispersión que se muestra en esta sección.

GRÁFICO B.1. Diagrama de dispersión de los datos de inversión en bruto y el PIB

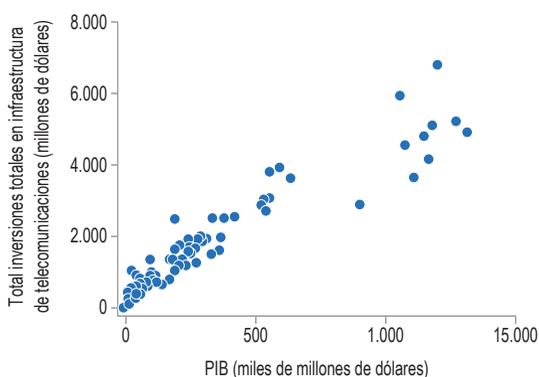


Fuente: Infralatam, Banco Mundial y estimaciones propias.

el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) publica estadísticas sobre la inversión total del sector de las TIC. El IFT considera que en los primeros tres trimestres de 2017, en México se invirtieron US\$2.685 millones en telecomunicaciones fijas (IFT, 2017). Tal como se presenta a continuación, este valor es cercano e inferior a los US\$3.104 millones aquí estimados.

Infralatam también proporciona datos de inversión desagregados en inversión pública y privada. Sin embargo, como se destaca en la explicación anterior, esta desagregación no está disponible para todos los años y países. Por lo tanto, para llenar los vacíos, en el caso de aquellos

GRÁFICO B.2. Diagrama de dispersión de la inversión estimada y el PIB



Fuente: Infralatam, Banco Mundial y estimaciones propias.

años carentes de datos desglosados, se asumió la proporción promedio de inversiones públicas a privadas en el país según los años que contaban con datos disponibles en Infralatam. Para aquellos países sin desagregación en Infralatam, se asumió la proporción promedio de toda la muestra.

Matrices de tablas de inversión en la región de ALC

Los siguientes cuadros detallan la inversión total en telecomunicaciones en la región de ALC en el período 2008-17, así como desglosada en móvil, fija, de fibra, pública y privada.

CUADRO B.1. Inversión total en telecomunicaciones (millones de dólares de EE.UU.)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	1.599	1.486	2.549	3.011	2.695	3.054	2.841	3.926	3.800	3.636
Bolivia	122	140	172	178	174	274	304	327	385	416
Colombia	1.883	1.156	1.985	2.478	1.955	2.498	2.534	1.870	1.917	1.903
Chile	1.347	1.357	1.346	1.497	1.643	1.252	1.639	1.551	1.684	1.669
Costa Rica	292	289	317	519	858	311	300	551	602	642
Ecuador	769	513	480	630	567	888	961	769	1.342	769
Guatemala	526	474	452	467	542	477	464	600	669	723
Honduras	335	277	362	207	352	208	214	465	518	516
México	3.648	2.891	5.940	5.106	6.799	5.220	4.909	4.150	4.558	4.802
Panamá	1.007	395	395	395	395	445	344	395	395	395
Perú	845	705	662	788	1.014	1.101	1.142	1.603	2.471	1.722
Suriname	37	39	38	38	41	40	40	38	30	30

Fuente: Frontier Economics, Infralatom, Telegeography y UIT.

CUADRO B.2. Inversión en telefonía fija (millones de dólares de EE.UU.)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	898	875	1.893	1.950	1.583	1.918	1.832	2.468	2.389	2.286
Bolivia	34	39	48	49	48	75	84	90	106	115
Colombia	1.187	28	853	922	631	1.257	1.335	750	769	764
Chile	777	776	447	158	226	89	490	464	504	499
Costa Rica	255	229	225	402	687	73	55	275	300	320
Ecuador	499	169	152	306	197	498	545	363	904	351
Guatemala	258	175	167	172	200	139	151	221	247	267
Honduras	208	131	225	74	218	72	76	289	322	321
México	1.802	1.873	4.884	3.600	4.388	2.875	2.955	2.433	2.705	3.104
Panamá	882	195	201	139	190	219	73	110	125	107
Perú	346	144	159	57	215	262	121	339	523	364
Suriname	23	21	23	25	26	18	17	15	9	11

Fuente: Frontier Economics, Infralatom, Telegeography y UIT.

CUADRO B.3. Inversión en telefonía móvil (millones de dólares de EE.UU.)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	701	611	656	1.061	1.112	1.135	1.009	1.458	1.411	1.350
Bolivia	89	101	125	129	126	198	220	237	279	302
Colombia	696	1.128	1.132	1.556	1.324	1.241	1.198	1.120	1.148	1.139
Chile	570	581	900	1.339	1.417	1.163	1.149	1.087	1.180	1.170
Costa Rica	37	60	92	117	171	238	245	276	302	322
Ecuador	270	344	328	324	370	390	416	406	438	417
Guatemala	268	299	285	294	342	339	313	378	422	456
Honduras	127	146	137	134	133	136	138	176	196	196
México	1.847	1.018	1.056	1.506	2.411	2.345	1.954	1.718	1.854	1.698
Panamá	125	199	194	255	205	226	271	285	270	287
Perú	499	561	503	731	800	839	1.021	1.264	1.948	1.357
Suriname	14	17	15	13	14	22	23	23	21	19

Fuente: Frontier Economics, Infratam, Telegeography y UIT.

CUADRO B.4. Inversión privada estimada en TIC (millones de dólares de EE.UU.)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	1.580	1.319	1.728	2.425	2.082	2.343	2.344	3.210	3.108	2.974
Bolivia	63	72	89	92	90	141	157	169	199	215
Colombia	1.691	900	1.658	2.096	1.532	1.994	1.904	1.520	1.558	1.547
Chile	1.342	1.342	1.317	1.478	1.636	1.244	1.623	1.536	1.667	1.652
Costa Rica	108	107	117	170	444	104	90	204	222	237
Ecuador	623	416	389	510	459	719	779	623	1.087	623
Guatemala	525	473	452	466	541	477	464	599	668	723
Honduras	334	275	361	206	350	207	213	463	516	514
México	2.955	2.341	4.811	4.136	5.507	4.228	3.976	3.361	3.692	3.890
Panamá	816	320	320	320	320	361	279	320	320	320
Perú	842	684	642	774	993	1.081	1.112	1.570	2.418	1.685
Suriname	30	31	31	31	33	32	32	31	24	25

Fuente: Frontier Economics, Infratam, Telegeography y UIT.

CUADRO B.5. Inversión pública estimada en TIC (millones de dólares de EE.UU.)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Argentina	19	166	821	586	613	711	498	715	693	663
Bolivia	59	68	83	86	84	132	147	158	186	202
Colombia	192	256	327	382	423	505	629	350	358	356
Chile	5	15	29	19	7	8	17	16	17	17
Costa Rica	184	182	200	349	414	207	210	348	379	405
Ecuador	146	98	91	120	108	169	183	146	255	146
Guatemala	1	0.5	0.4	0.5	0.5	0.04	0.2	0.6	0.6	0.7
Honduras	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2
México	693	549	1.129	971	1.292	992	933	789	866	913
Panamá	191	75	75	75	75	85	65	75	75	75
Perú	3	21	20	15	21	20	30	34	52	36
Suriname	7	7	7	7	8	8	8	7	6	6

Fuente: Frontier Economics, Infralatom, Telegeography y UIT.

Anexo C

Estimaciones econométricas

Panorama general

Los pasos emprendidos para estimar el impacto de la industria digital en los ODS mediante el uso de econometría para aquellos ODS para los cuales se cuenta información suficiente (es decir, los ODS 1-5 y los ODS 8, 9, 10 y 13) son los siguientes:

- Primero, se seleccionó la métrica apropiada para medir el impacto de la industria digital en los ODS.¹²³ Esta es la variable dependiente de cada regresión.
- Las principales variables explicativas de interés son la inversión total en TIC y la inversión desagregada en fija y móvil (como se estimó en la sección anterior). Usar la inversión en telecomunicaciones como la variable de interés independiente resulta muy útil para determinar la inversión total requerida para alcanzar el promedio de la OCDE y la inversión requerida para llegar a la meta 2030.
- Para no confundir el efecto de las inversiones en infraestructura de telecomunicaciones con otro tipo de inversiones que se realizan en los países estudiados, en las diferentes regresiones también se incluyen como variables de control la inversión en servicios públicos (que abarca la inversión en transporte, en electricidad y en agua, según datos de Infracatam).

También se introdujeron variables socioeconómicas (principalmente proporcionadas por el Banco Mundial y CEPAL), como la tasa de desempleo, el crecimiento del PIB o el PIB per cápita para controlar la evolución macroeconómica del país.

- Finalmente, se emplearon algunas variables específicas en cada uno de los ODS para controlar los factores que también pueden afectar el indicador de los ODS más allá de las variables macroeconómicas:
 - En el caso del hambre (ODS 2), se consideró el gasto público en salud como porcentaje del PIB, el gasto público en educación como porcentaje del PIB y la cantidad de población que vive en áreas rurales.
 - Para salud (ODS 3), tuvieron en cuenta el gasto público en salud como porcentaje

¹²³ En algunos ODS no se puede usar el mismo indicador que las métricas oficiales para los objetivos presentados por la División de las Naciones Unidas para los Objetivos de Desarrollo Sostenible porque el indicador ha perdido datos por años entre 2008-15 y/o debido a datos faltantes en los países analizados. En particular, esto es cierto para los ODS 3, 4, 5.2, 8, 9.2, 10, 13. Sin embargo, en todos estos se adoptó el indicador disponible más cercano a los objetivos. Objetivos oficiales consultados en: <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>.

- del PIB y el porcentaje neto de niños matriculados en la escuela secundaria.
- En el caso de la educación (ODS 4), se incluyó el gasto público en protección social.
- En el caso de la primera especificación para la igualdad de género (ODS5) medida como la proporción de escaños ocupados por mujeres en los parlamentos nacionales (porcentaje), se incluye el porcentaje de mujeres matriculadas en la escuela secundaria.
- Para el crecimiento económico (ODS 8), el análisis se basa en una especificación de modelo teórico (Jorgenson y Stiroh, 2000; Oliner y Sichel, 2000) y, por lo tanto, su estructura difiere del resto de las estimaciones.
- Para la innovación (ODS 9), se incluye la tasa bruta de inscripción en el nivel terciario y el gasto público en educación como porcentaje del PIB para la primera especificación del modelo.
- Para la desigualdad (ODS 10), en ambas especificaciones se considera el gasto público en vivienda y servicios comunitarios.
- Finalmente, con respecto al cambio climático (ODS 13), se toman en cuenta el consumo de electricidad renovable (porcentaje) y el gasto en I+D como porcentaje del PIB.

La base de datos final es un panel de datos que tiene, en la mayoría de los casos, observaciones en los 12 países seleccionados y entre 2008-17.¹²⁴ Esto nos permite emplear como modelo de efectos fijos metodológicos en todas las regresiones, controlando así aspectos no observados que pueden afectar el nivel de los ODS dentro de cada país. Por ejemplo, aspectos como la política gubernamental, la fortaleza y la calidad de las instituciones, determinan la capacidad de las personas para progresar en el ámbito social (y, por lo tanto, el nivel de pobreza, hambre, desigualdad). Aspectos como

las regulaciones ambientales, la conciencia ecológica, la disponibilidad de recursos naturales limpios, determinan el atractivo de la producción y el consumo de energía renovable. Las normas y valores culturales impactan en la igualdad de género. Es probable que estos aspectos sean específicos para cada país y estén determinados por su historia y por su cultura, y no muestren variación en el tiempo cuando se considera un período relativamente corto de 10 años.

Finalmente, las variables dependientes e independientes se miden tanto en logaritmos como en porcentaje. Las variables relacionadas con la inversión en telecomunicaciones están siempre en logaritmos. Por lo tanto, se proponen dos especificaciones potenciales del modelo:

- Para ODS 3, 8 y 13, las variables dependientes también se transforman en logaritmos. En estos casos los coeficientes se pueden interpretar directamente como cambios porcentuales. Por ejemplo, si el coeficiente de inversión móvil es 0,05, esto implicaría que un aumento del 1% en la inversión móvil incrementa los ODS en 0,05%.
- La variable dependiente para los ODS restantes se mide como un porcentaje, mientras que las variables independientes de las telecomunicaciones se encuentran en forma logarítmica. Por lo tanto, el coeficiente debe interpretarse (dividiendo su valor por 100) como el aumento de un punto porcentual en los ODS causado por una suba del 1% de la inversión en telecomunicaciones.

Se ha intentado controlar por todas las variables que afectan a los ODS, en la medida de lo posible, dados los datos disponibles. En las siguientes secciones, se presentan los resultados econométricos para los ODS seleccionados. Los siguientes cuadros resumen las principales estadísticas descriptivas de los datos.

¹²⁴ A algunas de las variables relevantes les faltan datos para un país en particular y/o en un año determinado.

CUADRO C.1. Estadísticas descriptivas: variables de inversión

Variable	Núm. obs.	Media	Desv. est.	Mín.	Máx.
Inversión en telefonía fija (millones de dólares)	120	650	936	9	4.884
Inversión en telefonía móvil (millones de dólares)	120	620	573	13	2.411
Inversión total en telecomunicaciones (millones de dólares)	120	1.271	1.405	30	6.799
Inversión en servicios (millones de dólares)	86	5.291	5.356	236	22.995

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

CUADRO C.2. Estadísticas descriptivas: variables dependientes

Variable	Núm. obs.	Media	Desv. est.	Mín.	Máx.
Tasa de población en la pobreza a US\$1,90 por día (según PPA de 2011) (porcentaje)	71	5,68	4,86	0,6	19,6
Prevalencia de desnutrición (porcentaje)	96	10	6	3	28
Esperanza de vida al nacer (años)	108	74	3	65	80
Tasa neta de matriculación en secundaria (porcentaje)	94	72	14	38	89
Porción de escaños ocupados por mujeres en el parlamento (porcentaje)	120	25	11	8	53
Matriculación neta de niñas en la secundaria (porcentaje)	94	73	14	37	91
PIB a precios constantes de 2010 (millones de dólares)	120	214.000	314.000	4.030	1.280.000
Aplicaciones de marcas registradas (cantidad)	96	29.175	31.350	472	128.902
Gasto en I+D PIB (porcentaje)	62	0,33	0,18	0,04	0,64
Participación en el ingreso del 10% inferior de la población (porcentaje)	80	1,37	0,32	0,8	2,2
Participación en el ingreso del 20% inferior de la población (porcentaje)	80	4	0,70	2,7	5,7
CO ₂ per cápita (cantidad de emisiones)	84	2,56	1,31	0,78	4,77

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

CUADRO C.3. Estadísticas descriptivas: variables de control

Variable	Núm. obs.	Media	Desv. est.	Mín.	Máx.
Tasa de desempleo (porcentaje)	105	6	2	2	12
Crecimiento real del PIB (porcentaje)	119	0,21	1,86	-0,96	19
Población rural (cantidad de hab.)	120	6.096.746	6.781.835	172.683	26.100.000
Gasto en educación PIB (porcentaje)	87	4	2	1	7
Gasto en salud PIB (porcentaje)	87	1,60	0,98	0	4,41
Gasto en protección social PIB (porcentaje)	87	3,44	2,43	0,48	10,84
Fuerza laboral (cantidad de trabajadores)	120	12.300.000	14.500.000	191.461	58.100.000
Capital fijo bruto menos TIC (millones de dólares)	110	49.000	68.400	1.600	269.000
PIB per cápita (dólares)	120	9.714	11.061	959	48.443
Tasa bruta de matriculación en el nivel terciario (porcentaje)	66	49	21	18	90

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Resultados de la estimación

ODS 1: Fin de la pobreza

CUADRO C.4. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 1

Tasa de población en la pobreza a US\$1,90 por día (según PPA de 2011) (porcentaje)	(1)	(2)
Variables	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	-0,4520** (0,1865)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	-1,3503*** (0,4550)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	-1,3493*** (0,3753)	-1,8158*** (0,3205)
Tasa de desempleo (porcentaje)	0,4563*** (0,1196)	0,4022*** (0,1209)
Crecimiento real del PIB (porcentaje)	-0,0143 (0,0608)	-0,0518 (0,0625)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		-1,3247*** (0,4591)
Constante	24,3383*** (3,2442)	26,5823*** (4,0338)
Observaciones	60	60
R cuadrado	0,639	0,603
Número de país	10	10
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1		
Modelo de efectos fijos		

Fuente: Estimaciones de Frontier Economics y datos de CEPAL, GSMA, Infralata y Banco Mundial.

ODS 2: Hambre cero

CUADRO C.5. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 2

Prevalencia de desnutrición en la población (porcentaje)	(1)	(2)
Variabes	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	-0,2433 (0,1933)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	-1,4292*** (0,5294)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	-1,6836*** (0,3777)	-2,1518*** (0,3098)
Tasa de desempleo (porcentaje)	0,2119* (0,1236)	0,2392* (0,1239)
Población rural (logaritmo natural)	-14,4977** (6,5241)	-7,9056 (5,6225)
Crecimiento real del PIB (porcentaje)	-0,0447 (0,0554)	-0,0686 (0,0562)
Gasto en educación PIB (porcentaje)	0,4743 (0,3681)	0,3198 (0,3670)
Gasto en salud PIB (porcentaje)	-0,0542 (0,4718)	0,1560 (0,4595)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		-1,0999** (0,4498)
Constante	253,4327** (101,6170)	153,5370* (87,7808)
Observaciones	80	80
R cuadrado	0,604	0,585
Número de país	11	11
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1		
Modelo de efectos fijos		

Fuente: Estimaciones de Frontier Economics y datos de CEPAL, GSMA, Infralata y Banco Mundial.

ODS 3: Salud y bienestar

CUADRO C.6. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 3

Esperanza de vida al nacer (logaritmo natural)	(1)	(2)
Variables	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	0,0022** (0,0010)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	0,0145*** (0,0032)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	0,0047** (0,0022)	0,0075*** (0,0022)
Tasa de desempleo (porcentaje)	0,0004 (0,0009)	-0,0010 (0,0009)
Crecimiento real del PIB (porcentaje)	-0,0002 (0,0003)	-0,0001 (0,0003)
Matriculación en la escuela secundaria (porcentaje)	0,0007** (0,0003)	0,0011*** (0,0003)
Gasto en salud PIB (porcentaje)	0,0018 (0,0023)	-0,0004 (0,0023)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		0,0095*** (0,0025)
Constante	4,1150*** (0,0281)	4,1144*** (0,0309)
Observaciones	69	69
R cuadrado	0,664	0,616
Número de país	11	11
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1		
Modelo de efectos fijos		

Fuente: Estimaciones de Frontier Economics y datos de CEPAL, GSMA, Infralata y Banco Mundial.

ODS 4: Educación de calidad

CUADRO C.7. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 4

Tasa de matriculación neta en secundaria (porcentaje)	(1)	(2)
Variables	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	0,5325 (0,3970)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	3,1044** (1,3474)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	1,5901* (0,8954)	2,2643*** (0,8459)
Tasa de desempleo (porcentaje)	0,2739 (0,3973)	-0,0599 (0,3691)
Gasto social PIB (porcentaje)	0,4788 (0,6075)	0,7706 (0,6034)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		1,4300 (0,9965)
Constante	34,4963*** (10,8235)	42,5811*** (10,9415)
Observaciones	70	70
R cuadrado	0,271	0,211
Número de país	11	11
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1		
Modelo de efectos fijos		

Fuente: Estimaciones de Frontier Economics y datos de CEPAL, GSMA, Infralata y Banco Mundial.

ODS 5: Igualdad de género

CUADRO C.8. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 5

Variables	Proporción de escaños ocupados por mujeres en los parlamentos (porcentaje)		Tasa neta de matriculación de niñas en la escuela secundaria (porcentaje)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Desagregadas	Total	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	2,2082** (0,9404)		0,3081 (0,3638)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	4,7739 (3,2448)		2,9413** (1,1985)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	2,8576 (2,1699)	3,3350 (2,0368)	1,3997* (0,8233)	2,1062** (0,7898)
Crecimiento del PIB (porcentaje)	-0,3047 (0,2798)	-0,2377 (0,2771)	0,0107 (0,1090)	0,0203 (0,1142)
Tasa de desempleo (porcentaje)	1,4310 (0,9299)	1,2219 (0,8375)	0,2642 (0,3604)	-0,0603 (0,3450)
Matriculación de niñas en secundaria (porcentaje)	0,8720** (0,3494)	0,9794*** (0,3272)		
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		6,4285*** (2,2941)		0,8103 (0,9389)
Constante	-115,3297*** (29,6255)	-127,4889*** (30,2299)	41,8249*** (10,0354)	52,5467*** (10,2449)
Observaciones	70	70	70	70
R cuadrado	0,353	0,363	0,256	0,180
Número de país	11	11	11	11
Errores estándar entre paréntesis				
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1				
Modelo de efectos fijos				

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

El modelo empírico que se presenta a continuación se basa en las teorías neoclásicas de crecimiento exógeno de Solow (1956) y Swan (1959). Estos autores utilizaron funciones de producción agregadas para describir la relación empírica específica entre el producto y los factores de producción a nivel agregado de un país. Según lo descrito por Barro y Sala i Martin (2004), en el modelo de Solow-Swan, la producción total depende del trabajo (L), el capital (K) y una medida del cambio tecnológico a largo plazo (A). La forma más sencilla de describir el modelo de Solow-Swan es mediante el uso de la función de producción de Cobb-Douglas, donde: i) Y es igual a la producción

total, L es igual a la mano de obra, K es igual al capital, y A es un parámetro de productividad que refleja el estado actual del conocimiento; ii) α es estrictamente menor que uno, por lo que hay rendimientos decrecientes en la acumulación de capital y la función presenta rendimientos constantes a escala.

$$Y(t) = K^\alpha (A(t)L(t))^{(1-\alpha)}$$

En este análisis se utiliza la función de producción agregada para construir estimaciones del producto y sus fuentes en toda la economía. El objetivo es estimar la elasticidad-producto del capital de las TIC, es decir, el grado de respuesta del producto a un cambio en el nivel de insumos del capital TIC, *ceteris paribus*.

CUADRO C.9. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 8

PIB a precios constantes en dólares de 2010 (logaritmo natural)	(1)	(2)
Variabes	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	0,0228*** (0,0064)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	0,0969*** (0,0144)	
Capital fijo bruto menos TIC (logaritmo natural)	0,2638*** (0,0285)	0,3016*** (0,0297)
Fuerza laboral (logaritmo natural)	0,7212*** (0,0836)	0,8261*** (0,0866)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		0,0874*** (0,0151)
Constante	5,5251*** (1,0700)	4,4309*** (1,1201)
Observaciones	110	110
R cuadrado	0,896	0,876
Número de país	12	12
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1		
Modelo de efectos fijos		

Fuente: Estimaciones de Frontier Economics y datos de CEPAL, GSMA, Infralata y Banco Mundial.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

CUADRO C.10. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 9

Variables	Gasto en I+D PIB (porcentaje)		Aplicaciones de marcas registradas (logaritmo natural)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Desagregadas	Total	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	0,0109 (0,0076)		0,0574** (0,0245)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	0,0067 (0,0259)		-0,0018 (0,0835)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	0,0244 (0,0276)	0,0274 (0,0272)	0,0557 (0,0568)	0,0572 (0,0599)
Tasa de desempleo (porcentaje)	-0,0050 (0,0065)	-0,0050 (0,0055)		
Tasa bruta de matriculación en el nivel terciario (porcentaje)	0,0027* (0,0016)	0,0022 (0,0015)		
PIB per cápita a precios constantes en dólares de 2010 (logaritmo natural)	-0,3288 (0,2963)	-0,3064 (0,2478)	0,2891 (0,4266)	0,1156 (0,3900)
Gasto en educación PIB (porcentaje)	0,0741*** (0,0191)	0,0713*** (0,0182)		
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		0,0306 (0,0196)		0,1178* (0,0664)
Crecimiento del PIB (porcentaje)			-0,0082 (0,0068)	-0,0073 (0,0070)
Constante	2,7241 (2,4792)	2,4188 (2,0849)	6,6501** (3,0727)	7,6735*** (2,8030)
Observaciones	44	44	74	74
R cuadrado	0,601	0,602	0,212	0,174
Número de país	7	7	11	11
Errores estándar entre paréntesis				
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1				
Modelo de efectos fijos				

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

ODS 10: Reducción de las desigualdades

CUADRO C.11. impacto de la infraestructura digital en el ODS 10

Variables	Participación en el ingreso de la porción de menores ingresos			
	Participación en el ingreso del 10% inferior de la población (porcentaje)		Participación en el ingreso del 20% inferior de la población (porcentaje)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Desagregadas	Total	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	0,0354* (0,0181)		0,0590 (0,0370)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	0,0998** (0,0444)		0,1868** (0,0906)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	0,1074*** (0,0371)	0,1331*** (0,0297)	0,2729*** (0,0756)	0,3215*** (0,0600)
Tasa de desempleo (porcentaje)	-0,0270** (0,0118)	-0,0237** (0,0112)	-0,0617** (0,0240)	-0,0553** (0,0226)
Gasto en vivienda y comunidad PIB (porcentaje)	0,1122 (0,0738)	0,1313* (0,0709)	0,2029 (0,1507)	0,2357 (0,1432)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		0,1380*** (0,0406)		0,2700*** (0,0820)
Constante	-0,1865 (0,3186)	-0,5431 (0,3552)	0,6468 (0,6503)	-0,1431 (0,7173)
Observaciones	68	68	68	68
R cuadrado	0,511	0,535	0,556	0,587
Número de país	11	11	11	11
Errores estándar entre paréntesis				
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1				
Modelo de efectos fijos				

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

ODS13: Acción por el clima

CUADRO C.12. Impacto de la infraestructura digital en el ODS 13

Emisiones de CO ₂ per cápita (logaritmo natural)	(1)	(2)
VARIABLES	Desagregadas	Total
Inversión en telefonía fija (logaritmo natural)	-0,0146* (0,0083)	
Inversión en telefonía móvil (logaritmo natural)	-0,0897*** (0,0239)	
Inversión en servicios (logaritmo natural)	0,0284 (0,0244)	0,0509** (0,0213)
PIB per cápita a precios constantes en dólares de 2010 (logaritmo natural)	0,7526*** (0,1794)	0,3071*** (0,0992)
Consumo de electricidad renovable (porcentaje)	-0,0090*** (0,0028)	-0,0087*** (0,0030)
Gasto en I+D PIB (porcentaje)	-0,1445 (0,1411)	-0,2607* (0,1522)
Crecimiento del PIB (porcentaje)	0,0038* (0,0021)	0,0040* (0,0023)
Inversión total en telecomunicaciones (logaritmo natural)		-0,0079 (0,0243)
Constante	-5,0662*** (1,3842)	-1,9056** (0,7899)
Observaciones	56	56
R cuadrado	0,683	
Número de país	10	10
Errores estándar entre paréntesis		
*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1		
Modelo de efectos fijos		

Fuente: Análisis de Frontier Economics.

Anexo D

Impacto de los centros de datos y las redes satelitales y troncales sobre el desarrollo sostenible

Centros de datos

Los centros de datos son instalaciones que agrupan las operaciones y equipos de TI de una organización, y la ubicación donde almacena, procesa, administra y difunde sus datos. Un solo centro de datos comprende servidores, enrutadores y cortafuegos, y componentes de soporte como equipos de respaldo, extinción de incendios y aire acondicionado. Estos centros pueden formar parte de una instalación compartida o construirse como unidades independientes. Los principales usuarios del centro de datos son las compañías de banca, servicios financieros y seguros (BFSI, por sus siglas en inglés), así como las industrias de TI y salud.

Existen tres tipos de servicios que tradicionalmente proporcionan los centros de datos: alojamiento (o ubicación conjunta), hospedaje y servicios en la nube. Los servicios de alojamiento brindan al cliente la capacidad de ubicar y administrar sus propios servidores, mientras que el centro de datos proporciona asistencia en forma de infraestructura de TIC, energía y refrigeración. En un servicio de hospedaje, el propietario del centro

de datos también ubica (hospeda) y mantiene los servidores del cliente. Los servicios en la nube brindan a los clientes recursos de computación virtual a través del acceso a la red de banda ancha, que se pueden entregar en forma de modelos de implementación privados, comunitarios, públicos o híbridos.

Mercado de centros de datos de América Latina

El crecimiento del mercado latinoamericano de centros de datos se ve impulsado por la inversión continua de los proveedores de servicios locales y globales. La creciente demanda de servicios y plataformas basados en la nube como AWS, Microsoft, Google, Oracle e IBM transformará el mercado en los próximos años. Los principales inversionistas en nuevas instalaciones en América Latina son sobre todo grandes empresas de telecomunicaciones como Entel, Telefónica (Vivo), AmericaTel, Telecarrier y América Móvil. Se proyecta que el mercado de energía del centro de datos en América Latina genere ingresos

de alrededor de US\$490 millones para 2023 y se prevé que crezca a un CAGR de 11,87% durante el período 2018–23.¹²⁵

Los contribuyentes regionales más importantes son: Brasil (47,6%), México (25,8%), Chile (8,5%), Colombia (7,6%), Argentina (6,7%) y Perú (3,8%), con Brasil como actor dominante en gran medida del mercado en el período 2016–17. Durante 2016 el mercado de centros de datos representó US\$2.860 millones. Las proyecciones indican que el mercado regional de centros de datos representará US\$4.370 millones para 2021.¹²⁶

De acuerdo con la investigación del BID sobre el entorno actual de los centros de datos en América Latina, los mejores países para la construcción de tales instalaciones son: Argentina, Bahamas, Brasil, Chile, Costa Rica, Panamá y Uruguay. La evaluación se realizó a través del Índice de desarrollo del centro de datos (IDCD), que tiene en cuenta los siguientes criterios: 1) desarrollo económico, 2) infraestructura fundamental, 3) conectividad, 4) infraestructura del centro de datos, y 5) infraestructura crítica de protección (CIP) (García Zaballos e Iglesias, 2017).¹²⁷

La construcción y el mantenimiento de nuevos centros de datos en la región se ven limitados por la necesidad de una gran inversión (CAPEX) y el costo operativo (OPEX), además de la falta de personal calificado y una capacidad de energía y conectividad poco confiables.¹²⁸

Centros de datos y desarrollo sostenible

Los centros de datos sostenibles pueden ayudar a lograr el ODS 13 (Acción por el clima) al reducir los efectos ambientales de las TIC y las instalaciones de datos. Los centros de datos consumen una cantidad considerable de electricidad, y ahorrar energía plantea un gran desafío. Para reducir el consumo del centro de datos y disminuir las emisiones de CO₂, se han propuesto estrategias como la consolidación de servidores y la virtualización. Por ejemplo, en Japón las emisiones anuales de GEI provenientes de 1,02 millones de servidores ubicados en Tokio fueron de 1.700 toneladas en

2012. Según el Consejo de Centros de Datos de Japón (JDCC), mediante la consolidación del conjunto de centros de datos, las emisiones anuales de GEI pueden reducirse en un 15% (250.000 toneladas). Además, la virtualización y consolidación adicionales de estos centros conducirían a una reducción estimada del 40% (680.000 toneladas) en las emisiones.¹²⁹

Además, la implementación de centros de datos de última generación, como los centros de datos definidos por *software* (SDDC), brindaría los beneficios de reducir el carbono, gracias al reemplazo de infraestructura de TIC más antigua/obsoleta, y mitigar los problemas creados por la falta de ingenieros TIC, a través de la gestión centralizada de los recursos de datos.

Satélites

La tecnología satelital está actualmente disponible en todas partes de ALC para brindar una amplia gama de servicios, incluidas las telecomunicaciones y la vigilancia. En 2016 había 12 operadores de comunicaciones por satélite en la región, entre ellos, empresas que operaban a nivel mundial, regional y nacional.

Se han establecido programas nacionales de satélites para complementar la infraestructura de comunicación existente y reducir la brecha digital. Las siguientes son experiencias recientes de los gobiernos de América Latina en la operación de satélites de comunicación estatales:

¹²⁵ Véase <https://www.arizton.com/market-reports/data-center-power-market-latin-america>.

¹²⁶ Véase el enlace <http://www.avilatioamerica.com/201805015353/noticias/empresas/mexico-se-destaca-como-mercado-estrategico-para-data-centers.html>.

¹²⁷ Disponible en <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8303/Data-Centers-and-Broadband-for-Sustainable-Economic-and-Social-Development-Evidence-from-Latin-America-and-the-Caribbean.PDF?sequence=1&isAllowed=y>.

¹²⁸ Visítase el siguiente sitio web: https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/datacenter/next_gen_tech/pdf/fs_white_paper_cisco_es.pdf.

¹²⁹ Consúltase <https://www.dir.co.jp/report/research/capital-mkt/esg/09073101law.pdf>.

- ABE Agencia Boliviana Espacial (Bolivia): Adquirió el satélite Tupac-Katari (KT-1) (2013) con el objetivo de mejorar el acceso de los ciudadanos a los servicios de telecomunicación y medios. Actualmente varias estaciones de radio y televisión utilizan este satélite, así como el servicio de aduanas de Bolivia y la empresa petrolera estatal YPFB.¹³⁰ Sin embargo, los altos precios de los servicios han disuadido a varias compañías de telecomunicaciones de recurrir a los servicios de banda ancha de Tupac Amari. A pesar de esto, los operadores móviles, como VIVA, utilizan el satélite KT-1 para proporcionar banda ancha en áreas rurales e aisladas.¹³¹
- ARSAT (Argentina): Argentina construyó e implementó los satélites ARSAT-1 y ARSAT-2 en 2014 y 2015, respectivamente. El objetivo de ARSAT-1 es apoyar a los operadores móviles, mejorar la penetración y la calidad del servicio de televisión digital abierta (TDA) y conectar 2.500 escuelas rurales a través de banda ancha como parte de la iniciativa Construir Igualdad.¹³² Con ARSAT-1, ARSAT-2 y el futuro despliegue de ARSAT-3, Argentina se ubica como el octavo país en desarrollar y construir sus propios satélites geoestacionarios.

Los operadores regionales ofrecen soluciones de telecomunicaciones a diferentes gobiernos y compañías de la región, incluidos los servicios de *backhaul* móvil, transmisión de video, plataformas VSAT e Internet satelital. Un ejemplo de tales servicios es el uso de la red de satélites de HISPASAT (HISPAMAR) por parte de Telefónica Media Networks Latin America (MNL). MNL utiliza la banda Ka de Amazonas-3 para ofrecer banda ancha residencial en los suburbios de las principales ciudades de América del Sur.

En los últimos años, ha habido un interés por desplegar la nueva generación del Satélite de Alto Rendimiento (HTS, por sus siglas en inglés), que es especialmente adecuada para la banda ancha. A mediados de 2016, solo dos operadores de

satélites ofrecían capacidades HTS en América Latina: Telsat/Viasat, a través del satélite Anik-F2/WildBlue-1 e HISPASAT/HISPAMAR mediante el satélite Amazonas-3.¹³³ En los próximos años, los servicios regionales de HTC se ampliarán con el despliegue de los siguientes satélites:

- HISPAMAR/HISPAMAT: Amazonas 5 (2017).
- TELEBRAS: SDGS-1.
- EUTELSAT: EUTELSAT 65 W (2016).
- Star One (Embratel): Start One-D1 (2016).

Las comunicaciones por satélite y el logro de los ODS

La tecnología satelital puede ayudar y monitorear el logro de cada uno de los ODS de múltiples maneras. Los satélites de observación de la Tierra proporcionan información precisa y confiable del estado de la atmósfera, los océanos, los ríos, el suelo, los cultivos, la infraestructura construida y otros, así como su cambio en el tiempo.¹³⁴ Estas observaciones ayudan a monitorear y comprender los efectos del cambio climático (ODS 13), mejorar la gestión de recursos naturales (ODS 2) y prevenir amenazas a la biodiversidad en la tierra y los océanos (ODS 14 y 15). Según las estimaciones de Eumetsat, los beneficios de los pronósticos meteorológicos basados en la observación satelital ascienden a €64.500 millones por año tan solo en la UE.¹³⁵

La tecnología de base satelital puede mejorar las capacidades de comunicación y de intercambio

¹³⁰ Véase el enlace <http://www.thespacereview.com/article/3413/1>.

¹³¹ Disponible en <https://www.eldeber.com.bo/bolivia/Satelite-Tupac-Katari-no-logra-usar-el-100-de-su-capacidad-20170819-0029.html>.

¹³² Visítase el sitio <https://www.minutouno.com/notas/341068-para-que-sirve-y-cual-sera-la-funcion-del-satelite-arsat-1>.

¹³³ Consúltase <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7843/The-Provision-of-Satellite-Broadband-Services-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

¹³⁴ Visítase http://eohandbook.com/sdg/files/CEOS_EOHB_2018_SDG.pdf.

¹³⁵ Consúltase <https://news.itu.int/how-can-satellites-help-to-achieve-the-sdgs/>.

de datos en situaciones críticas o lugares donde la infraestructura de comunicación es privada, así como también apoyar en la mitigación y el alivio de desastres.^{136,137} Las comunicaciones satelitales también pueden promover la salud y el bienestar (ODS 3) a través de las aplicaciones de telemedicina y salud electrónica, que permiten a los médicos especialistas controlar la salud de los pacientes en poblaciones remotas. Además, las comunicaciones por satélite pueden aportar recursos educativos (aprendizaje electrónico) y conectividad a Internet para comunidades remotas y vulnerables (ODS 4). Los siguientes son ejemplos del uso de las comunicaciones satelitales para alcanzar los ODS:

- **Kioskos Digitales en Colombia.** A mediados de 2014, el Ministerio de Información y Tecnología de Colombia (MinTic) lanzó Kioskos Digitales como parte del plan nacional de comunicaciones Vive Digital (2014-18). La finalidad de la iniciativa fue establecer más de 5.300 puntos de acceso a Internet (Kioskos) dentro de las escuelas y comunidades de zonas rurales con más de 100 personas. Kioskos proporciona conexión a Internet y otros servicios móviles y de TIC a través de plataformas VSAT con el apoyo de HISPASAT, Intelsat SA y Gillat Satellite Networks.^{138,139}
- **Proyecto SEDUC Brasil.** HugesNet se asoció con la Secretaría de Educación (SEDUC) del estado de Amazonas (Brasil) para proporcionar banda ancha por satélite con fines educativos en zonas rurales. El objetivo del proyecto era brindar experiencias de aprendizaje interactivo a 20.000 estudiantes en 300 escuelas rurales, aprovechando el servicio satelital HugesNet en todo Brasil, además de IPTV, para transmitir clases desde Manaos a 700 aulas de todo el estado de Amazonas.^{140,141}
- **Plataforma de salud electrónica SATMED.** SATMED es una iniciativa financiada por SES y el Gobierno de Luxemburgo para utilizar las comunicaciones por satélite con la finalidad de mejorar la salud pública en los países emergentes. Ofrece e integra una amplia gama de

aplicaciones digitales que incluyen grabaciones electrónicas, consultoría electrónica, vigilancia electrónica, aprendizaje electrónico, videoconferencias y herramientas de banda ancha satelital y basadas en la nube. SATMED ha asistido en los esfuerzos para combatir el ébola en Sierra Leona y en el desarrollo de una clínica virtual para la capacitación y la gestión de la fuerza laboral en Eritrea.¹⁴²

Redes troncales

Las redes troncales se desarrollan con el objetivo de promover la conectividad de banda ancha. Estas redes ofrecen conectividad troncal, mientras que los ISP locales implementan el acceso a la última milla. De hecho, en la actualidad, los ISP de América Latina están experimentando una creciente demanda de capacidad de transmisión, porque los consumidores utilizan cada vez más los contenidos disponibles en la web (videos, video llamadas, redes sociales, etc.).

Hay algunos ejemplos de estas redes en América Latina, aunque solo están completamente operativos en Colombia y Perú. Por lo tanto, estas redes troncales aún se encuentran en etapas muy tempranas para que se pueda evaluar su impacto en los ODS.

Las redes troncales se desarrollan bajo dos tipos de esquemas de financiamiento: fondos públicos (por ejemplo, Argentina) o asociaciones público-privadas (APP), en cuyo caso la construcción, la operación, el mantenimiento y la operación

¹³⁶ Véase <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/using-space-to-help-global-development/>.

¹³⁷ Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002346/234674e.pdf>.

¹³⁸ Visite la página <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002346/234674e.pdf>.

¹³⁹ Véase el sitio <https://www.hispasat.com/contenidos/notas-de-prensa-es/0/185-1.pdf>.

¹⁴⁰ Véase el enlace <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7843/The-Provision-of-Satellite-Broadband-Services-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

¹⁴¹ Disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37306758>.

¹⁴² Visite el sitio https://satmed.com/project_sierraleone.php.

CUADRO D.1. Redes troncales nacionales en América Latina

	Red	Km desplegados	Año de concesión	Período de la concesión	Tipo	Servicios minoristas	Inversión (millones de dólares)
Chile (Fibra Óptica Austral)	Transporte (Regional)	3.953 (recientemente licitado)	2017	30 años	APP	No	92
Argentina (Red Federal de Fibra Óptica)	Transporte (Nacional)	33.000 (parcialmente construido y operado)	2015		Propiedad del Estado	No	1.329
Colombia (Proyecto Nacional de Fibra Óptica)	Transporte y acceso (Nacional)	19.000 (en operación)	2011	17,5 años	APP	Sí	630
México (Red Troncal)	Transporte (Nacional)	25.650 (a ser licitado)	2017	30 años	APP	No	200
Perú (Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica)	Transporte (Nacional)	13.400 (en operación)	2013	20 años	APP	No	323

Fuente: OSIPTEL, Informe N° 00045-GPRC/2018 05 de febrero de 2018, a excepción de los importes de inversión.

de la red son responsabilidad de la empresa concesionaria. Otra forma complementaria de financiamiento público consiste en obligar a las entidades públicas a transportar todo su tráfico de Internet a través de estas redes.

El hecho de que estén financiados con fondos públicos indica que la argumentación comercial para solamente la inversión privada es dudosa. Sin embargo, en algunos casos, la duplicación de la red en áreas donde la inversión privada ha desplegado su propia infraestructura, también constituye un problema. Por ejemplo, alrededor del 70% de los nodos de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO) de Perú operan en áreas donde hay competencia, y están ubicados a corta distancia de la infraestructura de las compañías que compiten con la RDNFO, lo que afecta la capacidad de estas redes para generar ingresos.

El análisis realizado en Perú muestra varios elementos clave que afectan el éxito de estas redes:

- Despliegue enfocado en zonas donde no hay alternativas.
- Reducción de los costos de transacción. Los contratos pueden incluir cláusulas que

dificultan innecesariamente la posibilidad de que los clientes acuerden los términos o realicen los contratos.

- Arancel y flexibilidad del producto. Especialmente cuando estas redes se enfrentan a la competencia de las redes privadas, la rigidez de las tarifas puede ser problemática. Incluso si no hay redes en competencia, la flexibilidad de las tarifas y los productos es útil para adaptarse a diferentes demandas, ya que esto le permitirá al operador adecuar su anuncio al volumen o al tiempo de puesta en servicio, entre otros atributos.
- Regulación. Diferentes tipos de diseño regulatorio proporcionan distintos incentivos al operador de la red. Uno de los problemas que enfrenta la red troncal en Perú es que el operador tiene total certeza sobre los ingresos que se recibirán durante el período de la concesión. En otras palabras, los ingresos están garantizados por el Estado. El regulador peruano afirma que esto distorsiona los incentivos del operador de la red, ya que tiene menos incentivos para promover la demanda.

Anexo E

Estudios de casos para identificar cómo se puede hacer efectiva la contribución digital a los ODS

Esta sección presenta una serie de casos de referencia internacionales para identificar cómo otras regiones y países dentro y fuera de la región de ALC están utilizando la infraestructura digital para contribuir a los ODS. Los estudios de casos exhibidos muestran cómo los países de ALC y los que se hallan fuera de la región han adoptado políticas para superar los obstáculos identificados en la sección 5; por ejemplo, la menor contribución de las inversiones en TIC al desarrollo sostenible en zonas rurales, en el sector fijo, y con respecto a ciertos ODS específicos (ODS 12, 14, 15, 16 y 17).

Casos de referencia exitosos fuera de la región de ALC

Esta sección se enfoca en historias exitosas fuera de la región de ALC.

Se ha identificado una serie de proyectos que tienen como objetivo mejorar la conectividad en zonas rurales. Estos proyectos pueden constituir una guía útil para superar la brecha identificada y lograr el máximo potencial de la contribución de la industria digital al desarrollo sostenible en zonas rurales.

- **Proyecto GiGA:** El proyecto GiGA se lanzó en octubre de 2014, con el objetivo de conectar y permitir el acceso a las TIC en lugares remotos dentro de la República de Corea, incluidas las zonas rurales y las islas. El proyecto se basó en la cooperación entre Korea Telecom, los gobiernos locales y los residentes. Su implementación benefició a las comunidades locales al abrir canales que mejoran la cultura, la educación, la agricultura y la salud, además de facilitar las comunicaciones entre islas remotas y el continente (UIT y UNESCO, 2015).
- **Banda ancha en China:** el gobierno chino tiene como meta expandir la cobertura de banda ancha en zonas rurales y urbanas. La banda ancha se considera una base importante para promover el desarrollo y fomentar las industrias emergentes y el comercio internacional. Las estrategias propuestas buscan lograr una cobertura de banda ancha del 98% en las áreas administrativas para 2020, y proporcionar conexiones de banda ancha fija al 50% de los hogares chinos para 2015. Además, el gobierno planea llevar velocidades en gigabit a las ciudades principales.

Estas iniciativas están respaldadas por múltiples proyectos, como el Proyecto de banda ancha del país y el Proyecto de optimización y aceleración de la red de banda ancha (UIT y UNESCO, 2015).

- **Colaboración con las compañías de energía:** El intercambio de infraestructura entre las compañías de telecomunicaciones y energía representa una poderosa alternativa para promover la expansión de la banda ancha en zonas rurales. Las compañías eléctricas suelen contar con activos que pueden adaptarse para el despliegue de redes de telecomunicaciones, como torres y ductos. Varios ejemplos sugieren que compartir la infraestructura reduce los costos. Por ejemplo, Orange Polonia ahorró el 14% de su inversión en fibra y 12 meses de tiempo al compartir totalmente los costos de tubería, infraestructura, mano de obra y despliegue con una compañía eléctrica. Norway Altibox logró un ahorro de costos del 30% al cooperar con 42 compañías eléctricas regionales. Según las estadísticas de Huawei, alrededor de 160 compañías eléctricas de 65 países ya han comenzado o tienen la intención de comenzar a invertir en banda ancha (UIT y UNESCO, 2015).
- **Proyecto “Isla GiGA” global en Bangladesh:** Para replicar el éxito del “Proyecto Isla GiGA” de Corea, el Gobierno de Bangladesh, con la ayuda de Korea Telecom (KT), la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) y ONG, lanzó el Proyecto Isla Digital. La finalidad de este programa es empoderar a los residentes de las comunidades rurales de la isla Moheshikhal con soluciones TIC, que incluyen: Portal de maestros, Telemedicina, Centro de información y comunicación agrícola, así como un Manejo integrado de plagas y cultivos. Isla Digital promueve el logro de varios ODS, incluidos el ODS 1 (Fin de la pobreza), el ODS 2 (Hambre cero), el ODS 3 (Salud y bienestar), el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 9 (Trabajo decente y crecimiento económico). Uno de los objetivos

del proyecto es la creación de un modelo de desarrollo replicable para los países en desarrollo (UIT y UNESCO, 2015).

También se identificaron una serie de proyectos que buscan mejorar la contribución de la industria de las TIC al ODS 17 al permitir que las APP fomenten el desarrollo sostenible a través de las TIC.

- **Visión 2030 de Arabia Saudita/Programa de transformación 2020:** Visión 2030 es un prototipo para la transformación digital y el desarrollo económico sostenible del país, con el uso de las APP como motor de los modelos de negocios y soluciones en la economía digital. Para lograr los objetivos de Visión 2030, el gobierno saudí lanzó el Programa de Transformación 2020, compuesto por 10 objetivos estratégicos y 19 iniciativas. Los objetivos del programa incluyen: i) aumento del acceso de banda ancha de alta velocidad, ii) incremento de la penetración de Internet dentro de KSA, de un 63,7% a un 85%, iii) una mayor contribución de la industria del CCI al PIB no petrolero de del 1,12% al 2,24%. Los resultados de las APP ya son visibles. Por ejemplo, la penetración de usuarios de Internet ha crecido de un 41% en 2010 a un 70,4% en 2016 y a un 74,9% en 2017 (UIT y UNESCO, 2016).
- **Centro para la Innovación y Capacidad Digital en los Emiratos Árabes Unidos (EAU):** El Centro para la Innovación Digital (CoDI) del Gobierno de los EAU resultó ganador de la categoría C4 para el desarrollo de capacidades en los Premios WISIS (2015). El centro promueve la innovación a través de los servicios de creación de capacidades, garantía de calidad y consultoría que brinda. El CoDI contribuye al logro de múltiples ODS, en particular el ODS 4 (Educación), el ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas) y el ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos). Ofrece los siguientes servicios: i) pruebas de aplicaciones móviles

desarrolladas para entidades gubernamentales de los EAU, ii) aprovisionamiento, prueba y demostración de herramientas y tecnologías nuevas e innovadoras, y iii) capacitación para empleados gubernamentales, comunidades universitarias y buscadores de empleo (UIT y UNESCO, 2017).

Iniciativas de los sectores público y privado para maximizar el impacto de la inversión en los ODS en la región de ALC

Esta sección identifica estudios de casos exitosos, incluidas las iniciativas gubernamentales y del sector privado, en algunas de las economías más grandes de la región de ALC. Estas iniciativas muestran cómo los gobiernos y los actores privados de la región han tratado de superar las brechas identificadas (es decir, exigua contribución del sector fijo, escaso impacto en zonas rurales y bajo impacto en los ODS 12, 14-17). Estos estudios de casos proporcionan ejemplos de políticas que, si se implementan en su totalidad, pueden ayudar significativamente a reducir las brechas ya descritas.

Argentina

En los últimos años, Argentina ha implementado con éxito políticas e iniciativas para aumentar la cobertura y la calidad de la banda ancha de fibra óptica y promover su uso para proporcionar servicios gubernamentales y educativos. Las iniciativas se integraron en el plan nacional de desarrollo de las TIC, denominado Argentina Conectada 2011-2015. Este plan tenía como objetivo alcanzar un 97% de cobertura nacional de banda ancha de fibra y lograr una penetración completa de Internet en las escuelas públicas.

Argentina Conectada buscaba promover la inclusión digital y la equidad en el acceso a las TIC, la infraestructura y la conectividad, así como la capacitación y la investigación en TIC. Para incentivar la inclusión digital, el gobierno lanzó el

Plan Conectar Igualdad, consistente en distribuir computadoras portátiles a estudiantes y maestros en instituciones de educación pública. También estableció cerca de 250 Núcleos de Acceso de Conocimiento (NAC), es decir, centros especializados que ofrecen acceso gratuito a Internet y capacitación en tecnologías digitales y oficios.

Además, para 2015, Argentina Conectada completó el despliegue de alrededor de 30.000 km de fibra (de los 58.000 km proyectados), 25.800 km de la red troncal federal y 6.524 km de red provincial.¹⁴³ Por último, el plan generó 27.000 empleos directos y 20.000 indirectos en todo el país.

Chile

Hay tres programas gubernamentales complementarios que apuntan a expandir e integrar el sector de las TIC en Chile:

- *Fondo Nacional de Telecomunicaciones (FDT)*. El FDT subvenciona iniciativas públicas para promover la conectividad en zonas urbanas y rurales empobrecidas.
- *Agenda Digital (2013-2020)*. Su objetivo es lograr la plena penetración de Internet en los hogares, una cobertura del 50% de Internet de alta velocidad y mejorar las habilidades digitales entre la población. Se centra en cinco ejes temáticos que incluyen educación, innovación, servicios y aplicaciones. La Agenda Digital busca alcanzar un 10% de contribución de las TIC al PIB.
- *Plan Nacional de Infraestructura y Telecomunicaciones (PNIT)*. El PNIT tiene como objetivo desarrollar las TIC mediante la mejora de la infraestructura, basada en APP. Sus finalidades con: reducir la brecha digital mediante el aumento del ancho de banda nacional, establecer una red nacional de

¹⁴³ Visítense la siguiente página web: <https://www.opengovpartnership.org/sites/default/files/Versi%C3%B3n%20final%2011%20Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20-%20traducci%C3%B3n.pdf>.

telecomunicaciones y desarrollar redes de acceso digital. Entre sus proyectos, destacan los siguientes:

- *Red de Fibra Óptica Austral*: Instalación de 3.000 km de fibra óptica desde Puerto Montt a Puerto Williams, que proporciona conectividad a las áreas más meridionales del país.¹⁴⁴
- *Conectividad para la educación*: Iniciativa para aumentar los servicios de TIC en zonas rurales y urbanas de bajos ingresos. Para 2015, el proyecto había beneficiado a 2.850.000 de estudiantes en 8.055 centros educativos.

Todo Chile Comunicado es un buen ejemplo de una iniciativa privada para ampliar la infraestructura de las TIC con el objeto de mejorar los ODS y reducir la brecha digital. Entel ha llevado servicios móviles y de banda ancha a más de 1.400 zonas y pueblos rurales y aislados. El proyecto recibió financiamiento del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Colombia

El desarrollo de la cobertura móvil y de banda ancha y de los servicios TIC fue uno de los hitos del gobierno colombiano entre 2010 y 2018. Estos objetivos se abordaron a través de dos planes de TIC consecutivos: Vive Digital 2010-2014 y Vive Digital 2014-2018.

Vive Digital 2010-2014 se centró en el crecimiento de la cobertura digital y la promoción de las TIC para generar empleo, reducir la pobreza y aumentar la competitividad del país. Para disminuir la brecha digital, el gobierno promovió la instalación de Kioskos Vive Digital, centros comunitarios que brindan acceso a Internet y capacitación gratuita en el desarrollo de habilidades digitales. Para 2014, se habían instalado 7.621 Kioskos, con los cuales se benefició a 5.300 municipios rurales. Además, el gobierno financió estudios técnicos, de pregrado y posgrado en TIC a través de Talento Digital. A ello hay que sumar las iniciativas

relacionadas, que consistieron en subvencionar computadoras y tabletas para la población de bajos ingresos. El número de computadoras por cada 100 habitantes aumentó de un 16,8% en 2010 a un 34% en 2014.

Vive Digital también ha fomentado el desarrollo de aplicaciones web a través de iniciativas como App.co. Para 2015, se habían creado 2.000 nuevas aplicaciones. De hecho, a través de este programa se han establecido 17 laboratorios para la innovación digital.

Finalmente, el gobierno también buscó promover el gobierno electrónico. Para 2014, el 52% de las entidades nacionales y territoriales mostraron un alto nivel de gobernanza digital.

México

El desarrollo de la banda ancha fue uno de los hitos del plan nacional de desarrollo para México (2013-18).¹⁴⁵ Uno de sus objetivos era la democratización de los servicios de telecomunicaciones, basada en tres principios: i) lograr la cobertura universal de los servicios TIC, ii) proporcionar servicios y productos TIC asequibles mediante la promoción de la competencia, y iii) mejorar la calidad de servicios y contenidos TIC.

Para lograr dichas metas, el gobierno federal lanzó una estrategia digital complementaria, la Estrategia Nacional Digital 2014-2018, que se centró en seis aplicaciones TIC, a saber: la transformación gubernamental, la economía digital, la salud, la educación y la seguridad ciudadana. Estas fueron apoyadas por el BID, que proporcionó US\$550.000 en cooperación técnica para el desarrollo de banda ancha nacional.

Además de la Estrategia Digital, el gobierno lanzó México Conectado, con la finalidad de ofrecer acceso gratuito a banda ancha en espacios públicos, como escuelas, hospitales y bibliotecas.

¹⁴⁴ Véase el enlace <https://foa.subtel.gob.cl/proyecto-fibra-optica-austral-2/>.

¹⁴⁵ La contribución de las TIC en el PIB de México ascendió a un 3,2% en 2014 e implicó 110.000 empleados.

Para mayo de 2015, se habían cubierto alrededor de 66.000 puntos de acceso del objetivo inicial de 250.000. Además, el proyecto buscó reducir la brecha digital mediante el establecimiento de centros comunitarios para la capacitación y la educación digital. Para marzo de 2015, estos centros tenían 79.000 asociados y 30.000 estudiantes.

Perú

En Perú, Telefónica está trabajando, junto con Facebook¹⁴⁶, en múltiples proyectos que utilizan nuevas tecnologías y modelos operativos para hacer que el despliegue de banda ancha inalámbrica sea más rentable. Esto forma parte de una iniciativa llamada Internet para todos, cuya premisa es conectar a Internet a más de 100 millones de personas en América Latina.

Estos proyectos ya están haciendo que el Internet móvil de alta velocidad esté disponible para decenas de miles de peruanos en las tierras altas y en la selva amazónica. Al utilizar un enfoque abierto para el despliegue de la red, ambas compañías están empoderando a los operadores

de infraestructura móvil rural, a los empresarios locales y a las comunidades para colaborar en la entrega de conectividad de alta calidad de una manera eficiente y sostenible.

Estos casos muestran que la provisión de conectividad rural sostenible también se basa en políticas de conectividad complementarias y resalta los pasos positivos que ha dado el gobierno peruano para fomentar las inversiones en zonas rurales. El compromiso de Perú con la conectividad de acceso rural se refleja en su legislación de telecomunicaciones. Una de las medidas adoptadas permite la creación de operadores de infraestructura móvil rural (OIMR), empresas locales que poseen infraestructura móvil pero utilizan el espectro asignado a otros operadores. Los OIMR pueden usar su infraestructura para ampliar el alcance de los operadores móviles tradicionales, que cubren el acceso de la última milla en zonas rurales.

¹⁴⁶ Nota de prensa de Telefónica (2018): <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/telefonica-presenta-internet-para-todos-un-proyecto-colaborativo-para-conectar-a-los-no-conectados-en-latinoamerica>.

Referencias

- 5G Americas. 2017. Servicio Universal y 4G en América Latina. Bellevue, WA: 5G Americas. Disponible en: http://www.5gamericas.org/files/6615/1742/0060/Servicio_Universal_y_4G_en_LATAM-ES.pdf.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2014. Informes de Conectividad de Internet y Banda Ancha 2015-2016 (varios países). Washington, D.C.: BID.
- . 2017. Data Centers and Broadband for Sustainable Economic and Social Development: Evidence from Latin America and the Caribbean. Washington, D.C.: BID. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18235/0000692>.
- CAF (Corporación Andina de Fomento-Banco de Desarrollo de América Latina). 2017. Expansión de la banda ancha móvil: Eliminación de barreras para la expansión de la banda ancha móvil a nivel sub-nacional. Caracas: CAF. Disponible en: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1084/Informe%20Expansion%20Conectividad-19jul.pdf?sequence=4>.
- CAF y Telecom Advisory Services. 2017. Hacia la transformación digital de América Latina y el Caribe: El Observatorio CAF del ecosistema digital. Caracas: CAF. Disponible en: http://www.teleadv.com/wp-content/uploads/ajustesObservatorioTIC170717-CAF_10-07_VFINAL_.pdf.
- Cet.la y Telecom Advisory Services. 2016. Iniciativas para el cierre de la brecha digital en América Latina. Disponible en: http://www.teleadv.com/wp-content/uploads/BoP_.pdf.
- Ericsson y Earth Institute. 2017. ICT Accelerates Action on the Sustainable Development Goals. Disponible en: <https://www.ericsson.com/en/news/2016/5/ericsson-and-earth-institute-ict-accelerates-action-on-sustainable-development-goals>.
- Frontier Economics. 2018. The Economic Impact of the Internet of Things. Londres: Frontier Economics. Disponible en: http://www.frontier-economics.com/documents/2018/03/internet-things_march-2018.pdf.
- Fujitsu Group. 2017. Achieving SDGs through ICT Fujitsu. Minato, Tokio: Fujitsu Group. Disponible en: <https://www.fujitsu.com/global/documents/about/resources/publications/fstj/archives/vol53-6/paper03.pdf>.
- GSMA. 2016. 2016 Mobile Industry Impact Report: Sustainable Development Goals. Disponible en: https://www.gsma.com/betterfuture/wp-content/uploads/2016/09/_UN_SDG_Report_FULL_R1_WEB_Singles_LOW.pdf.
- . 2017. 2017 Mobile Industry Impact Report: Sustainable Development Goals. Disponible en: <https://www.gsma.com/betterfuture/resources/2017-mobile-industry-impact-report-sustainable-development-goals>.
- . 2018a. The 2017 Atlantic Hurricane Season: Mobile industry impact and response in the Caribbean. Disponible en: <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programme/>

- mobile-for-humanitarian-innovation/the-2017-atlantic-hurricane-season-mobile-industry-impact-and-response-in-the-caribbean/.
- . 2018b. Sub-Saharan Africa: The Mobile Economy 2018. Disponible en: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/sub-saharan-africa/>.
- Huawei. 2017. 2017 ICT Sustainable Development Goals Benchmark. Shenzhen: Huawei. Disponible en: <http://www-file.huawei.com/-/media/CORPORATE/PDF/Sustainability/2017-ICT-sustainable-development-goals-benchmark-final-en.pdf>.
- ICC (International Chamber of Commerce). 2018. ICT, Policy and Sustainable Economic Development. París: ICC. Disponible en: <https://cdn.iccwbo.org/content/uploads/sites/3/2018/07/icc-2018-ict-policy-statement.pdf>.
- IFT (Instituto Federal de Comunicaciones). 2017. Tercer informe trimestral estadístico. Ciudad de México: IFT. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/recursos-de-informacion/informes-estadisticos-trimestrales>.
- IHS Economics and IHS Technology. 2018. The 5G Economy: How 5G technology will contribute to the global economy. Disponible en: <https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf>.
- Jensen, R. y E. Oster. 2007. The Power of TV: Cable Television and Women's Status in India. Documento de trabajo NBER Núm. 13305. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Jorgenson, D. W. y K. J. Stiroh. 2000. US Economic Growth at the Industry Level. *The American Economic Review*, 90(2): 161-7.
- Kottak, C. 1990. Prime-Time Society: An Anthropological Analysis of Television and Culture. Belmont, CA: Wadsworth Modern Anthropology Library.
- La Pastina, A. 2004. Telenovela Reception in Rural Brazil: Gendered Readings and Sexual Mores. *Critical Studies in Media Communication*, 21(2): 162-81.
- Latif, Z. et al. 2017. ICT and Sustainable Development in South Asian Countries. *Human Systems Management*, 36(4): 353-62.
- McKinsey. 2015: The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/-/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20internet%20of%20things%20the%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/the-internet-of-things-mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx>.
- Naciones Unidas. 2018. Sustainable Development Goals Report 2018. Nueva York: Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/publications/the-sustainable-development-goals-report-2018.html>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2010. Improving Health Sector Efficiency: The Role of Information and Communication Technologies. París: OCDE. Disponible en: https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/eu_world/docs/oecd_ict_en.pdf.
- Oliner, S. D. y D. E. Sichel. 2000. The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? Federal Reserve Board Working Paper. Washington, D.C.: Federal Reserve.
- Ono, T., K. Iida y S. Yamakazi. 2017. Achieving the SDGs through ICT. *FUJITSU Science and Technology Journal*, 53(6): 17-22. Disponible en: <https://www.fujitsu.com/global/documents/about/resources/publications/fstj/archives/vol53-6/paper03.pdf>.
- Pace, R. 1993. First-Time Televiewing in Amazonia: Television Acculturation in Gurupa, Brazil. *Ethnology*, 32(2): 187-205.
- Parlamento Europeo. 2009. Assessing the Potential of ICT to Increase Energy Efficiency and Fight Climate Change: Key Technologies and Prospects. Bruselas: Parlamento Euro-

- peo. Disponible en: <http://www.itas.kit.edu/pub/v/2009/scwe09a.pdf>.
- Podgornik, A., B. Sucic, P. Bevk y D. Stanicic. 2013. The Impact of Smart Metering on Energy Efficiency in Low-Income Housing in Mediterranean. In: *Climate-Smart Technologies*. Nueva York: Springer.
- Rhinesmith, C. 2016. Digital Inclusion and Meaningful Broadband Adoption Initiatives. Evanston, IL: Benton. Disponible en: <https://www.benton.org/sites/default/files/broadbandinclusion.pdf>.
- Stauffacher, D. et al. 2005. Information and Communication Technology for Peace. Nueva York: Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.iapad.org/wp-content/uploads/2016/01/Stauffacher.pdf>.
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). 2017a. The Role of ICTs in Accelerating the Achievement of the SDGs. New Innovation Approaches to Support the Implementation of the SDGs. Ginebra: UIT. Disponible en: https://unctad.org/meetings/en/Presentation/cstd2016_p06_DoreenBogdan_ITU_en.pdf.
- . 2017b. ICT-centric Economic Growth, Innovation and Job Creation. Ginebra: UIT. Disponible en: https://www.itu.int/pub/D-GEN-ICT_SDGS.01-2017.
- . 2017c. Report on the WSIS Stocktaking. Ginebra: UIT. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-WSIS.REP-2017-PDF-E.pdf.
- . 2018. Transformation toward Sustainable and Resilient Societies. High-Level Political Forum (HLPF) 2018. Ginebra: UIT. Disponible en: https://www.itu.int/en/sustainable-world/Documents/HLPF_2018_Brochure.pdf.
- UIT y UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2015. The State of Broadband 2015: Broadband as a Foundation for Sustainable Development. Ginebra: UIT y UNESCO. Disponible en: <https://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annual-report2015.pdf>.
- . 2016. The State of Broadband 2016: Broadband Catalysing Sustainable Development. Ginebra: UIT y UNESCO. Disponible en: <https://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2016.pdf>.
- . 2017. The State of Broadband 2017: Broadband Catalysing Sustainable Development. Ginebra: UIT y UNESCO. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/s-pol-broadband.18-2017-pdf-e.pdf.
- Vodafone y Arthur D. Little. 2016. Connected Education. Newbury, Berkshire: Vodafone. Disponible en: https://www.vodafone.com/content/dam/vodafone/connected-education/vodafone_connected_education.pdf.
- Walker, M. 2005. Amartya Sen's Capability Approach and Education. *Educational Action Research*, 13(1): 103-10.
- Youngman, R. 2012. ICT Solutions for Energy Efficiency. Washington, D.C: Banco Mundial. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12685>.

