

Los desafíos del crecimiento de la fibra en América Latina y el Caribe

AUTORES

Antonio García Zaballos
Sebastián M. Cabello
Pau Puig
Enrique Iglesias
Maribel Dalio

Los desafíos del crecimiento de la fibra en América Latina y el Caribe

Autores

Antonio García Zaballos

Sebastián M. Cabello

Pau Puig

Enrique Iglesias

Maribel Dalio

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

Los desafíos del crecimiento de la fibra en América Latina y el Caribe / Antonio García Zaballos, Sebastián M. Cabello, Pau Puig, Enrique Iglesias, Maribel Dalio.

p. cm. — (Monografía del BID; 1122)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Optical fiber communication-Government policy-Latin America. 2. Optical fiber communication-Government policy-Caribbean Area. 3. Information technology-Government policy-Latin America. 4. Information technology-Government policy-Caribbean Area. 5. Digital communications-Government policy-Latin America. 6. Digital communications-Government policy-Caribbean Area. I. García Zaballos, Antonio. II. Cabello, Sebastián. III. Puig Gabarró, Pau. IV. Iglesias Rodríguez, Enrique. V. Dalio, Maribel. VI. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. VII. Serie. IDB-MG-1122

Clasificaciones JEL: F23, H54, L25, L51, L96

Palabras clave: transformación digital, infraestructura digital, fibra óptica, desarrollo social y productivo, regulación, conectividad significativa

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. 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 Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). 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 y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia. Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, 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 trabajo fue realizado entre noviembre de 2022 y mayo de 2023 y contó con la asistencia de investigación de Mauricio Fernández y la coordinación de Diego Ros Rooney.

Se agradece especialmente al Fondo General de España por el apoyo en la realización de la publicación y el compromiso con el despliegue de infraestructura de conectividad digital en la región.

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 Partners, LLC)

Revisión editorial: Clara Sarcone

Diagramación: The Word Express, Inc.

Imagen de cubierta: Ozz Design/Shutterstock

Índice

Acerca de los autores	v
Resumen ejecutivo	vii
Introducción	xi
1. El “gran momento” de crecimiento de la fibra en ALC	1
Los países y su cobertura de hogares con FTTH.....	2
Detalle de suscriptores por país de FTTH.....	3
Disparidad importante en los despliegues de la región.....	5
Se espera que el FTTH alcance una penetración del 57% y una cobertura del 80% en la región para 2027.....	7
2. Complementariedades de la fibra y distintas soluciones de conectividad	13
Disponer de infraestructura de fibra adecuada será clave para la introducción de nuevas soluciones de tecnologías digitales.....	13
Evolución de la cadena de valor de la infraestructura de conectividad y rol de la fibra	17
3. Importancia de contar con incentivos para el despliegue y reglas armonizadas a nivel subnacional	21
Necesidad de promover tanto el despliegue como la compartición de infraestructura	21
Las barreras a los despliegues de fibra están relacionadas tanto con cuestiones nacionales como municipales.....	23
Políticas que promueven los despliegues de fibra.....	27
Rol del sector privado y las asociaciones público-privadas (APP) en la cobertura en zonas con baja densidad poblacional.....	33
4. Desplegar oportuna y eficientemente fibra será necesario para alcanzar una conectividad robusta	37
¿Cómo está compuesta la cadena de abastecimiento de la fibra óptica?	37

Cuellos de botella en la cadena de abastecimiento pueden afectar el desarrollo de los países de la región	39
5. La región espera inversiones en fibra superiores a los US\$130.000 millones hasta 2030	45
Marco conceptual y variables clave del modelo de inversiones en fibra	45
Inversión requerida por país y por tipo de despliegue para alcanzar una cobertura del 81% en 2030	55
¿Qué ocurre en caso de objetivos más ambiciosos de cobertura?	56
6. Hacia una agenda colaborativa público-privada a nivel regional para maximizar el alcance de la conectividad robusta	63
¿Cómo se puede extender el “gran momento de la fibra” para que alcance a más latinoamericanos?	63
Referencias.....	69
Anexo. Normativa para el despliegue de fibra óptica	71

Acerca de los autores

Antonio García Zaballos - es *lead specialist* en materia de telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas y Coordinador de la Plataforma de Banda Ancha del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Antonio tiene 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 asesoró a reguladores, operadores de telecomunicaciones y gobiernos en países como Arabia Saudita, China, Ecuador, Argentina, República Dominicana, Paraguay, Polonia y República Checa, entre otros. Antonio forma parte de distintos comités técnicos de expertos, entre los que destacan el Foro Económico Mundial, dentro de la iniciativa Internet para Todos, y el 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 Johns Hopkins University. Es autor de diversas publicaciones sobre aspectos económico-regulatorios aplicados al sector de las telecomunicaciones.

Sebastián M. Cabello es experto en políticas públicas digitales y consultor de distintas entidades del sector público y privado. Actualmente es CEO de SmC+ Digital Public Affairs, y asesor de distintas empresas y organizaciones multilaterales y cámaras. También se desempeña como investigador afiliado del Centro de Tecnología y Sociedad (CETyS) de la Universidad de San Andrés, Argentina. Entre 2010 y 2018 fue director general de Global System for Mobile Communications Association (GSMA) en América Latina, donde lideró la agenda regional en representación de la industria móvil. Ha sido miembro del Comité de Internet para Todos del Foro Económico Mundial y ha liderado y coordinado numerosas iniciativas regionales de diálogo público-privado, como el Congreso Latinoamericano de Telecomunicaciones (CLT) el centro de capacitación CE-Digital, la campaña Nos Importa,

el programa Comercio Digital Sin fronteras, la red Broadband Environment for Sustainable Transformation (BEST) del BID y el evento DigiEconLatam, entre otros. Es licenciado en Economía por la Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina, y posee una maestría en Relaciones Internacionales de la Universidad de California, San Diego (UCSD). Ha sido becario Fulbright entre 2003 y 2005 y dictado cursos en la Escuela de Negocios de la Universidad de Palermo y de Economía en la UNS y en la Universidad del Salvador (Argentina).

Enrique Iglesias – es especialista en telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID. Sus funciones se basan en apoyar a los gobiernos de América Latina y el Caribe (ALC) para desarrollar las agendas de banda ancha y economía digital a través de mecanismos de asistencia técnica y operaciones de financiación. Previamente ejerció como consultor en estrategia y operaciones con base en Madrid, donde tuvo la oportunidad de prestar servicios a las principales firmas de telecomunicaciones en Europa y ALC. Enrique es ingeniero superior de telecomunicaciones por la Universidad Autónoma de Madrid y cuenta con una maestría en Banca y Mercados Financieros por la Universidad Carlos III de Madrid.

Pau Puig Gabarró – es especialista en telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID. Trabaja desde 2016 en el Banco apoyando gobiernos de ALC a reformar políticas públicas de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y a planificar inversiones en infraestruc-

tura de telecomunicaciones. Pau cuenta con una licenciatura y una maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, así como un posgrado en Gestión de Empresas y un máster en Administración Internacional de Empresas.

Maribel Amanda Dalio – es experta en transformación digital y desarrollo. Tiene más de 10 años de experiencia en el liderazgo de políticas públicas de infraestructura digital e inclusión y ha cumplido funciones tanto a nivel local como nacional e internacional. Ha sido directora de Relaciones Institucionales del Ministerio de Modernización del Gobierno Nacional de Argentina, donde tuvo a cargo tres agencias de coordinación; se ha desempeñado como asesora de la Jefatura de Gabinete de Ministros del mismo país y de diferentes Gobiernos de América Latina; y fue gerente de Tecnologías Electorales del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires durante la primera implementación del voto electrónico. En el ámbito internacional, ha trabajado con diferentes instituciones, como el Grupo de los 20 (G20), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Naciones Unidas, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Unión Europea, BID y Banco Mundial. Se ha formado en universidades de seis países diferentes, incluyendo las de Harvard y Brown. Tiene una maestría en Coaching Ejecutivo y Liderazgo en la Universidad de Barcelona y es licenciada en Relaciones Internacionales por la Universidad Católica de Córdoba. Actualmente, trabaja para la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID como consultora en infraestructura digital e inclusión.

Resumen ejecutivo

El despliegue de fibra óptica vive un gran momento en el mundo y en la región en particular. Los despliegues de fibra hasta el hogar (FTTH, por sus siglas en inglés) vienen reportando un constante crecimiento en los últimos años debido a la demanda de mayor ancho de banda y de menores latencias, requisitos que las redes tradicionales basadas en cable y cobre no pueden cumplir, y a su menor costo relativo de reemplazo aprovechando los tendidos legados.

En la actualidad, los países de América Latina y el Caribe (ALC) reportan crecimientos en el período 2016–2021 de cuatro veces el número de hogares pasados con FTTH y de 10 veces en el número de suscriptores a dicha tecnología. La penetración estimada a fines de 2021 era del 27% (46 millones de hogares) y se espera que llegue a un 60% para 2030, cuando la cobertura esté alcanzando su techo natural esperado para la región del 81% de los hogares.

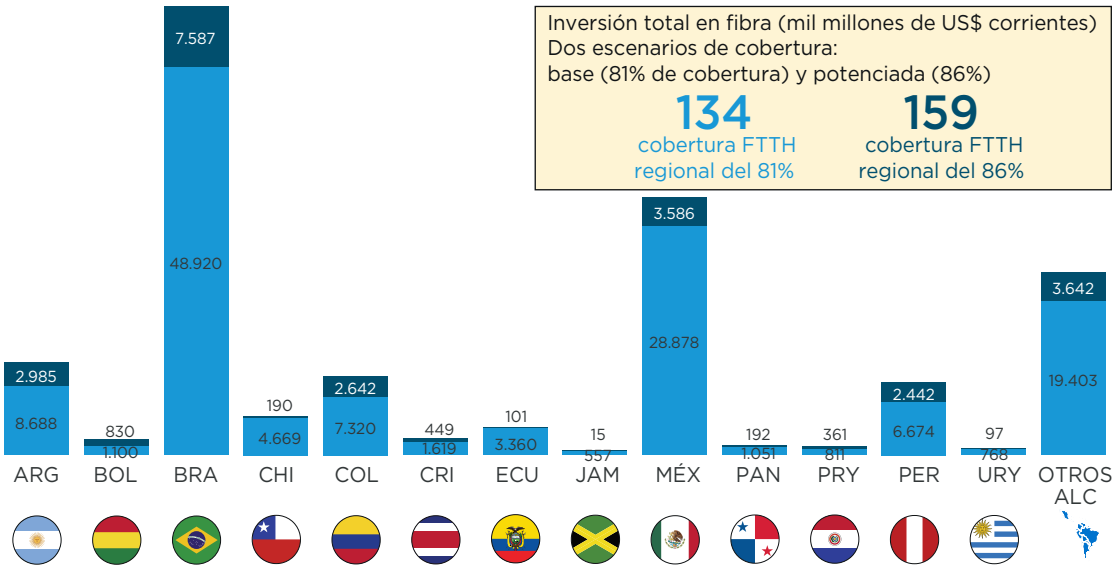
El relevamiento realizado en 17 países de la región muestra niveles de cobertura por encima del promedio regional del 59% en Barbados, Brasil, Chile, Jamaica, Trinidad y Tobago y Uruguay. En tanto, la pene-

tración promedio regional del 27% es superada en Barbados, Brasil, Chile, Trinidad y Tobago y Uruguay. Las estimaciones realizadas por la Fiber Broadband Association (FBA) Capítulo Latinoamericano muestran que la tasa de adopción (*take-up rate*) pasará del 45% en 2021 al 71% en 2027. Comparativamente, la Unión Europea (UE) llegó a un *take-up rate* del 52% en 2021, por lo cual la región tendría un rezago de al menos dos años en comparación con el dinamismo que hoy muestra el viejo continente, donde España se destaca como uno de los países más avanzados.

Disponer de infraestructura de fibra adecuada será clave para introducir nuevas soluciones de tecnologías digitales y acompañar el crecimiento de 5G, y las evoluciones de wifi 6 y 7 que van a soportar altos niveles de tráfico y bajas latencias. Esta transición tecnológica se da en medio de una evolución de la cadena de valor de la infraestructura de conectividad, en la que hay una tendencia hacia la desintegración vertical de los proveedores de internet tradicionales y la gestión más especializada de la infraestructura con InfraCos, NetCos y CloudCos

Gráfico A.

Inversión total en fibra por país, 2023-2030



Fuente: Elaboración propia.

como socios neutrales necesarios de los proveedores de servicios finales.

Contar con incentivos para el despliegue de fibra y reglas armonizadas a nivel subnacional será clave para mantener el ritmo de inversiones y extender los beneficios de la fibra más allá de donde llegará naturalmente el mercado. En la actualidad se deben sortear diversas barreras para el despliegue, entre las que predominan las administrativas y regulatorias debido a la falta de coordinación y armonización de las normativas en los distintos niveles de gobierno. Al mismo tiempo, los costos de la fibra están actualmente en aumento y se observa una brecha de habilidades necesarias que puede crear cuellos de botella para el crecimiento.

Para sostener y maximizar ese crecimiento, más temprano que tarde, será crítico contar con políticas de una sola excavación, dar incentivos para la compartición y coordinación de los actores y estimular la demanda con subsidios y beneficios para que no haya hogar cubierto que no pueda convertirse en suscriptor.

Llegar a una cobertura promedio de la región en torno al 80% de los hogares, tanto urbanos como rurales, implica un desafío mayúsculo para una región donde, en promedio, el 82% son urbanos. Esto implica que a 2022 la cobertura estimada en zonas urbanas sea mayor que el promedio regional, en torno al 78%, y que en zonas rurales sea muy baja (15%). El techo promedio esti-

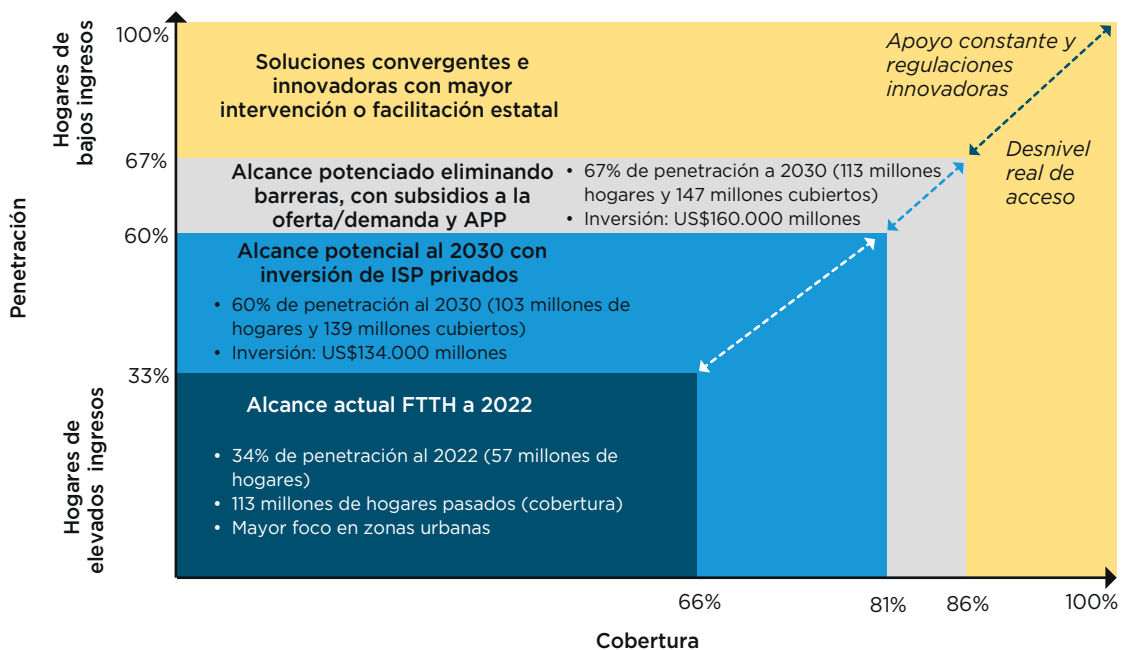
mado hasta donde podría llegar el FTTH en la región es del 81% (93% en zonas urbanas y 29% en zonas rurales). Para que el mercado alcance esta trayectoria proyectada se esperan inversiones por US\$134.000 millones para toda la región, donde Brasil y México combinados representarían el 44% del total.

También debe tenerse en cuenta que muchas de las inversiones se van a dar en zonas de mayor poder adquisitivo, por lo cual la superposición de redes será mayor en esos lugares. Donde haya redes superpuestas se espera que haya mayor competencia y opciones para los consumidores. De

acuerdo a estudios, los costos de los despliegues se duplican en las zonas rurales, y también son alrededor de un 17-20% mayores si son soterrados en comparación con los aéreos. En función a estas proyecciones y estimaciones, se construyó un modelo para evaluar cómo se podrían solucionar las insuficiencias del mercado con la reducción de barreras, mediante subvenciones inteligentes sobre la oferta (aumentando la cobertura) y la estimulación de la coordinación (mayores asociaciones público-privadas [APP]) y la demanda (aumentando el acceso).

Gráfico B.

Matriz de espacios de cobertura y penetración de la banda ancha fija aplicado a FTTH con inversiones y hogares alcanzados



Fuente: Elaboración propia.

Llevar la cobertura más allá del 81% esperado para 2030, que es un techo posible para la región, mediante políticas inteligentes podría hacer llegar la cobertura al 86%, y permitiría que las suscripciones puedan alcanzar una penetración más que proporcional del

67%. Estos siete puntos porcentuales implicarían conectar más de 10 millones de hogares adicionales en zonas de menor atractivo comercial y de bajo ingreso promedio, lo que sería posible a través de un monto total de inversiones de US\$160.000 millones

Introducción

Esta publicación nace a partir del diálogo en pos de una agenda de colaboración entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Fiber Broadband Association (FBA) Capítulo Latinoamericano¹ para la promoción del despliegue de fibra a fin de mejorar la conectividad robusta de América Latina y el Caribe (ALC) y ayudar a cerrar la brecha digital.

ALC no es ajena a un fenómeno de crecimiento de la fibra en el mundo desarrollado donde, por ejemplo en los Estados Unidos, esta tecnología ha sido elegida para recibir US\$42.450 millones de financiamiento de la National Telecommunications and Information Administration (NTIA) del programa Broadband Equity, Access and Deployment (BEAD). Similares inversiones se observan en Europa donde la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) destacaba en febrero de 2023 el aumento del 12,3% en las suscripciones de fibra en el último año (de junio 2021 a 2022), y donde la fibra representa el 36% de las suscripciones de los 38 miembros de este grupo (OCDE, 2023).

En este grupo resaltan Corea, Japón y España que poseen las tasas de penetración

de fibra más altas de la OCDE con un 87%, 84% y 81%, respectivamente, y se encuentran entre los siete países con una cuota de fibra del total de suscripciones de banda ancha fija del 70% o más. Las mayores tasas de crecimiento de fibra en ALC se observaron en Costa Rica, Chile y Colombia (51%, 35% y 32%, respectivamente), mientras que en Europa se dieron en Bélgica, Reino Unido e Irlanda (87%, 47% y 40%, respectivamente).

Esta publicación apunta a contribuir al conocimiento sobre los avances de la fibra en ALC a partir de estudiar los logros y proyectar su performance en 17 países. Resulta novedosa en tanto el crecimiento de la fibra es un fenómeno relativamente reciente y del cual hay limitado conocimiento y escasas políticas públicas específicas más allá de los esfuerzos de la década pasada por parte de distintos gobiernos para promover redes dorsales nacionales con éxitos mixtos. En este caso, desde una perspectiva descentralizada y pri-

¹ Esta organización publica anualmente el FTTH Latam Panorama. Parte de esta publicación se apoya en dichos relevamientos y estimaciones.

vada se describe cómo funciona su cadena de valor y se destacan las políticas públicas que promueven su despliegue. Luego se estima el costo y las inversiones necesarias para seguir esa trayectoria esperada, en la cual algunos países, como Brasil, Chile y

otros más pequeños del Caribe, están más avanzados. Finalmente, se abordan algunos de los desafíos persistentes, las buenas prácticas y cómo la colaboración público-privada va a ser fundamental para soportar su proyección de crecimiento e inversión.



El “gran momento” de crecimiento de la fibra en ALC

El despliegue de fibra óptica vive un gran momento en el mundo y en la región en particular. Los despliegues de fibra hasta el hogar (FTTH, por sus siglas en inglés)² vienen reportando un constante crecimiento en los últimos años debido a la demanda de mayor ancho de banda y de menores latencias, requisitos que las redes tradicionales basadas en cable y cobre no pueden cumplir, y a su relativo menor costo de reemplazo del tendido legado.

En efecto, los proveedores de servicio de internet (ISP, por sus siglas en inglés) han empezado a migrar sus redes hacia redes de fibra óptica completas, en una primera instancia con despliegues híbridos, pero en la actualidad llegando hasta el hogar. Los gobiernos de la región han entendido que su implicación en los despliegues de fibra es un elemento clave para reducir la exclusión digital.

El crecimiento acumulado entre 2016 y 2021 ha sido de cuatro veces en el número de hogares pasados con FTTH/B (103 millo-

nes a diciembre de 2021), y de 10 veces en el número de suscriptores de FTTH/B (46 millones a diciembre de 2021), impulsado principalmente por Brasil y México. El Recuadro 1 brinda algunas de las principales definiciones que hacen al mercado de la fibra y sus dinámicas.

Respecto a la diferencia entre cobertura y penetración de servicios FTTH, es importante aclarar que la cobertura siempre será mayor que la penetración. Muchos hogares son pasados por fibra pero no son el objetivo comercial de la empresa o, aun siendo objetivo, los usuarios pueden optar por no contratar el servicio, contratarlo de otro proveedor

² El concepto FTTx comprende distintos modelos híbridos en los que la red de fibra no llega hasta el hogar sino hasta puntos previos al ingreso al hogar, desde los cuales llegan al hogar mediante redes de cobre. Estos modelos pueden ser hasta el edificio (FTTB, por sus siglas en inglés), hasta el gabinete (FTTC, por sus siglas en inglés) o hasta el nodo (FTTN, por sus siglas en inglés).

Recuadro 1

Principales definiciones de los despliegues de la fibra óptica

Instalaciones: casa o edificio que podría estar conectado por una red FTTH/FTTHB.

Sockets o conectores: punto de conexión en el hogar de un solo proveedor de servicios de fibra dentro de las instalaciones. Es posible tener múltiples conectores (*sockets*) si la ubicación es atendida por múltiples operadores de red FTTH.

Hogares pasados: número potencial de instalaciones que un proveedor de servicios tiene capacidad para conectar a una red FTTH/FTTB con una instalación adicional mínima.

Suscriptores: número de instalaciones conectadas a una red y que se encuentran adheridas a un servicio de banda ancha.

Cobertura: relación entre hogares pasados y hogares totales en el país.

Penetración: relación entre suscriptores y hogares totales en el país.

Take-up: relación entre suscriptores y hogares pasados en el país, o entre penetración y cobertura. Es una ratio relevante para la industria, ya que permite comprender el nivel de conversión de hogares pasados a suscriptores.

o contar con otra tecnología con velocidades suficientes para sus necesidades y alcance económico. A su vez, un mismo hogar puede estar pasado por más de un proveedor de servicio de banda ancha. Por otro lado, un *take-up rate* elevado no necesariamente significa que se cuenta con una cobertura alta. En Europa³ el índice de *take-up* a septiembre de 2021 alcanzó un 48,5%, lo que muestra que el esfuerzo inversor en pasar hogares es aún muy superior a la capacidad comercial de convertir dichos hogares a un suscriptor de un servicio FTTH. No obstante, debe considerarse que la inversión requerida para convertir un hogar pasado en un suscriptor es significativamente mayor a la del despliegue inicial (Gráfico 1).

La cobertura y la penetración de la fibra hasta el hogar en ALC han alcanzado en 2021 un 59% (13 puntos porcentuales [pp] más que en diciembre de 2020) y un 27% (9 pp más que en diciembre de 2020), respectivamente.

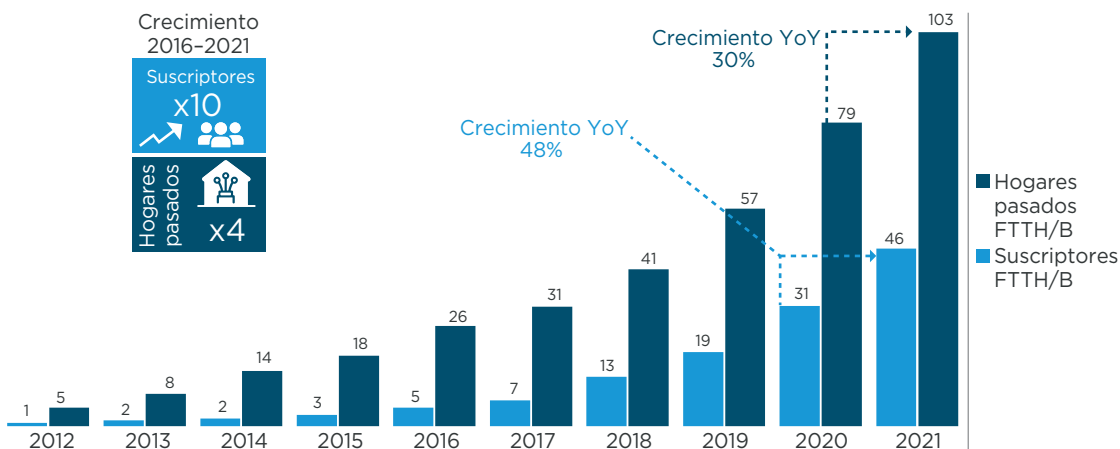
Los países y su cobertura de hogares con FTTH

Como se ha mencionado, para fines de 2021 la región ha desplegado redes de fibra hasta

³ Los cinco países de Europa con mayor índice de *take-up* según el FTTH Council Europa son Finlandia (96%), Islandia (94%), Suecia (77%), España (77%) y Portugal (74%).

Gráfico 1

Suscriptores y hogares pasados en ALC (millones)



Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

Nota: YoY: año tras año (siglas en inglés).

el hogar, alcanzando los 103 millones de hogares pasados con FTTH/B, lo que representa una cobertura del 59%. Estos 103 millones de hogares contemplan hogares en los que más de un operador ha desplegado fibra,⁴ lo cual se da mayormente en los centros urbanos, zonas de mayor densidad poblacional y de mayor poder adquisitivo.

Los despliegues de fibra en ALC se concentran en cinco países que reúnen el 90% del total de hogares pasados con FTTH/B. Brasil, con 52 millones de hogares pasados, representa el 51% de la región; le siguen México con 22,5 millones, Argentina con 7,5 millones, Chile con 5,3 millones y Colombia con 4,2 millones (Gráfico 2).

Al igual que Brasil, que es líder en la región en cuanto a hogares pasados, otros países han presentado en 2021 una importante

evolución en sus despliegues de FTTH/B. Bahamas, Colombia, Perú y Puerto Rico se destacan por tener en 2021 tasas de crecimiento anuales superiores al 30% (Cuadro 1).

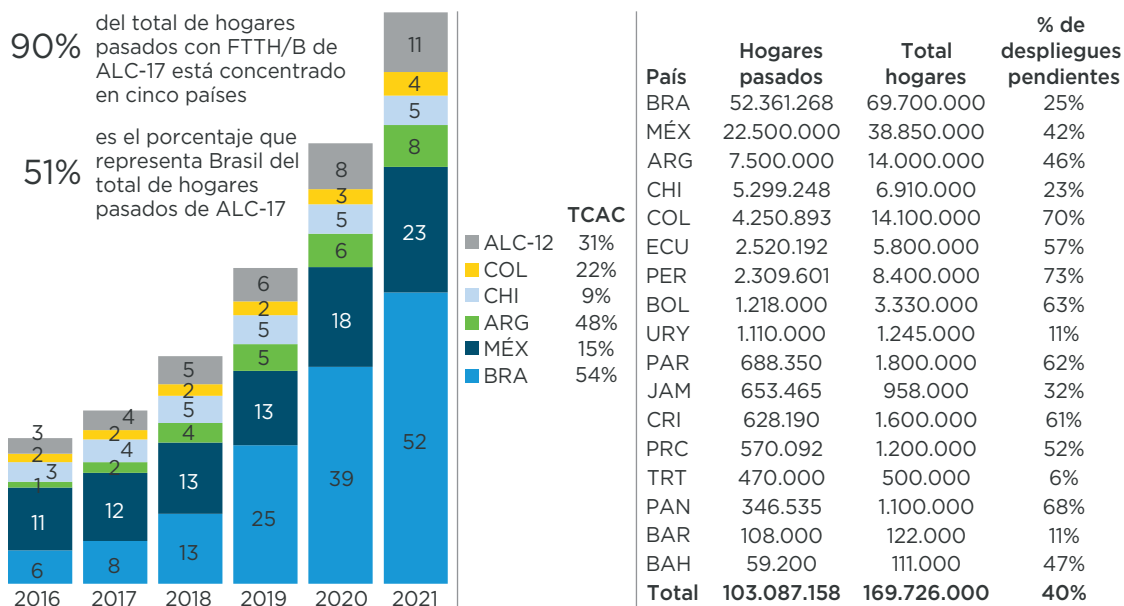
Detalle de suscriptores por país de FTTH

A fines de 2021 la región alcanzó los 46 millones de suscriptores, lo que representa un 27% de la penetración de FTTH. El crecimiento se ha venido dando a un ritmo muy rápido en los últimos años y se han multiplicado por 10 desde 2016.

⁴ Los hogares pasados fueron estimados contemplando una ratio de solapamiento entre operadores, así no hay duplicación de hogares en la estimación.

Gráfico 2

Hogares pasados con FTTH/B en ALC (millones)



Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

Nota: TCAC: tasa de crecimiento anual compuesto.

Cuadro 1

Países con mayor crecimiento de hogares pasados con FTTH/B en la región (2021 vs. 2020)

Crecimiento de hogares pasados			
País	Porcentaje	País	Número de hogares
Puerto Rico	+229%	Brasil	+13.300.000
Perú	+56%	México	+4.600.000
Colombia	+56%	Argentina	+1.500.000
Bahamas	+40%	Colombia	+1.500.000
Brasil	+34%	Perú	+902.000

Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

Es importante tener en cuenta que, en el caso de FTTH, al hablar de suscriptores se hace referencia a hogares con un servicio de fibra al hogar contratado y no a personas únicas. Si se considera la cantidad de habitantes promedio por hogar en cada país, el número de habitantes con una suscripción de FTTH estaría en torno a los 144 millones.⁵

Países como Brasil (26,3 millones), México (9,3 millones), Chile (2,4 millones), Argentina (2,1 millones) y Ecuador (1,4 millones) representan el 90% del total de suscriptores de ALC a diciembre de 2021. Estos países muestran las tasas de crecimiento más altas en los últimos cinco años (Gráfico 3).

Panamá, Puerto Rico, Paraguay, Bahamas y Costa Rica, en ese orden, han sido los cinco principales países en términos de crecimiento de suscriptores en 2021 (Cuadro 2).

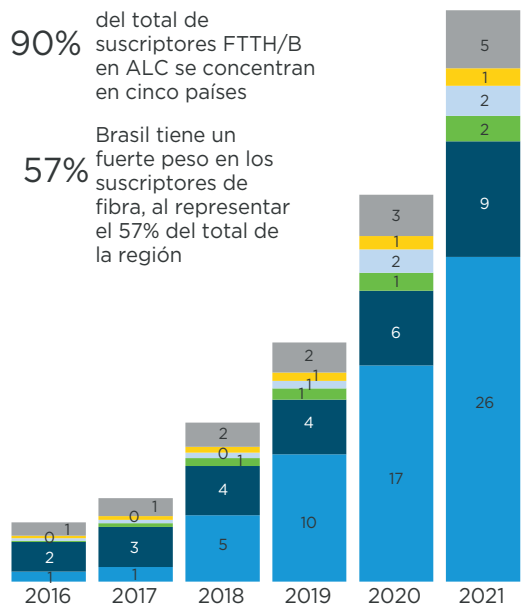
Disparidad importante en los despliegues de la región

A fines de 2021 se alcanzó una cobertura promedio del 59%, sin embargo, solo 6 de los 17 países estudiados la han superado.

⁵ Se debe considerar que se trata de una estimación con base en la cantidad de personas promedio por hogar, sin la realización de ningún tipo de ajuste por región por nivel socioeconómico (los primeros despliegues se dan siempre en las zonas con nivel socioeconómico más alto).

Gráfico 3

Suscriptores FTTH/B en ALC (millones)













País	Suscriptores (hogares)	Suscriptores (personas)
BRA	26.293.000	80.180.446,92
MÉX	9.349.400	31.027.975,31
CHI	2.426.744	6.713.406,41
ARG	2.078.000	6.735.094,86
ECU	1.420.625	4.321.394,29
COL	1.398.422	5.046.419,02
URY	880.289	2.455.617,43
PER	661.378	2.595.987,39
BOL	478.500	1.677.336,49
PAR	339.193	1.343.958,04
CRI	285.700	909.597,38
TRT	216.500	575.032,23
JAM	142.254	406.864,26
PRC	118.952	319.365,20
BAR	99.750	229.915,57
PAN	66.025	258.938,05
BAH	14.700	54.019,98
Total 2021	46.269.432	144.851.369

Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

Cuadro 2

Países con mayor crecimiento de suscriptores con FTTH/B en la región (2021 vs. 2020)

Crecimiento de suscripciones			
País	Porcentaje	País	Número de suscripciones
 Panamá	+113%	 Brasil	+8.800.000
 Puerto Rico	+68%	 México	+3.300.000
 Paraguay	+63%	 Argentina	+648.000
 Bahamas	+60%	 Chile	+541.000
 Costa Rica	+49%	 Colombia	+491.000

Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

Brasil, Chile y Uruguay son los líderes en el Cono Sur, mientras que Barbados, Jamaica y Trinidad y Tobago se destacan en el Caribe (Gráfico 4).

Dada su extensión territorial y cantidad de habitantes, el caso de Brasil merece especial mención ya que para 2021 ha logrado una cobertura del 75% y una penetración del 38%, con lo que se coloca por encima del promedio regional en ambos indicadores. A diferencia de lo ocurrido en otros países, en Brasil ha sido muy relevante el impulso en los despliegues de los ISP de menor escala y/o los de alcance regional, que a diciembre de 2021 llegaron a representar el 47% de los hogares pasados.

Como se puede observar en el Gráfico 4, la región ha alcanzado una penetración promedio de FTTH/B del 27%, pero solamente 5 de los 17 países estudiados han alcanzado una tasa de penetración superior a la media.

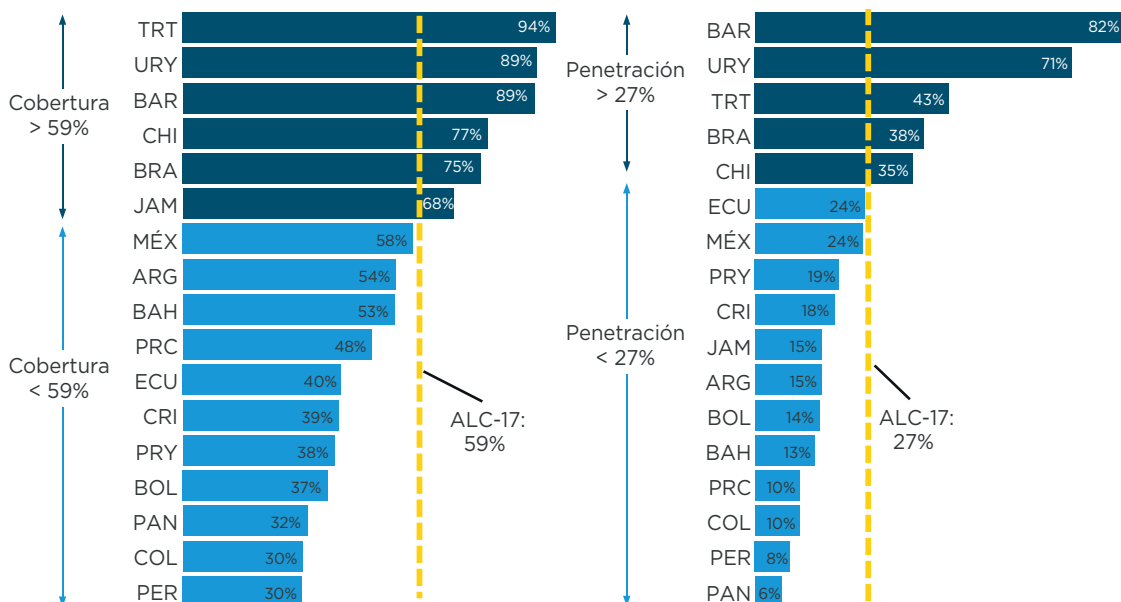
Barbados y Uruguay como líderes, seguidos por Trinidad y Tobago, Brasil y Chile.

La región presenta una importante exclusión digital. Las disparidades en cuanto al FTTH pueden tener diversos motivos que impiden o dificultan la adopción de esta tecnología por parte de los operadores y proveedores de servicios en los países de la región.

Entre esos motivos se pueden citar los siguientes: (i) el alto costo de actualizar una red de cobre o cable legada (*legacy*); (ii) esas redes aún siguen ofreciendo un ancho de banda competitivo y aceptable para usuarios finales de internet; (iii) la falta de incentivos regulatorios por parte de las autoridades gubernamentales; (iv) el retorno de la inversión, que es un impulsor muy sensible para avanzar hacia el despliegue de la fibra en mercados con ingresos promedio por usuario (ARPU, por sus siglas en inglés) más

Gráfico 4

Cobertura y penetración FTTH en países de la región (diciembre de 2021)



Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

bajos y altas fluctuaciones del valor de las divisas locales; (v) dificultades y precios elevados de la cadena de suministro; y (vi) las características geográficas (cordones montañosos, islas, selvas, etc.) y grandes extensiones que convierten a estas zonas remotas poco atractivas a nivel económico.

Se espera que el FTTH alcance una penetración del 57% y una cobertura del 80% en la región para 2027

Desde 2016 se ha producido un cambio en la tendencia de los FTTH y estos se transformaron en la tecnología elegida por muchos operadores de redes para nuevas ofertas y

ampliaciones para llegar a nuevos clientes.

Este aumento de la penetración de la fibra óptica viene dado, principalmente, por tres motivos:

- Nuevos suscriptores en zonas donde ya se cuenta con el tendido de fibra al hogar, por lo que el aumento depende únicamente de un esfuerzo comercial, sin inversiones significativas en los despliegues, ya que han sido realizados previamente.
- Reemplazo de tendidos de cobre en zonas en las que ya existe una demanda de un servicio de mayor velocidad y menor latencia.

- Instalación de fibra en desarrollos inmobiliarios *greenfield*.⁶

El despliegue de las redes ópticas permite la implementación de una red flexible de acceso sobre fibra capaz de soportar los requisitos de los servicios de banda ancha de los usuarios residenciales y no residenciales mediante FTTH. Asimismo, posibilita la convergencia de los servicios de telecomunicaciones sobre una única infraestructura de red, lo que favorece la reducción de los costos para los operadores, al no tener que instalar y mantener redes paralelas para cada servicio.

Se espera que la región alcance los 99 millones de suscriptores para 2027, basados en estrategias comerciales agresivas de los operadores y también como una migra-

ción tecnológica que principalmente realizarán los operadores de cable hacia soluciones FTTH completas para sus clientes existentes.

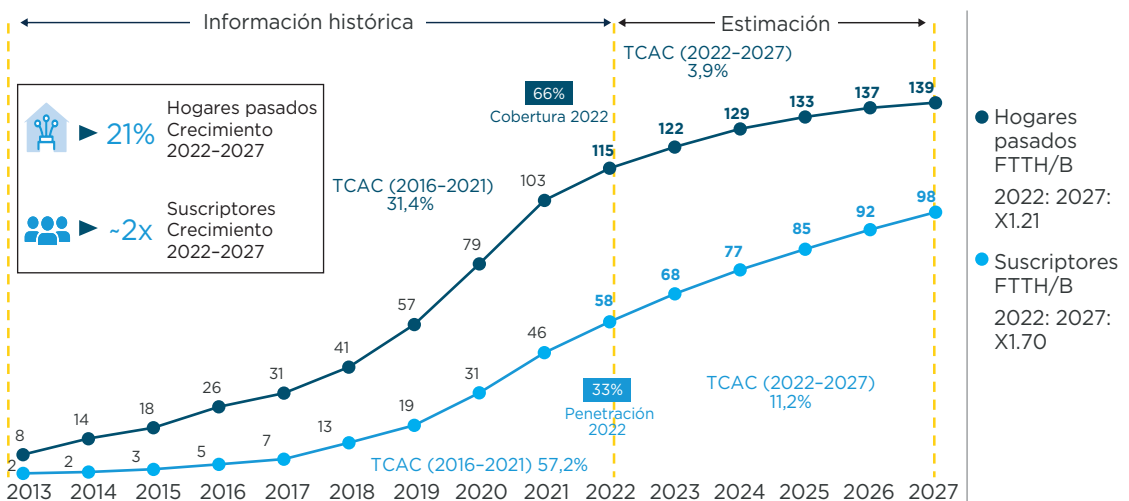
Con relación a los hogares pasados, se estima que habrá 139 millones para 2027, con un crecimiento del 21% (2022-2027) (Gráfico 5).

Se estima que la tasa de cobertura alcance el 80% del total de hogares en la región en 2027, impulsada por despliegues de fibra para tener cobertura FTTH a nivel nacional, donde Brasil, Chile, Puerto Rico, Trinidad y Tobago y Uruguay serán los principales protagonistas. A nivel de expectativa sobre la cantidad de hogares pasados

⁶ Un proyecto *greenfield* es aquel que se realiza desde cero o aquel ya existente que se cambia en su totalidad.

Gráfico 5

Estimación de hogares pasados y suscriptores FTTH para ALC (millones)



Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

para 2027, se destacan Brasil con 60 millones, México con 30 millones, Argentina y Colombia con 11 millones, Chile y Perú con 6 millones, y Ecuador con 4 millones.

La penetración de FTTH experimentará un aumento de 30 pp desde 2021 para llegar al 57% a fines de 2027. Esto será el resultado de la expansión de la cobertura de FTTH a más hogares, de esfuerzos comerciales de los operadores y de una demanda que cada vez requiere más servicios de banda ancha de alta velocidad y baja latencia (Gráfico 6).

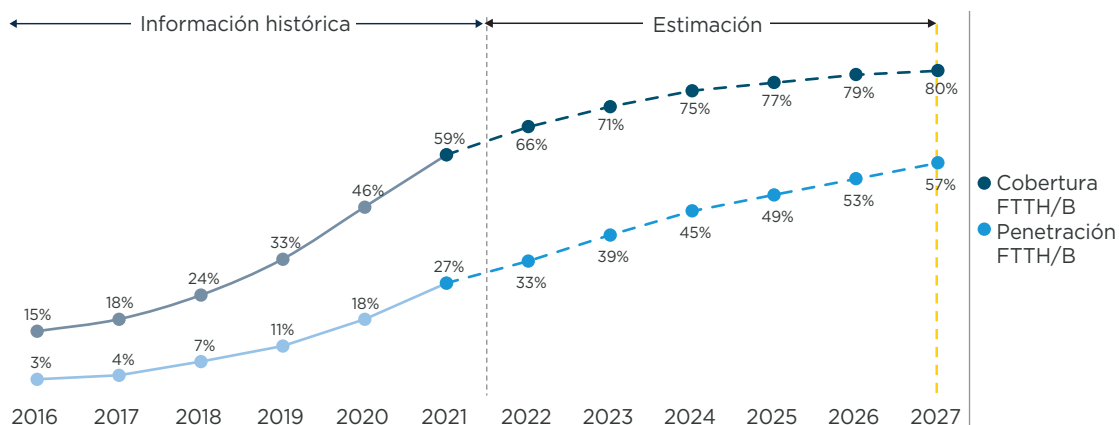
Como se puede observar en el Gráfico 6, se espera que la tendencia de crecimiento de suscriptores sea mayor que la de hogares pasados, como consecuencia de aprovechar comercialmente los despliegues ya realizados y de la masificación del servicio.

El crecimiento dispar de cobertura y penetración dará como resultado un aumento del *take-up rate*, que pasará de un 45% en 2021 a un 71% en 2027. Sobre la base del crecimiento esperado de este indicador, se puede decir que ALC se encuentra dos años por detrás de mercados más desarrollados, como el europeo, dado que la Unión Europea (UE) llegó a un *take-up* del 52% en 2021, y que ALC espera alcanzar un 56% en 2023, dos años después que dicho registro fuera alcanzado en Europa.

Además de los objetivos y estrategias comerciales de jugadores privados, la región está experimentando cambios en materia de agendas digitales como forma de reducir la exclusión y brecha digital. Esto habilitará nuevos suscriptores de fibra que anteriormente se encontraban fuera de la zona de cobertura.

Gráfico 6


















Cobertura de hogares y penetración FTTH en ALC



Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

Cuadro 3

Estimación de hogares pasados y suscripciones en ALC 2021-2027

País	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027	
	Hogares pasados	Suscripciones pasadas	Hogares pasados	Suscripciones pasadas	Hogares pasados	Suscripciones pasadas	Hogares pasados	Suscripciones pasadas	Hogares pasados	Suscripciones pasadas	Hogares pasados	Suscripciones pasadas	Hogares pasados	Suscripciones pasadas
 ARG	7500.000	2.078.000	9.232.800	2.849.000	9.971.424	3.555.000	10.569.709	4.314.000	10.992.498	5.146.000	11.164.256	6.044.000	11.387.541	6.930.000
 BAH	59.200	14.700	75.286	17.474	85.073	34.125	91.028	49.750	94.669	65.575	96.563	75.700	98.494	78.200
 BAR	108.000	99.750	115.000	104.450	115.200	108.700	115.200	112.000	115.200	115.200	122.000	117.600	122.000	120.100
 BOL	1.218.000	478.500	1.385.900	696.700	1.524.490	829.800	1.661.694	938.800	1.778.013	1.021.950	1.902.474	1.107.550	2.035.647	1.195.550
 BRA	52.361.268	26.293.000	54.158.358	31.583.745	56.151.386	35.884.000	57.992.415	39.372.000	59.207.203	42.228.000	59.958.564	44.846.000	60.217.208	47.003.000
 CHI	5.299.248	2.426.744	5.349.124	2.942.058	5.502.739	3.441.850	5.719.475	3.909.606	5.874.028	4.334.667	6.012.685	4.664.559	6.080.743	4.913.058
 COL	4.250.893	1.398.422	6.234.211	2.156.129	7.991.379	3.137.229	9.684.615	3.902.300	10.320.339	4.525.700	10.807.563	5.102.500	11.267.500	5.502.050
 CRI	628.190	285.700	812.850	391.040	933.005	505.450	983.542	603.210	1.032.719	698.000	1.074.028	788.410	1.127.730	890.490
 ECU	2.309.601	1.420.625	2.936.800	1.493.834	3.515.946	1.791.380	4.017.331	2.130.833	4.297.396	2.538.524	4.512.266	2.860.524	4.605.041	3.304.258
 JAM	653.465	142.254	672.059	146.344	698.941	198.267	719.842	254.543	741.437	302.228	756.266	358.845	756.698	392.457
 MÉX	22.500.000	9.349.400	25.568.919	12.132.000	26.266.800	14.551.214	27.274.877	16.495.302	28.463.782	17.971.864	29.583.550	19.580.599	30.013.991	21.333.338
 PAN	346.535	66.025	519.802	119.000	720.792	203.000	755.455	305.000	791.304	412.000	803.833	515.000	810.264	592.250
 PRY	688.350	339.193	1.142.453	484.000	1.267.290	605.000	1.331.345	726.000	1.348.863	842.160	1.355.265	936.482	1.376.371	1.009.902
 PER	2.520.192	661.378	3.930.476	1.226.100	5.272.897	1.839.150	5.642.000	2.482.853	5.976.994	3.103.566	6.355.843	3.569.100	6.610.077	3.926.011
 PRC	570.092	118.952	801.905	215.000	973.043	334.000	1.099.219	455.000	1.150.000	574.000	1.194.512	689.000	1.200.000	787.000
 TRT	470.000	216.500	474.534	252.000	480.588	265.000	481.938	270.000	486.888	287.000	488.297	297.000	490.321	319.000
 URY	1.110.000	880.289	1.121.000	967.887	1.143.420	1.016.044	1.154.854	1.054.405	1.166.403	1.081.562	1.180.000	1.096.439	1.190.000	1.098.364

Fuente: Ros Rooney et al. (2022).






Los países de la región presentan diferentes planes que buscan promover la ampliación y despliegue de la infraestructura de fibra óptica existente, para así llegar a un mayor número de personas con mejores servicios, condiciones técnicas y económicas. Estos planes se enfocan principalmente en brindar cobertura en zonas rurales o remo-

tas, a las cuales sin estos planes los operadores privados en muchas ocasiones no llegarían por el escaso atractivo económico de estas regiones.


A continuación, se presentan algunos programas de gobierno que involucran el despliegue de fibra óptica en sus territorios (Cuadro 4).

Cuadro 4

Planes de gobierno para el desarrollo de redes de fibra óptica

País	Programa de gobierno	Despliegue de fibra	Comentarios
ARG 	Red Federal de Fibra Óptica (REFEFO)	31.876 km de fibra iluminada (2022) 38.808 km de fibra óptica para 2023	1.105 localidades conectadas (2021)
BRA 	Norte Conectado	12.000 km (total del programa)	Alcance a 59 ciudades y 10 millones de personas
CHI 	Fibra Óptica Nacional (FON)	10.000 km (total del proyecto)	Inicio en 2019-20, público >US\$100 millones
COL 	Plan Nacional de Fibra Óptica (PNFO)	19.000 km (total del plan)	98% de avance (fase instalación y puesta en servicio). Pendiente la fase de operación
PER 	Red Dorsal de Fibra en Perú (RDNFO)	13.000 km de fibra desplegada (2021)	Interconexión de 22 capitales de región y 180 capitales de provincia

Fuente: Elaboración propia con base en información pública.



Complementariedades de la fibra y distintas soluciones de conectividad

El desafío de superar las brechas de conectividad en ALC requiere de hacer un uso inteligente de distintas tecnologías y soluciones para cumplir con el fin último de conectar a los no conectados y empoderar a las empresas y comunidades locales para habilitar el desarrollo económico y social local.

Para los proveedores de servicio cada vez resulta más claro que con una sola tecnología ya no es posible maximizar la cobertura, y que es necesaria una combinación de ellas para ajustarse a cada necesidad. Lo que también es evidente es que la fibra es la base fundamental para conectar de manera robusta desde los servicios inalámbricos hasta los alámbricos que llegan al usuario final, como es el caso de FTTH.

En efecto, la fibra óptica es condición necesaria (aunque no suficiente) para proveer conectividad a través de cables sub-

marinos, red dorsal (*backbone*) y despliegues de última milla, llegando incluso hasta el hogar (en el caso del FTTH). Además de la conectividad fija, también es un componente clave en el transporte para la conectividad móvil, ya que la lleva hasta las antenas (y microceldas o *small cells* en los despliegues 5G venideros). En la actualidad los centros poblados de mayor densidad poblacional y de mayor poder adquisitivo ya cuentan con cobertura, pero no así las zonas rurales y remotas.

Disponer de infraestructura de fibra adecuada será clave para la introducción de nuevas soluciones de tecnologías digitales

Como se mencionó anteriormente, la fibra óptica es el medio para brindar conexiones robustas por tratarse de una tecnología

escalable por los altos niveles de ancho de banda que puede manejar, así como por los bajos niveles de latencia. En este sentido, la fibra óptica se usa para soportar las principales infraestructuras que proveen conectividad, como cables submarinos de alta capacidad, redes dorsales, redes domésticas (puras o híbridas) y tecnologías de conectividad móvil.

A medida que se acelera la demanda y aumenta el tráfico de datos de internet, es necesario actualizar la infraestructura digital en todo el mundo. Las redes de fibra óptica son clave para el desarrollo de la evolución móvil de 5G/6G, el wifi 6/7 y las evoluciones de entornos FTTx. A medida que las redes evolucionen, aparezcan nuevos casos de uso y modelos de negocio, la fibra óptica estará en el centro de este ecosistema de conectividad terrestre. La conectividad convergente incluso sumará soluciones satelitales que están emergiendo y que serán un complemento necesario para expandir más allá la conectividad robusta que hoy provee la fibra.

Con respecto a la conectividad de los dispositivos móviles, la misma depende en gran medida de redes fijas de alta capacidad que pueden proveer grandes anchos de banda a los puntos móviles de repetición. La evolución de nuevas tecnologías, como 5G, está obligando a los operadores a soportarlas a través de *backbones* y redes de retorno (*backhaul*) de mayor capacidad de transmisión, esencialmente de fibra óptica, y a densificar antenas y celdas con el fin de garantizar anchos de banda robustos, reducir la

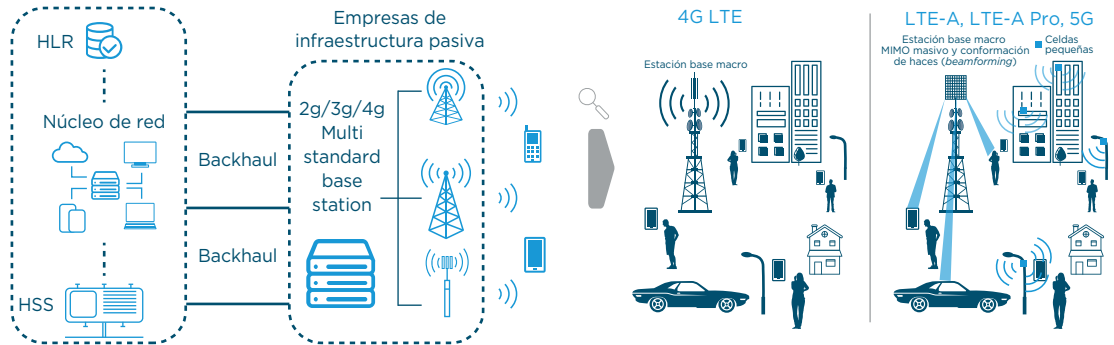
latencia y asegurar la estabilidad de los servicios. Por ejemplo, la cobertura de 5G en bandas medias y altas requiere hacer despliegues no solo de macroceldas sino también de celdas pequeñas (*small cells*) con una importante capilaridad urbana que precisará conectividad por medio de la fibra óptica (fibra a la antena [FTTA, por sus siglas en inglés]).

Las redes 5G traerán nuevas oportunidades para la industria e innovaciones en términos de arquitectura, ya que deberán estar equipadas con tipos de infraestructura fuertes, de los cuales los más destacables son los siguientes:

- **Redes ultradensas o *small cells*:** dada la cantidad limitada de espectro disponible en bandas bajas, el diseño de las redes 2G, 3G y 4G actuales será insuficiente para soportar los servicios esperados bajo 5G. El espectro de alta frecuencia carece de las propiedades de propagación necesarias para que 5G alcance su máximo potencial. Por tanto, una marcada densificación de las celdas pequeñas, es decir, acercar la antena al usuario final, ya sea mediante instalaciones en lugares públicos, comercios o puntos estratégicos, será vital para esta nueva tecnología. Las demandas de latencia ultra baja para aplicaciones, como robótica, autos autónomos y otras, necesitan este tipo de infraestructura.
- **Transición a fibra a gran escala:** el alto rendimiento que ofrece 5G desde las

Gráfico 7

Esquema general de una red de telefonía móvil y sus desafíos de densidad



Fuente: Elaboración propia.

Nota: MIMO: múltiple entrada múltiple salida (siglas en inglés).

estaciones móviles debe ser respaldado por la red central del operador que debe ser capaz de tener un óptimo rendimiento en altas demandas. Esto conducirá al despliegue de fibra en la mayoría de las estaciones móviles.

- **Uso de macroceldas:** la mayor parte de la carga de tráfico seguirá estando en manos de las macroceldas, por lo que antes de desplegar la infraestructura de nuevas tecnologías al servicio de aplicaciones innovadoras, los operadores deben tener una estrategia clara para mejorar sus redes de transporte actuales, que son las que sustentan las macro redes.

El wifi y 5G van a desempeñar roles complementarios para satisfacer las distintas demandas y especificidades de conectividad. Las diferentes modalidades de optimización por las que ambas tecnologías

han sido diseñadas, tanto puertas adentro (privilegiando la capacidad y la densidad) como en exteriores (privilegiando la cobertura y la movilidad), van a permitir un sin número de aplicaciones y usos. El uso de espectro licenciado y manejado por operadores va a necesitar la acción subsidiaria y complementaria del espectro no licenciado y manejado por cada emprendimiento u hogar. Estimaciones de CISCO consideran, por ejemplo, que 5G generará un aumento del tráfico de descarga (*offloading*) sobre redes fijas vía wifi⁷ en comparación con las tecnologías anteriores (por ejemplo, el *offload* en 4G era del 59% y con 5G se espera que alcance el 71%) (Gráfico 8).

⁷ El tráfico *offload* refiere al enrutamiento del tráfico de las redes móviles a otras tecnologías de acceso alternativo con cobertura local, que usualmente tengan rangos de transmisión más cortos, como el wifi.

Gráfico 8

Tráfico móvil y descargado (*offload*) a través de redes wifi, proyectado a 2022



Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de Cisco.
 Nota: RA/RV: realidad aumentada/realidad virtual; IOT: internet de las cosas (siglas en inglés).

Para los despliegues de nuevas tecnologías habrá nuevos modelos donde la fibra y 5G estarán asociadas,⁸ tales como:

- **Redes privadas:** consisten en redes autónomas cuyos componentes residen en una sola instalación conformada por microtorres que se conectan a la red de área local (LAN, por sus siglas en inglés) de una organización y sus aplicaciones empresariales.
- **Host neutral:** este tipo de redes brindan servicios de valor agregado para que los operadores móviles mejoren la entrega de conectividad interior y exterior a sus suscriptores.
- **Nuevos modelos de smart cells:** en este tipo de redes con 5G, cada empresa tendrá su propio entorno de implementación y sus propios desafíos para la mejor instalación y administración de la conectividad con *small cells*.

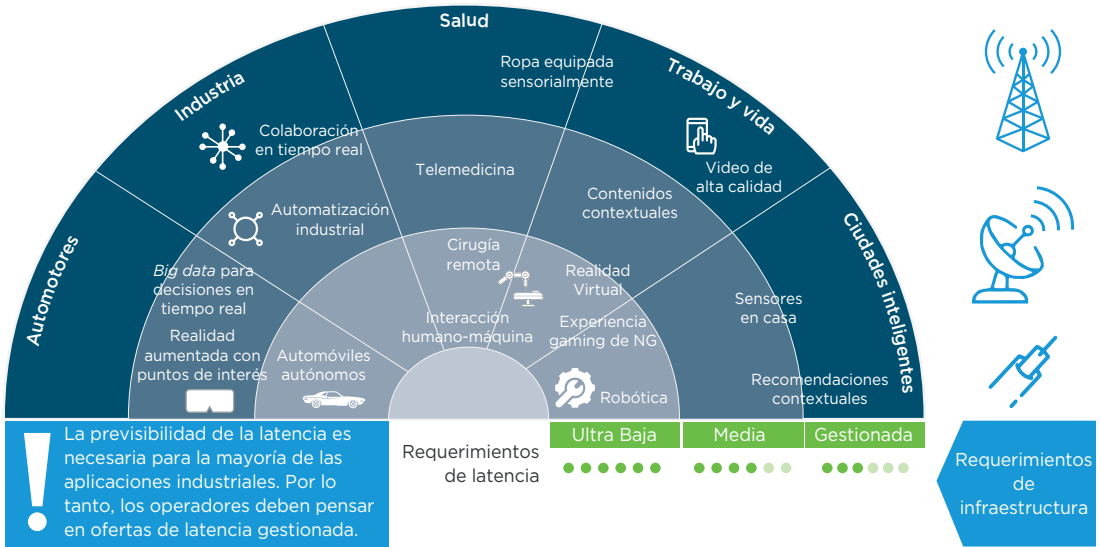
En el Gráfico 9 se observan algunas de las nuevas aplicaciones con tecnologías emergentes que serán soportadas por 5G y wifi 6/7, los requisitos de latencia ultra baja, media y gestionada, y las necesidades de infraestructura para cada una de ellas. En efecto, contar con redes robustas con gran soporte de fibra, tanto *backhaul* como de descarga, será fundamental para poder soportar todas estas nuevas aplicaciones de gran demanda de datos.

Para que esta nueva gama de servicios y aplicaciones, apoyados en tecnologías de la llamada cuarta revolución industrial, pueda desarrollarse de manera inalámbrica y con movilidad, será necesaria una densificación muy significativa de las redes con modelos de operación más heterogéneos mediante antenas masivas múlti-

⁸ Análisis de SmC+ sobre la base de datos de Neutral hosts requirements de Small Cell Forum.

Gráfico 9

Nuevas aplicaciones de conectividad con tecnologías emergentes y requisitos de latencia por vertical



Fuente: Ros Rooney et al. (2022).

ple entrada múltiple salida (MIMO, por sus siglas en inglés) y un número importante de celdas pequeñas, donde todos los sitios tendrán que estar interconectados con fibra óptica.

Evolución de la cadena de valor de la infraestructura de conectividad y rol de la fibra

El avance de la fibra y los modelos de negocio de la gestión de la infraestructura posibilitan distintos modelos de negocio. Se podría distinguir una cadena de valor que va desde las empresas de torres tradicionales (TowerCos), como tenedores neutrales que

avanzarían en la diversificación de sus negocios, hasta las empresas de la hiperescala, conocidas como CloudCos, pasando, según la menor o mayor integración en la cadena de valor, por los modelos de InfraCos y de NetCos.

En el modelo actual (TowerCos) se busca eficiencia de la red, por lo cual la compañía de infraestructura tiene como objetivo la gestión y manejo de la misma. En un paso más de la integración, en el modelo InfraCos, la empresa de infraestructura pasiva se convierte en un socio estratégico del proveedor de servicios de comunicaciones, por lo que la gestión y manejo de los sitios son tercerizados y arrendados

de ella. El modelo de NetCos incorpora el objetivo de gestión e inversión en equipamiento de infraestructura activa. Por último, y con una integración total en la cadena de valor, el modelo CloudCos contempla la red como un servicio, por lo que la empresa de infraestructura la ofrece como tal, virtualizando la red de acceso de radio (RAN, por sus siglas en inglés) hacia la nube y desplegando microcentros de datos (*micro datacenters*) (Gráfico 10).

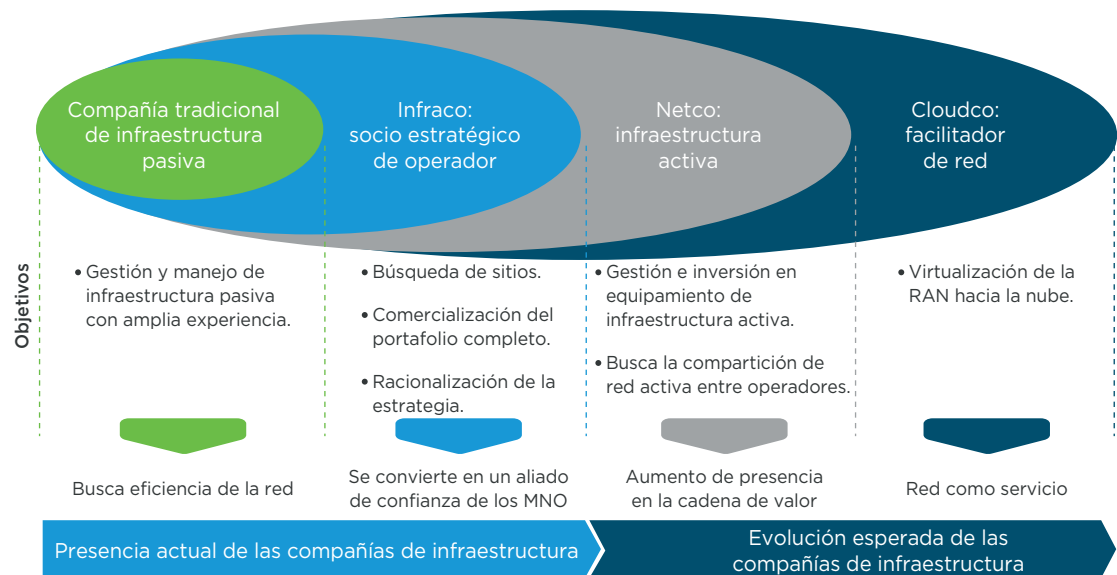
En la región la presencia de las InfraCos ha acompañado a operadores móviles tradicionales para la actualización e implementación de nuevas tecnologías. Los operadores móviles han vendido sus activos de infraes-

tructura (torres y *datacenters*) con el objetivo de “alivianar” sus balances y reducir las necesidades de capital. Las InfraCos pasan a ser quienes hacen los grandes desembolsos para los nuevos despliegues de infraestructura, lo que permite a los operadores convertir sus inversiones de capital en gastos operativos.

Por otro lado, el negocio de las redes neutrales de fibra óptica también está teniendo un crecimiento importante en la región en los últimos años. Grandes proveedores de servicio móvil se han desprendido de sus negocios de fibra y han decidido impulsar nuevos modelos de negocio con la desintegración vertical del negocio

Gráfico 10

Esquema general de una red de telefonía móvil y sus desafíos de densidad



Fuente: Elaboración propia.

Nota: MNO: operador de redes móviles (siglas en inglés).

mediante el lanzamiento de nuevas redes neutrales, como es el caso de OnNet Fibra en Colombia y Chile⁹ o las consolidaciones que se observan en Brasil a partir del desmembramiento del operador Oi en V-tal y del lanzamiento de las operaciones de otros, como FiBrasil (Cuadro 5).

El despliegue de redes neutrales de fibra permite brindar infraestructura a todos los operadores o proveedores interesados para mitigar demandas de capacidad o en

el caso de pequeños y medianos ISP para que puedan ofrecer conectividad en zonas donde anteriormente no había acceso debido a los altos costos de inversión que significaban. También están empezando a

⁹ KKR (Kohlberg Kravis Roberts & Co) es una compañía de inversión global estadounidense que adquirió el 60% de Movistar FiberCo pagando US\$600 millones en Chile y US\$200 millones en Colombia.

Cuadro 5

Algunas transacciones recientes de infraestructura en ALC

Empresas involucradas	Año	Activos involucrados	Monto (millones de US\$)	Comentarios
TIM FiberCo IHS	2021	Fibra: 6,4 millones (hogares pasados)	311	IHS compró el 51% de participación de FiberCo, compañía de fibra óptica de TIM en Brasil.
Telxius AM Tower	2021	30.722 sitios	9.400	Venta del negocio de torres de Telxius de Telefónica en ALC a American Tower.
Telefónica KKR	2021/22	60% red de fibra	200	Telefónica vendió el 60% de su negocio de FTTH en Colombia a KKR.
Telefónica KKR	2021/22	60% red de fibra	600	Telefónica vendió el 60% de su negocio de FTTH en Chile a KKR.
Mundo Digital Bridge	2022	100% red de fibra	N/D	El fondo de inversión Digital Bridge compró Mundo en Chile (la red más extensa de fibra).
Telefónica FiBrasil CDPQ	2022	Fibra: 1,6 millones (hogares pasados)	500	El Grupo Telefónica y CDPQ llegaron a un acuerdo para la creación de una red neutral de fibra: FiBrasil.
Algar Highline	2022	125 sitios	11	Highline Brasil cerró el proceso de adquisición de sitios móviles del operador regional Algar Telecom.
ENTEL OnNET Fibra	2022	Negocio de fibra	360	Telefónica y KKR, a través de su filial de fibra óptica conjunta OnNet, adquirieron la red de Entel en Chile.

Fuente: SmC+ basado en Fitch Ratings 2022.

emerger en mayor magnitud nuevos modelos de negocio, como los operadores de redes virtuales (VNO, por sus siglas en inglés), gracias a acuerdos que posibilitan contar con infraestructura a demanda que se despliega por redes neutrales en nichos de mercado de su interés.

Otro caso para destacar es el de los VNO, que son proveedores de gestión de red que revenden servicios de red. El VNO no suele poseer la infraestructura de telecomunicaciones para proporcionar solucio-

nes a sus clientes, sino que alquila ancho de banda a precios mayoristas a distintos proveedores de telecomunicaciones. Un ejemplo de ello es la empresa Liwa¹⁰ en Colombia, que utiliza la infraestructura de la red neutral de OnNet Fibra y tiene acuerdos con DirecTV para la provisión de contenidos de televisión paga.

¹⁰ Puede consultarse más información sobre Liwa en: <https://www.liwa.co/>.

Importancia de contar con incentivos para el despliegue y reglas armonizadas a nivel subnacional

Muchos de los gobiernos de la región tienen como objetivo reducir la brecha digital a través de planes o agendas digitales; sin embargo, tanto a nivel nacional como municipal, no existen muchos incentivos para que los proveedores puedan desplegar nuevas redes de fibra, sino que, por el contrario, las barreras y trabas burocráticas retardan o limitan el proceso de implementación de la nueva infraestructura.

La gran mayoría de los gobiernos reconocieron la esencialidad de los servicios de telecomunicaciones durante la emergencia de la COVID-19, aunque solo pocos entendieron el rol crítico de la infraestructura digital. Son bien conocidas las restricciones y barreras para el despliegue de infraestructura digital, las cuales abarcan la sobreregulación o insuficiencia de regulación, plazos administrativos

largos, pagos de derechos desproporcionados, falta de seguridad jurídica, restricciones de distanciamiento de sitios o de uso de suelo, carencia de reglas claras y desinformación por parte de la comunidad, entre otros.

Necesidad de promover tanto el despliegue como la compartición de infraestructura

La competencia en infraestructura de redes, que originalmente suponía que cada operador fuera propietario de su propia red, ha estado en el centro de la política para regular el sector de telecomunicaciones en las Américas y en los países de la UE. Sin embargo, en un escenario de alta densificación, replicar redes puede no solo ser económicamente ineficiente, sino crear barreras de entrada

infranqueables para nuevos jugadores y tener un impacto no deseado en el medio ambiente.

En tanto cambian los jugadores y sus condiciones de provisión de servicios, las regulaciones y políticas públicas del sector deben ajustarse para fomentar usos eficientes de los recursos, como la compartición de infraestructura y los acuerdos de coinversión. Tal es el caso de algunas nuevas redes mayoristas, como el operador mayorista rural Internet para Todos en Perú.¹¹

De esta manera, la regulación en materia de compartición de infraestructura pasiva es una medida que busca resolver un problema de eficiencia derivado de la falta de coordinación competitiva y, en particular, del uso de activos difícilmente divisibles —en zonas urbanas principalmente— destinados a la producción de servicios.

Resulta conveniente recordar que una parte importante de la infraestructura pasiva desplegada por otras empresas de servicios públicos, como compañías de gas, agua o electricidad, también puede utilizarse para servicios de telecomunicaciones. En este sentido, se puede exigir a las compañías de servicios públicos que realizan obra civil, financiada total o parcialmente por el Estado, que cumplan peticiones razonables de las empresas de telecomunicaciones para la coordinación de la obra civil, con el fin de desplegar redes de banda ancha de alta velocidad. Este es el caso de la UE, en donde la Directiva 2014/61/UE¹², relativa a medidas para reducir el costo del despliegue de las redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad, abordó tales obligaciones.

En la misma línea, para lograr un uso eficiente y compartido de la infraestructura pasiva es esencial garantizar que los operadores tengan acceso a información exacta sobre la disponibilidad de edificios, espacios públicos o sitios. Esto requiere desarrollar sistemas informáticos que muestren datos georreferenciados sobre dicha infraestructura, así como apoyar los procesos para solicitar su uso, provisión y mantenimiento. Si la infraestructura pasiva que va a compartirse pertenece a un operador dominante, la implementación de estos sistemas puede formar parte de las obligaciones impuestas para su acceso. Si la infraestructura también comprende elementos suministrados por otras empresas de servicios públicos y/u otra infraestructura o edificaciones y mampostería del Estado, es recomendable que la administración pública facilite la gestión de consolidación de datos de distintas organizaciones para hacer más simple la utilización de esos activos (véase el Recuadro 2).

Las barreras a los despliegues de fibra están relacionadas tanto con cuestiones nacionales como municipales

Un problema común a nivel global, y en particular en ALC, tiene que ver con las competencias de distintas autoridades de gobierno

¹¹ Para conocer más sobre Internet para Todos, visítase: <https://www.ipt.pe/>.

¹² Puede leerse la directiva en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32014L0061>.

Recuadro 2

El caso de éxito de España

El caso de España es una referencia ineludible para ALC en tanto sus esfuerzos para promover el despliegue de fibra lo llevan hoy a liderar Europa y la OCDE. Según esta última organización, a junio de 2022 España observaba un 82% del total de las conexiones de banda ancha fija realizada por fibra, un elemento que proporciona al país una robustez solo superada por Corea del Sur y Japón.

Varios factores hicieron que España estuviera especialmente preparada para el despliegue de redes de banda ancha ultrarrápidas. Luego de la recesión de 2008–2013, que hizo caer al país una décima de su producto interno bruto (PIB), se promovió un ambiente competitivo que impulsó la inversión. Los operadores tuvieron acceso a las infraestructuras civiles de alta calidad necesarias para conectar la fibra al hogar. Esto incluía alcantarillas, ductos, postes y acceso a edificios, así como la obligación de los propietarios de proporcionar acceso a la infraestructura de fibra en el edificio. La regulación española promovió obligaciones de acceso mayorista en algunos lugares al incumbente y también creó incentivos para que los operadores desplegaran sus propias redes de fibra si querían acceder a velocidades superiores a 30 megabits por segundo, límite al cual estaba obligado el incumbente de proveer. Eso significaba que otros operadores desplegaban sus propias redes para competir por servicios de banda ultra ancha. De este modo, también se realizaron acuerdos de compartición más allá de la regulación y de las obligaciones contenidas.

Gracias a estas condiciones, el despliegue creció fuertemente incluso por sobre sus vecinos más desarrollados para ocupar la primera posición del viejo continente. Para 2008, el país se ubicaba 14vo, en 2010 9no, en 2012 6to y en 2014 1ero en su región. Ya en 2022, de acuerdo con el European FTTH/B Market Panorama 2023 del FTTH Council Europe (2022), se estimaba que alrededor del 88% de los hogares españoles tenía acceso a banda ancha ultrarrápida.

para las habilitaciones sobre elementos que afectan la provisión de servicios. En el caso de las telecomunicaciones, las autoridades locales o municipales generalmente poseen autonomía constitucional para dar permisos de instalación de infraestructura y derechos de vía para el tendido de fibra. De esta manera, si estos no están alineados a la política pública nacional, pueden llegar a interfe-

rir con la provisión de servicios de telecomunicaciones/internet que es de competencia nacional o federal (según sea el caso).¹³

En la mayoría de los países de la región la regulación local se ha venido imponiendo

¹³ Una buena discusión y propuestas del tema de las competencias e incentivos federales y municipales puede verse en Russell (2020).

sobre la nacional o federal, por lo que se ha vuelto muy restrictiva, poco transparente, burocrática y hasta irracional para la obtención de permisos municipales. Los gobiernos locales o municipales ejercen su potestad aplicando sus propias reglamentaciones, fijan sus propias consideraciones de restricción por el uso de suelo y de espacios públicos o determinan cómo debe medirse el impacto ambiental/visual. Esto ha generado un sinnúmero de legislaciones para regular elementos que son bastante estándares y comunes.

Los gobiernos nacionales con frecuencia se han sentido “con las manos atadas” para llevar a cabo sus planes de conectividad, de despliegue de nuevas tecnologías y de mejora de la calidad de servicio. En algunos países los municipios cuentan con una fuerte autonomía al momento de exigir el despliegue de la obra civil y de habilitar derechos de vía. Al no estar estandarizadas, este tipo de situaciones se transforman en una barrera para desplegar la tecnología en tiempo y forma, lo que genera retrasos en la adopción de los planes nacionales.

Las barreras al despliegue de infraestructura pueden agruparse en: (i) administrativas y regulatorias; (ii) abastecimiento; (iii) permisos de privados; (iv) habilidades y falta de mano de obra; y (v) coordinación entre actores. Las barreras administrativas y regulatorias son las que actualmente tienen mayor relevancia y generan el mayor impedimento para lograr los despliegues acordes a la necesidad y tiempos del mercado (Gráfico 11).

A continuación, se describen y ejemplifican cada una de las barreras para los despliegues de infraestructura de conectividad en general, con especial atención en aquellos que repercuten en el avance de los tendidos de fibra.

Barreras administrativas y regulatorias: las que presentan mayor relevancia

- Falta de alineación entre organismos nacionales y subnacionales.
- Falta de homogeneidad en los requerimientos y solicitudes de documentación, incluso en un mismo municipio. Por un lado, las autoridades no comprenden la esfera de competencias del municipio, por lo que agregan más requerimientos que los efectivamente necesarios. Por otro, la multiplicidad de actores resulta en la petición de la misma documentación por parte de múltiples instituciones.
- Aun teniendo sus propios procesos administrativos, distintos a los de nivel nacional, los municipios suelen no contar con las capacidades y conocimientos para el diseño de procesos eficientes. Se observa una falta de conocimiento del código de buenas prácticas.
- Incertidumbre en los plazos, por su heterogeneidad y falta de certeza jurídica, lo que hace muy difícil la planificación. Los plazos actuales alejan a las compañías de infraestructura del tiempo de lanzamiento (*time-to-market*) para dar respuesta en tiempo y forma a opera-

Gráfico 11

Tipos de barreras para el despliegue de infraestructura de conectividad



Fuente: Elaboración propia.

dores. Muchos casos terminan sin aprobación, no necesariamente por rechazo, sino por falta de respuesta.

- Falta de normativa o desconocimiento de la misma. Leyes que obstaculizan los despliegues de infraestructura (por ejemplo, la ley de antenas de 2012 y la ley de copropiedad inmobiliaria que exigen quórums muy altos, ambas en Chile). Falta de regulación en cuanto a los derechos de paso y de vía y de compartición de la RAN. Falta de regulación en cuanto a redes neutrales. Existencia de normativa desactualizada y sin contexto.

- Falta de certeza respecto a los permisos para el uso de espacios y bienes públicos para la instalación de infraestructura.
- Posible impacto de la declaración de internet como servicio esencial.

Barreras de abastecimiento: la importancia de conocer y controlar la cadena de abastecimiento de la fibra

- La mayor parte de la fibra utilizada en los despliegues en la región proviene de Asia, lo que la hace dependiente de la logística internacional en la que ALC no presenta prioridad ante la escasez de buques o

contenedores. A su vez, los costos de transporte internacional se han elevado en los últimos años (especialmente tras la pandemia de COVID-19).

- La alta demanda de la fibra óptica en el mundo ha llevado a una escasez de la materia prima, lo que restringe la capacidad de producción de las fábricas en Asia.
- Aunque no cuantificable, la barrera cultural y de dificultad de comprensión con proveedores asiáticos puede llevar a malentendidos que, en última instancia, retrasan los tiempos para el abastecimiento de la fibra.
- Aduanas en ALC con tiempos y requerimientos dispares llevan a demoras en el abastecimiento y a la necesidad de contar con el conocimiento detallado de dichos procesos.
- La entrega final de la fibra cuenta con el desafío geográfico ya mencionado de ALC (grandes distancias, cordones montañosos, selvas, entre otros).

Barreras de permisos de privados: vinculadas con los intereses directos de los vecinos

- Altas exigencias de obligaciones no aplicables a las instalaciones en las que se monta la infraestructura y equipos de fibra óptica en edificios y/o instalaciones. En algunos casos llegan a exigir retribuciones que no se relacionan con el despliegue de infraestructura y que solamente son para beneficio del vecindario o administradores.

- Falta de espacio físico adecuado para la instalación y despliegue de infraestructura y equipos de fibra nuevos.
- Costos elevados por la utilización de espacios en edificios o urbanizaciones para el despliegue de infraestructura de fibra.
- La utilización y existencia de tecnología *legacy* en urbanizaciones o edificios hace que los vecinos no contemplen el despliegue de una nueva tecnología.

Barreras de habilidades: falta de mano de obra calificada

- En la actualidad ya hay un déficit de personal calificado para la instalación de fibra óptica y los nuevos despliegues por realizar demandarán aún más personal.
- A modo de ejemplo, en los Estados Unidos, la National Rural Broadband Association estima que los proveedores ya tienen un déficit del 40% en materiales requeridos y tiempos de espera superiores a 18 meses de retraso, con respecto a los tres meses promedio que era lo esperable anteriormente (Sevilla, 2021). The Center for Growth and Opportunity de la Universidad de Utah anuncia que se requiere aproximadamente un técnico nuevo por cada 1.500 a 2.000 nuevos suscriptores de fibra.
- En ALC se destaca la alianza entre FBA Capítulo Latinoamericano y FYCO, los cuales crearon la Academia FBA con el objetivo de implementar capacita-

ciones en la región para brindar conocimientos y habilidades para el diseño, montaje, instalación, operación y activación de redes FTTx.

Barreras de coordinación entre actores de compañías de electrificación y de vías

- Falta de cooperación entre proveedores de servicios y compañías tradicionales de electrificación o de vías. Al no contar con el entendimiento de las necesidades operativas y tecnológicas inherentes al despliegue de infraestructuras de fibra óptica se dificulta la armonización de trámites y requisitos para el uso de su infraestructura.
- Falta de un comité de asesoramiento técnico que proporcione soporte a decisiones jerárquicas para permitir que el despliegue de nueva infraestructura de fibra sea viable técnicamente.
- Cierta discrecionalidad en el otorgamiento de licencias y permisos de uso de postes. Se aprecia que las empresas que pueden desplegar su infraestructura con el apoyo de compañías eléctricas y con el interés del Estado pueden resolver de manera más ágil y eficiente la problemática de trámites y requerimientos.
- Falta de un actor neutral que ayude a conciliar prácticas abusivas o desleales que van en contra del despliegue de infraestructura de nuevas tecnologías.
- Falta de un canal oficial de coordinación para el aprovechamiento de trabajos de obra civil en carreteras, vías

municipales, etc., y el despliegue de nuevas redes de fibra. Con la coordinación de trabajos de excavación, instalación de ductos, mantenimiento de vías, etc. entre las partes, se pueden evitar gastos repetitivos que significan trabas y que pueden suponer altos costos de despliegue de una red de fibra óptica.

Políticas que promueven los despliegues de fibra

La política pública y el marco regulatorio pueden desempeñar un papel fundamental en los despliegues de fibra óptica. En los últimos años los reguladores o los hacedores de política pública en la región han implementado numerosos esfuerzos para reducir las barreras administrativas y técnicas de municipios, principalmente tratando de armonizar las regulaciones. Mejorar la predictibilidad y transparencia en la solicitud de permisos es un elemento clave para que quienes desean invertir puedan efectivamente concretar sus planes en tiempo y forma. También se han intentado campañas de educación y generación de incentivos positivos, por ejemplo, promoviendo a los municipios amigables.

Está claro que la solución deseable sería la implementación de ventanillas únicas a nivel nacional, el silencio administrativo positivo, la facilitación expedita para el uso de infraestructura pública y la simplificación de trámites para la excavación de suelos. Esto, sumado a un marco normativo que incentive la celebración de acuerdos

comerciales para el uso de la infraestructura de calle existente, así como la compartición de la infraestructura pasiva, y luego activa, entre los operadores y nuevos jugadores para lograr reducciones de costos e inversiones eficientes, debería ser el norte hacia donde ir. En un segundo escalón en cuanto a su relevancia, se pueden mencionar la publicación de buenas prácticas y de un ranking de ciudades según su claridad en procesos y reglas para la instalación de infraestructura.

En el Anexo 1 se presentan las distintas regulaciones o iniciativas de promoción para el despliegue eficiente de fibra óptica en la región, aunque no se releva la aplicación práctica de dicha regulación ni la existencia de acuerdos privados entre operadores o proveedores. La efectividad de las distintas normativas habilitadoras del despliegue varía

más allá del alcance o ambición normativa, ya que se asocia fundamentalmente a como efectivamente se implementen en la práctica y a la capacidad de alineamiento de las autoridades nacionales sobre las subnacionales que gozan de autonomía sobre las autorizaciones.

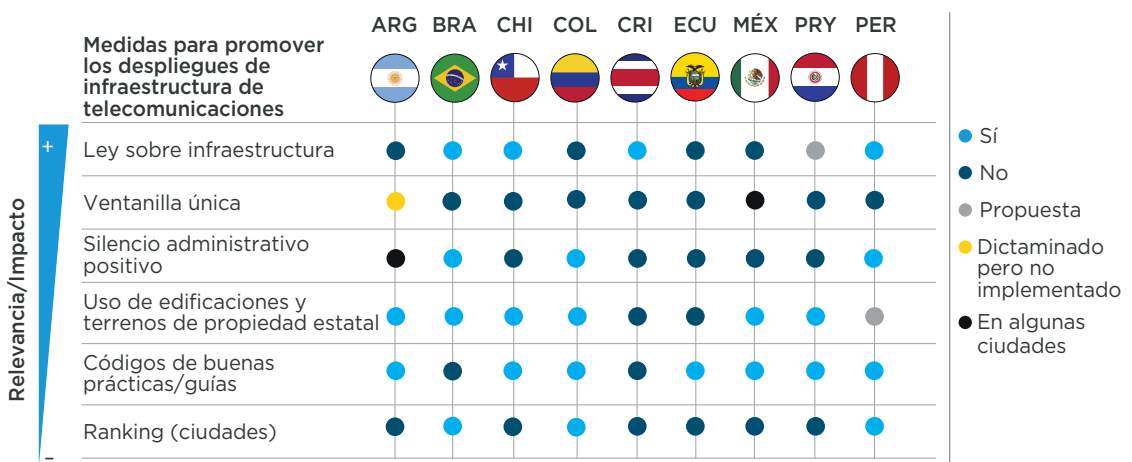
Se destaca que, aún con resultados muy diversos y generalmente poco efectivos, los gobiernos de la región han adoptado diferentes medidas para promover el despliegue y la compartición de infraestructura de conectividad (Gráfico 12).

Tal como señalan OCDE y BID (2016), entre las buenas prácticas específicas para promover el uso compartido de infraestructura pasiva, cabe citar las siguientes:

- Establecer obligaciones para que los operadores dominantes que posean

Gráfico 12

Esquema general de una red de telefonía móvil y sus desafíos de densidad



Fuente: Elaboración propia.

ductos, mástiles y otra infraestructura pasiva compartan su uso con operadores alternativos a precios regulados, incluso cuando la infraestructura pasiva pertenezca a una empresa matriz (como una compañía eléctrica).

- Aplicar políticas de una sola excavación que inciten a que diversos servicios públicos (gas, electricidad, telecomunicaciones y agua) se adhieran a un plan común compartido para las obras de excavación. Con esta medida se puede reducir la inversión de cada parte implicada, minimizar los trastornos y molestias en los espacios públicos y organizar mejor el despliegue y el mantenimiento futuro.
- Por lo general, al planificar nueva infraestructura pública —como carreteras—, merece la pena invertir en ductos que pueda utilizar cualquier operador para desplegar sus propias redes, en condiciones de acceso abierto basadas en costos. Esto resulta especialmente útil cuando falta infraestructura de *backbone* y *backhaul*.

Se destacan los casos de Brasil, Chile y Perú, ya que cuentan con regulación específica para los despliegues de infraestructura. Por su parte, en Paraguay la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) presentó en 2019 una propuesta para regular la expansión de infraestructura para telecomunicaciones; sin embargo, a la fecha la misma no ha sido tratada ni promulgada como ley. En Argentina la ventanilla única se encuen-

tra dictaminada pero aún no implementada. Otro caso, aunque no con alcance nacional, se encuentra en Hidalgo (México), donde se cuenta con un procedimiento similar al de ventanilla única para la habilitación de infraestructura de telecomunicaciones.¹⁴

La adopción de normas técnicas específicas para las redes internas de telecomunicaciones ayuda a planificar la construcción de arquitecturas que permitan soportar distintas tecnologías y capacidades, apuntando al uso y despliegue de la fibra. Así, se ordena la colocación y ubicación de ductos subterráneos que aplica usualmente para tendidos de redes de fibra óptica y a su vez se obliga a la coordinación entre entidades para que no se dupliquen procesos. En Chile la Ley de Ductos apunta a hacer más competitiva la industria y fomentar la inversión de las compañías en infraestructura para ofrecer mejor servicio residencial de telecomunicaciones. En Costa Rica la reciente Ley 10216¹⁵ reglamenta disposiciones técnicas de infraestructura de telecomunicaciones sobre el uso de infraestructura pública, el diseño de infraestructura vial, la instalación subterránea, la reserva de espacios subterráneos y otras normas.

¹⁴ Para conocer más sobre este tema, véase el documento disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566631/Infraestructura_de_Telecom_portal.pdf.

¹⁵ Puede leerse el texto de la Ley 10216, Ley para Incentivar y Promover la Construcción de Infraestructura de Telecomunicaciones en Costa Rica, en: <https://www.crhoy.com/wp-content/uploads/2022/07/ley-10216.pdf>.

El uso de edificaciones y terrenos públicos, como la infraestructura de empresas de otros sectores, facilita los despliegues, reduce costos y tiempos y promueve la capilaridad de la conectividad. Iniciativas en esta dirección se observan en distintos países y ciudades de la región. Por ejemplo, en Colombia, la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) a través de la Resolución 5890/2020¹⁶ actualizó las condiciones de la compartición de infraestructura del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) con el sector eléctrico para el despliegue de redes o prestación de servicios de telecomunicaciones. La medida estableció nuevos toques tarifarios con significativas reducciones por el uso de postes, ductos y torres de la infraestructura del sector de energía eléctrica.

También existen medidas, como los códigos de buenas prácticas o guías para homogeneizar su aplicación entre distintas ciudades y municipios de cada país. Por ejemplo, en el Código de buenas prácticas de Colombia se definen las condiciones técnicas para instalar nueva infraestructura para la ampliación de cobertura o prestación de nuevos servicios, la metodología para la verificación de los límites de exposición a los campos electromagnéticos y el proceso para realización de los trámites de solicitud de autorización y las obligaciones asociadas a dicho trámite.¹⁷ En Argentina las empresas operadoras de telefonía móvil más importantes del país, el ente regulador y la Federación Argentina de Municipios se suscribieron al Código de buenas prác-

ticas para el despliegue de redes de comunicaciones móviles, el cual incluye una serie de ordenanzas municipales que, entre otras cosas, regulan la manera en la que debían controlarse las emisiones no ionizantes.¹⁸

En la misma línea, la publicación de un ranking de ciudades que favorecen los despliegues busca resaltar las buenas prácticas y exponer a las que obstaculizan el avance de la conectividad. Por ejemplo, en 2021 la ciudad de San Pablo en Brasil se encontraba en el puesto 90 de 100 en el ranking de ciudades amigas de internet.¹⁹ Esta posición en el ranking le fue atribuida por, entre otras cuestiones, no atender pedidos de nuevas autorizaciones para la instalación de antenas (en 2019 se registraban 700 pedidos de instalación de antenas no resueltos y se acumulaban 2 años sin nuevas autorizaciones), no diferenciar las habilitaciones según el tipo de infraestructura (por ejemplo, entre

¹⁶ Puede leerse el texto de la Resolución 5890/2020 en: <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/022022/Resolucion-5890-de-2020.pdf>.

¹⁷ El Código de buenas prácticas de Colombia está disponible en: https://www.crcm.gov.co/sites/default/files/webcrc/micrositios/documents/buenas_practicas_despliegue_2020_0.pdf.

¹⁸ Puede encontrarse el Código de buena conducta para despliegue de redes de comunicaciones móviles de Argentina en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/others/sg5rglac/Documents/Presentacion%20Fernando%20Fux.pdf>.

¹⁹ Véase el ranking de ciudades amigas de internet de Conexis, disponible en: https://conexis.org.br/wp-content/uploads/2021/09/Ranking-Ciudades-Amigas-2021_Final.pdf.

antenas de pequeño porte y torres) y por la aprobación por parte de los vecinos en el caso de corredores sin salida.

Por último, si bien en los países de la región aún no se ha implementado regulación relacionada a la política de una sola excavación, su adopción puede reducir la inversión de cada parte implicada, minimizar los trastornos y molestias en los espacios públicos y organizar mejor el despliegue y el mantenimiento futuro. Aplicar políticas de una sola excavación que inciten a que diversos servicios públicos (vialidad, gas, electricidad, telecomunicaciones y agua) se adhieran a un plan común compartido para las obras de excavación es clave y podría ser la base de cualquier aprobación de despliegue de infraestructura nueva (Recuadro 3).

Por lo anterior, en varias ciudades del mundo (por ejemplo, en Londres²⁰ o en San Francisco²¹) se trabaja en torno al principio de una sola excavación, que implica reglas para quienes excaven o instalen ductos para usos futuros. Las políticas de una sola excavación incluyen, por ejemplo, incentivos de priorización en la aprobación o licitaciones para aquellos que promuevan compartición de sus ductos.

De igual manera, la política de una sola excavación es considerada fundamental para los principios de la política de la Alianza Global de Ciudades Inteligentes del Grupo de los 20 (G20) para sostenibilidad operativa y financiera y equidad, inclusión e impacto social.²²

En la publicación del Foro Económico Mundial sobre políticas de única excavación

(Glickman, 2022), se identificaron tres factores que frenan la adopción de esta política:

- **Mayor coordinación entre diferentes autoridades, operadores y proveedores de servicios:** la coordinación entre las partes interesadas, en particular las del sector privado, es un gran desafío para la expansión de la conectividad digital. Las empresas han reaccionado positivamente a las políticas de una sola excavación, pero algunas no están listas para brindarles a los competidores un fácil acceso a sus sólidas conexiones de fibra.
- **Creación de casos de estudio y comunicación abierta entre ciudades similares:** independientemente de la región, las ciudades quieren aprender a implementar la conectividad digital de manera conjunta. Los gobiernos pueden aprender de ciudades que ya cuentan con estas políticas, donde se alienta a los proveedores a colaborar en proyectos.

²⁰ El *dig once approach* de Londres está disponible en: <https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/better-infrastructure/infrastructure-coordination/streets-service/dig-once-approach?ac-63591=63587>.

²¹ Puede leerse sobre plan de conectividad de la ciudad de San Francisco en: <https://sfgov.org/lafco/sites/default/files/FileCenter/Documents/52279-3%20City%20and%20County%20of%20San%20Francisco%20%28February%202015%29%20Connectivity%20Plan.pdf>.

²² Puede accederse al Dig Once Model Policy en: <https://weforum.ent.box.com/v/dig-once-model-policy>.

Recuadro 3

Política de una sola excavación (*dig once*)

La política *dig once* se refiere a que los programas de infraestructura del sector público y privado, de los cuales forman parte las compañías de servicios públicos y proveedores de conectividad, coordinen la instalación de conductos (y conectividad) durante el desarrollo de obras en autopistas, vías y otros proyectos de infraestructura, de manera de reducir la necesidad de múltiples excavaciones.

Una política *dig once* tiene relevancia para todas las partes interesadas ya que, entre otras ventajas, reduce las molestias y trastornos para los ciudadanos y acelera el despliegue de los proveedores de conectividad. Además, disminuye la carga administrativa para las ciudades y autoridades locales y reduce significativamente el costo de las conexiones de conectividad, ya que las obras en las vías y calles suelen representar el mayor rubro de implementación.

Al respecto, el planteamiento de la OCDE en cuanto a la compartición de infraestructura de otros sectores es “(...) aplicar políticas de ‘una sola excavación’ que inciten a que diversos servicios públicos (gas, electricidad, telecomunicaciones y agua) se adhieran a un plan común compartido para las obras de excavación. Con esta medida se puede reducir la inversión de cada parte implicada, minimizar los trastornos y molestias en los espacios públicos y organizar mejor el despliegue y el mantenimiento futuro (...)” (OCDE y BID, 2016). Esto también genera ingresos adicionales que contribuyen a la viabilidad de la nueva infraestructura pública, como en el caso de las carreteras viales, donde la inversión en ductos y en fibra oscura constituye un caso de negocios exitoso, muy útil además para otros operadores, especialmente cuando es escasa la oferta de infraestructura de *backbone* y de *backhaul*.

En 2020 la Fiber Optic Sensing Association (FOSA, 2020) identificó que 16 estados de los Estados Unidos cuentan con políticas específicas de *dig once*, aprobadas por la Federal Highway Administration (FHWA), que es la encargada de dar su aprobación cuando un estado decide aplicar una política *dig once*.

- **Mayor disponibilidad de datos del sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés):** los datos GIS abiertos, que permitan mapear las infraestructuras existentes, son otro requisito para las políticas de excava-

ción efectivas porque los datos propietarios impiden la colaboración y provocan retrasos en cascada. Cuando los operadores no tienen una perspectiva completa de dónde se encuentran las líneas de servicios públicos, los cables

de fibra y los conductos, no pueden comenzar a trabajar. Dichos retrasos se extienden más allá de los operadores a los ciudadanos que utilizan las vías y servicios afectados por la obra.

Para superar estas barreras, los gobiernos pueden desarrollar un modelo de gobernanza que defina el papel de cada parte interesada y los procesos que siguen bajo una política de excavación única. Esto debería abordar la financiación de proyectos de infraestructura digital, el intercambio de datos y la alineación de la participación de las partes interesadas arbitradas o facilitadas por las autoridades locales.

Rol del sector privado y las asociaciones público-privadas (APP) en la cobertura en zonas con baja densidad poblacional

Ya se ha estudiado extensivamente cómo la expansión y penetración de los servicios de banda ancha tienen un impacto directo e indirecto en el desarrollo económico y social de los países. En términos generales, un crecimiento en accesos de internet de banda ancha (respecto al cual no debe contemplarse únicamente la cobertura, sino también la velocidad de acceso y la calidad del servicio) se traduce en avances macroeconómicos, concretamente un crecimiento del PIB, y también en beneficios microeconómicos, como un aumento de la productividad, empleo y eficiencia de las empresas. Asimismo, pueden generarse importantes

beneficios sociales en esferas como la educación, atención sanitaria, acceso a la información y gobierno electrónico.










A pesar de los beneficios socioeconómicos que genera la expansión de la banda ancha en países en desarrollo, el despliegue de infraestructura para lograr dicha expansión en ALC presenta limitantes económicas cuando se trata de alcanzar zonas remotas y con baja densidad poblacional (Cuadro 6).

Los grandes obstáculos que ha enfrentado el desarrollo del acceso universal han sido, por un lado, el elevado costo que supone el despliegue de las infraestructuras y, por otro, la poca rentabilidad que producen estas inversiones para los operadores. Esto convierte a las zonas rurales y de bajos recursos en negocios poco atractivos para las empresas de telecomunicaciones. En este contexto, no es factible que el desenvolvimiento del mercado por sí mismo genere una disponibilidad generalizada de los servicios de telecomunicaciones, por lo cual el acceso universal solo será posible mediante una intervención político-regulatoria que sirva como herramienta para subsanar las fallas del mercado. Es así como en el informe del Programa de Información para el Desarrollo (infoDev) del Banco Mundial y de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (infoDev y UIT, 2009), se introduce el concepto de desnivel de acceso, representado por tres zonas: insuficiencia del mercado, subvención inteligente y desnivel real de acceso (Gráfico 13).

Para poder contar con el interés del sector privado en los despliegues de

Cuadro 6

Barreras para el desarrollo de infraestructura de banda ancha en zonas con menor densidad poblacional en ALC

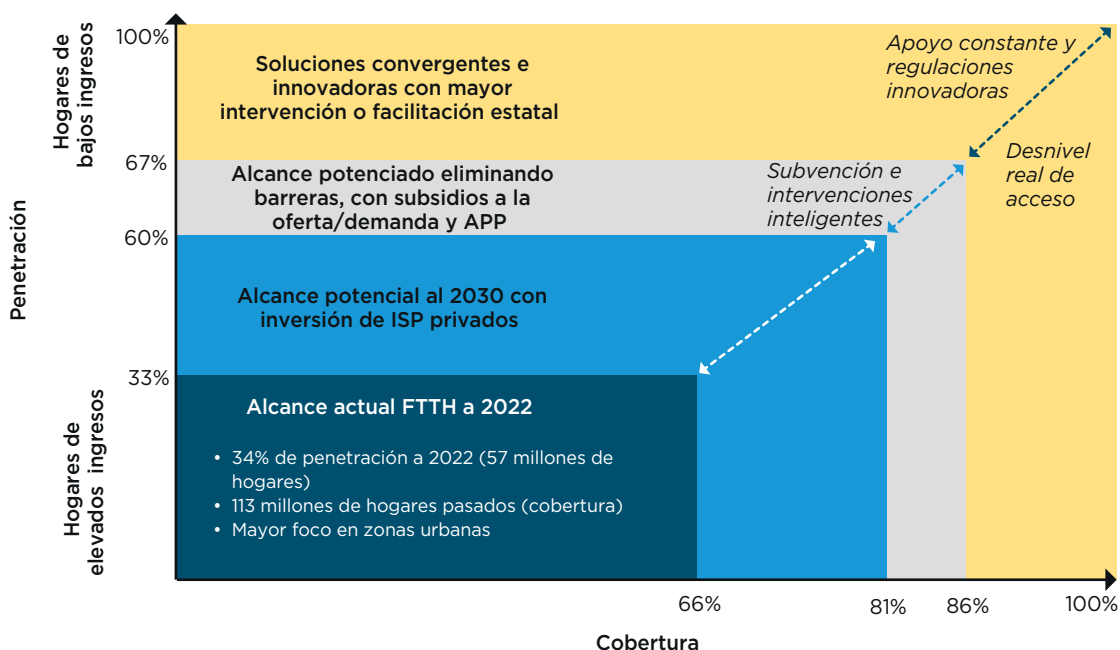
Tipo de barrera	Breve descripción	
Mayor necesidad de infraestructura		
	Geografía variada y a veces inaccesible	La selva amazónica o las pequeñas islas caribeñas Zonas montañosas
	Largas distancias entre poblados	Importante concentración de la población en las principales ciudades Fragmentación de la población rural
Baja demanda		
	Zonas remotas con baja densidad poblacional	El 90% de la superficie de ALC corresponde a zonas rurales La población rural representa menos del 20% en ALC
	Tendencia a la baja de la población rural	La participación de la población rural ha venido descendiendo a una tasa del 1,4% anual promedio (de un 27% en 1995 a un 19% en 2018)
Menor potencial de ingresos		
	Limitado ingreso disponible	ARPU significativamente inferior al de mercados desarrollados (76% menor). Asequibilidad: el precio promedio de banda ancha en ALC, respecto al ingreso nacional bruto per cápita, es superior al 5% (cuando a nivel internacional el objetivo es alcanzar un 2%).
	Menor teledensidad y capacidades digitales	Las poblaciones de zonas rurales presentan una menor intensidad de uso de los servicios de las TIC
	Envejecimiento de la población rural	Como resultado de movimientos migratorios hacia centros urbanos, especialmente por parte de los jóvenes
Mayor costo de capital		
	Mayor coste medio ponderado del capital (WACC)	WACC para servicios de telecomunicaciones es mayor en mercados emergentes. Por ejemplo, la empresa Telefónica utiliza una tasa del 6,2% en España y Reino Unido y del 4,9% en Alemania, mientras que en ALC utiliza una tasa del 10,0% en Brasil, del 8,4% en Perú y del 22,0% en Argentina*
	Menor margen de beneficios antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (EBITDA)	ALC es la región en el mundo con menor margen de EBITDA (15,2 pp menor al promedio de los mercados desarrollados).

Fuente: Elaboración propia.

Nota: * La empresa Telefónica, en su memoria anual consolidada del año 2019, informa las tasas de descuento, referenciadas a la moneda local, después de impuestos, utilizadas en algunos de los mercados en los que participa.

Gráfico 13

Matriz de espacios de cobertura y penetración de la banda ancha fija aplicado a FTTH



Fuente: Elaboración propia con base en infoDev y UIT (2009).

infraestructura se requiere un distinto nivel de involucramiento por parte del Estado. En el Gráfico 13, dentro de la zona de alcance actual de la red y acceso, donde hay buenas condiciones competitivas, el mercado puede abastecer la demanda de conectividad con una intervención política-regulatoria moderada (tipo *light touch*), como ser de promoción de la competencia, calidad de servicio, atención a usuarios, entre otras.

En la zona de insuficiencia del mercado se requiere que el regulador y los formuladores de políticas eliminen las barreras no económicas, formulen y apliquen regla-

mentaciones habilitadoras mediante incentivos a la oferta, garanticen la competencia entre todos los actores comerciales y generen un clima fiscal, empresarial y de inversiones favorable donde se estimulen los acuerdos público-privados de interés social. Esto implica, a su vez, una subvención inteligente que requiere intervenciones precisas y mensurables, como pueden ser los subsidios del lado de la demanda que aseguren que sectores cubiertos por el servicio puedan adquirirlo. La sostenibilidad de estas políticas en el tiempo es clave y su proyección dentro del presupuesto estatal debe

ser oportunamente planeada y controlada a fin de cumplir el efecto para el cual va a ser diseñado. En el siguiente capítulo, se simularán algunas de estas alternativas que permitirían extender la cobertura y la brecha de uso o penetración.

Finalmente, en la zona donde hay un desnivel real de acceso se requiere de un apoyo financiero continuo y la exploración de soluciones regulatorias innovadoras

(probablemente convergentes y más flexibles) para despertar interés de desenvolvimiento en esas áreas de alto riesgo comercial. En este caso el rol del Estado y del regulador debe incluir una visión de futuro y conocer y explorar las alternativas tecnológicas disponibles mediante estrategias segmentadas que permitan atender cada tipo de demanda insatisfecha que posean en sus territorios.

Desplegar oportuna y eficientemente fibra será necesario para alcanzar una conectividad robusta

Desplegar fibra óptica en ALC será necesario en los próximos años para alcanzar los objetivos en cuanto a adopción de FTTH/B y 5G que soporten soluciones robustas para dar el salto de productividad que requiere la región. Por eso, además de contar con reglas y condiciones claras para el despliegue y coordinación entre los distintos actores, será fundamental tener una cadena de abastecimiento acorde para sostener el crecimiento observado de la demanda. Esto es de particular atención, principalmente a partir de la pandemia de COVID-19 y la invasión de Rusia a Ucrania, en las cuales se han evidenciado diversos cuellos de botella, como el aumento de los plazos y una falta de preparación de personal calificado que complejizan el desarrollo.

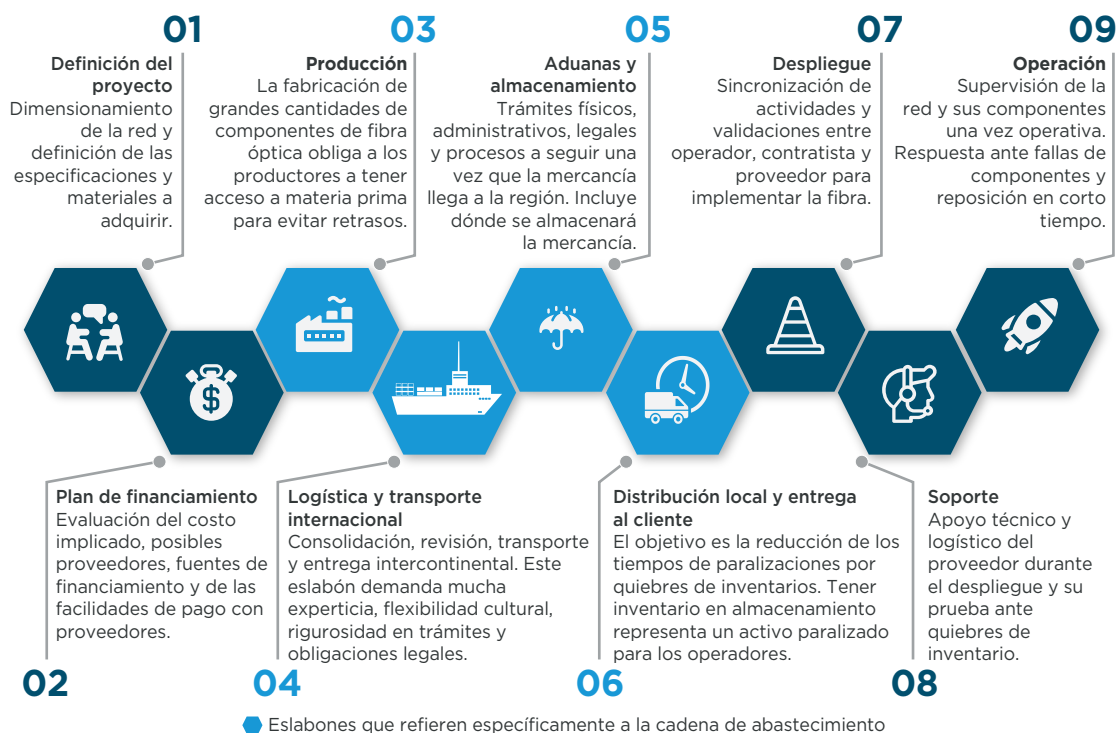
Entre los factores que en la actualidad generan mayor escasez sobre la cadena de abastecimiento, se pueden destacar la falta de materiales, el aumento de los costos de los materiales y de los servicios logísticos y una mayor volatilidad (y menor previsibilidad) en los plazos requeridos para el abastecimiento (dado que los materiales provienen mayormente de Asia), entre otros.

¿Cómo está compuesta la cadena de abastecimiento de la fibra óptica?

La cadena de abastecimiento de fibra óptica está compuesta por nueve eslabones que van desde la definición del proyecto hasta la operación de una red de fibra óptica (FYCO y SmC+, 2022). A lo largo de los diferentes

Gráfico 14

Cadena de abastecimiento de la fibra óptica



Fuente: FYCO y SmC+ (2022).

eslabones existen distintas consideraciones a tomar en cuenta por cada operador si desea desplegar fibra óptica (Gráfico 14).

A continuación, se describen brevemente los nueve eslabones.

1. **Definición del proyecto:** incluye todas las actividades para el dimensionamiento de la red y la definición de las especificaciones y materiales a adquirir para desplegar la fibra óptica.
2. **Plan de financiamiento:** se hace una evaluación del costo implicado, retorno

de la inversión, cuáles son los posibles proveedores, cuáles serían las fuentes de financiamiento para hacer el despliegue y qué facilidades de pago se pueden tener con los proveedores.

3. **Producción:** es la fase donde se fabrican grandes cantidades de componentes de fibra óptica. Este eslabón trabaja en conjunto con el abastecimiento de materias primas necesarias.
4. **Logística y transporte internacional:** incluye la consolidación, revisión, transporte y entrega intercontinental.

5. **Aduanas y almacenamiento:** comprende todos los trámites físicos, administrativos, legales y procesos a seguir una vez que la mercancía llega a la región. Incluye la definición de dónde se almacenará la mercancía.
6. **Distribución local y entrega al cliente:** representa la última etapa puramente logística de la cadena de abastecimiento de la fibra. Refiere a la distribución dentro de ALC al cliente final que estará realizando los despliegues de fibra.
7. **Despliegue:** se refiere a la sincronización de actividades y diferentes validaciones que deben hacerse entre operador, contratista y proveedor para desplegar la fibra.
8. **Soporte:** se incluye todo el apoyo técnico y logístico necesario durante el despliegue y ante quiebres de inventario.
9. **Operación:** el último eslabón se encarga de la supervisión de la red y sus diferentes componentes una vez que la red está operativa. Este eslabón toma en cuenta la respuesta que se tiene ante fallas de componentes.

Como se puede observar en los eslabones de la cadena de abastecimiento de la fibra óptica, las actividades de transporte internacional, comercio exterior e ingreso de mercadería a través de aduanas revisten especial importancia dado que el abastecimiento de la región proviene principalmente desde Asia.

Aunque con distintos perfiles, en ALC prácticamente no hay jugadores que brinden una solución que abarque todos los

eslabones de la cadena de abastecimiento de la fibra óptica (Gráfico 15).

Si bien existen iniciativas de producción en la región, tienen relevancia acotada en su participación en la provisión de materia prima. De todas maneras, esto ha aliviado los tiempos de respuesta para la fabricación de componentes, dado que una entrega puede ir desde las ocho semanas en adelante. No obstante, el precio de producción en la región es, en promedio, un 20% superior que el de productos asiáticos, lo que resulta muy relevante en un mercado cuyo criterio de decisión se basa más en precio que en calidad y experticia local para despliegue de fibra.

Cuellos de botella en la cadena de abastecimiento pueden afectar el desarrollo de los países de la región

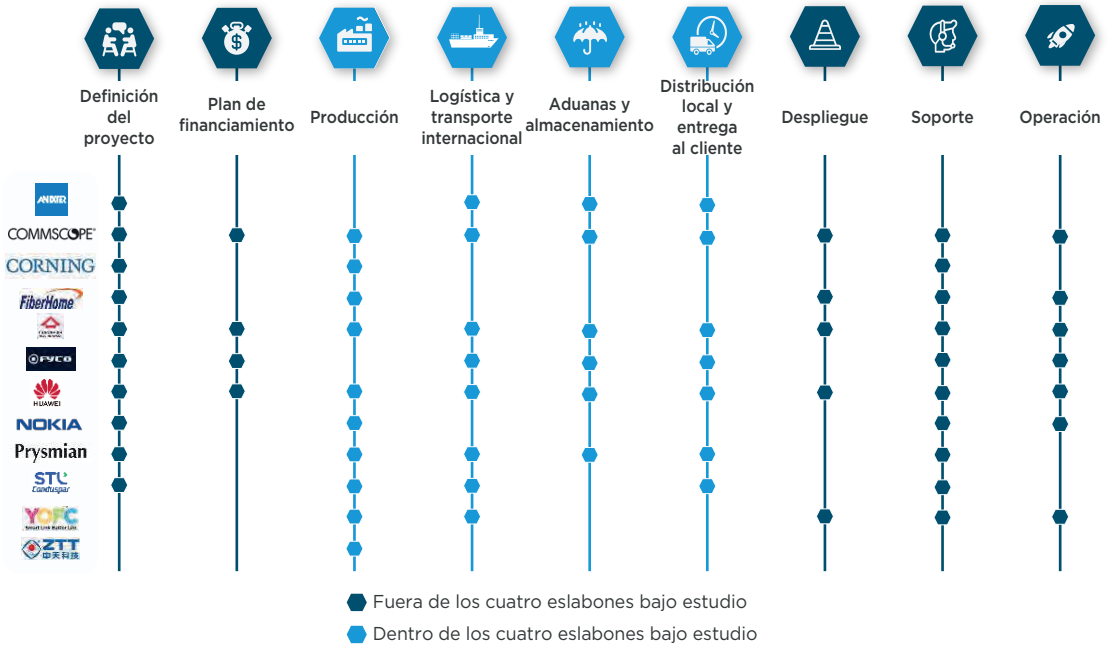
Los cuellos de botella en la cadena de abastecimiento de la fibra óptica que no sean anticipados y gestionados proactivamente pueden resultar en demoras en los despliegues de la fibra por no poder disponer de los materiales en tiempo y forma. No contar con los materiales también puede generar retrasos por reasignación de las cuadrillas de trabajo a otras zonas, las cuales incluso pueden retomar las labores bastante después de la recepción de los materiales.

La obtención de la materia prima es uno de los principales cuellos de botella que se enfrentan. Entre otros, se destacan las siguientes complejidades:

- Escasez de materia prima y componentes. Materias primas como PVC, acero

Gráfico 15

Principales actores participantes en la cadena de abastecimiento de fibra óptica en ALC



Fuente: SmC+ con base en información pública de las empresas.

inoxidable, fibras de aramida y neón son cada vez más difíciles de conseguir y retrasan los tiempos de fabricación (Bodine, 2021). De igual manera hay retrasos en la producción de chips semiconductores (Hardesty, 2021) y, si bien el plástico y el vidrio no escasean actualmente, existen recursos limitados sobre todo de arena blanca, porque se espera que aumenten los costos de obtención en los próximos años.

- Cambio en las condiciones competitivas y de producción en Asia, principalmente luego de la pandemia de COVID-19.

- Priorización de pedidos de clientes de mercados en los cuales los fabricantes pueden lograr mayores márgenes
- Diferencias culturales que pueden derivar en errores en la comprensión de los plazos de entrega e, incluso, de las especificaciones de los materiales.

En cuanto a los cuellos de botella más vinculados con la logística de entrega de la fibra, se pueden mencionar los siguientes:

- Aumento significativo de los costos de transporte internacional, que en la

actualidad son hasta tres veces lo que eran previo a la pandemia de COVID-19.

- Falta de contenedores. La crisis de contenedores y congestión de barcos está afectando la logística. Tras la pandemia la demanda de productos superó la capacidad de envíos y a esto se le sumó la mala distribución de contenedores a nivel mundial que quedaron vacíos y varados en diferentes partes del mundo. El envío de contenedores desde Asia hacia Sudamérica representa un fuerte impacto ya que involucra una gran cantidad de tiempo que un contenedor estará bloqueado y no podrá ser usado para rutas más cortas donde se pueda tener mayor rentabilidad.
- Aumento de la regulación para el comercio internacional desde Asia, principalmente desde China.
- Disparidad en los requisitos y tiempos aduaneros entre los distintos países de la región, por lo que se requiere un conocimiento específico para no terminar con mercadería parada en las bodegas de los puertos por largos períodos de tiempo.
- Gestión adecuada de la distribución en ALC. Dadas las grandes distancias que presenta el continente, accidentes geográficos, condiciones aduaneras entre los países, etc., es importante almacenar los materiales en ubicaciones cercanas a los despliegues.

Debe destacarse también la escasez de mano de obra formada para las instalaciones de la fibra óptica. En general, los operadores

de red están enfocados en la capacitación interna y en mejorar las habilidades de los empleados existentes, en lugar de depender de contratistas. Por supuesto, también hay programas de capacitación más formales (FBA, 2022). Para abordar esta escasez de mano de obra tecnológica en la industria, en ALC se destaca el programa FBA Latam.²³ La plataforma consta de cursos de preparación para obtener la certificación de las rutas FBA Expert, y tiene como objetivo ser el referente en conocimientos y habilidades para el diseño, montaje, instalación, operación y activación de redes FTTx de la región.

Un estudio reciente de FYCO y SmC+ (2022) estima que en los próximos cinco años serán necesarios 7,5 millones de kilómetros de cable de fibra óptica en la región con el fin de avanzar con los despliegues de redes domésticas FTTH/B, infraestructura 5G y despliegues *backbone* en cada país. Ese trabajo también estimó que las barreras existentes podrían extender los plazos de abastecimiento en cada uno de los eslabones, lo que aumentaría las probabilidades de demoras que podrían llegar a un retraso posible en la región del 30% del tiempo normal de abastecimiento.

Atender proactivamente las barreras y complejidades a fin de disponer de la fibra para los despliegues es fundamental para soportar la demanda de crecimiento actual. Un retraso de esa magnitud implicaría, por

²³ Véase FBA Latam y la iniciativa conjunta que promueve con FYCO Learning en: <https://fiberbroadband.org/latam-committees/>.

Recuadro 4

Aumento del precio de la fibra óptica en los últimos meses

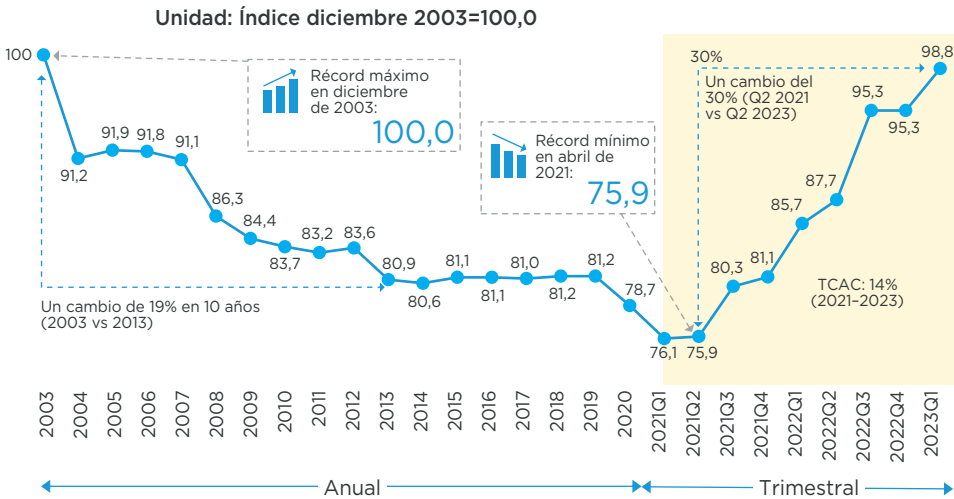
La fibra óptica ha presentado una caída de su precio en forma sostenida desde 2003 hasta 2021, la cual ha sido del 24%.

No obstante, tomando como base el índice de precios al productor de los Estados Unidos, y más específicamente, el relativo a la fabricación de cable de fibra óptica, a partir del año 2021 dicha tendencia se revirtió y comenzó a recuperar parte del precio perdido a una tasa promedio del 14% anual. En el primer semestre de 2023 el precio alcanzado es prácticamente igual al de 2003.

Los motivos principales que explican este aumento forman parte de los temas tratados en esta publicación: (i) incremento exponencial de la demanda, (ii) escasez de materias primas y (iii) limitaciones de la cadena de abastecimiento.

Gráfico 16

Índice de precios al productor de los Estados Unidos: fabricación de cable de fibra óptica



ejemplo, que los despliegues de los próximos cinco años se vean demorados en hasta 19 meses únicamente por retrasos en el abastecimiento, lo que afectaría tanto a

actores del sector privado como públicos (Gráfico 17).

El abastecimiento de fibra tiene implicancias fundamentales para la provisión de

Gráfico 17

Impacto estimado de las ineficiencias en la cadena de abastecimiento de la fibra para ALC



Fuente: FYCO y SmC+ (2022).

servicios públicos y soluciones de gobierno digital que cada vez son más frecuentes. Por ese motivo, los cuellos de botella pueden llegar a tener costos económicos significativos para la región y demorar el acceso de la

población a internet y la atención ciudadana que iguale las oportunidades de todos los ciudadanos independientemente de su ubicación geográfica o niveles de educación o ingreso.

La región espera inversiones en fibra superiores a los US\$130.000 millones hasta 2030

En función de las tendencias y proyecciones de crecimiento observadas, a continuación se busca determinar el monto de las inversiones que deberán realizarse a fin de sostener dicho crecimiento entre los años 2023 y 2030, y elevar así los niveles de cobertura de banda ancha que presenta la región. Para esto se desarrolló un modelo que parametriza algunos de los valores de costos y tipo y velocidad de los despliegues observados en los distintos países estudiados y que, además, estima y establece relaciones para ponderar los distintos componentes de la inversión.

Marco conceptual y variables clave del modelo de inversiones en fibra

Este modelo de estimación, que se desarrolla y explica a continuación, se enfoca en la cantidad de fibra necesaria para llegar a los usuarios finales y proporcionarles servicios

de conectividad, y no contempla los proyectos de despliegues de fibra en redes dorsales en los países ni los despliegues de cable submarino. Esto se debe a que la fibra requerida para las redes dorsales, también conocidas como troncales, suele ser planificada y desplegada de manera separada, con consideraciones y proyecciones diferentes. En muchos casos, ya existe una infraestructura de red dorsal considerablemente desarrollada que interconecta diferentes regiones y proveedores de servicios. Esta infraestructura de red dorsal a menudo la comparten y utilizan de manera eficiente varios operadores de servicios. En consecuencia, es posible que no sea necesario considerar la construcción de nuevas redes dorsales para satisfacer la demanda de conectividad de los usuarios finales.

Las redes dorsales implican infraestructura de alto nivel que conecta diferentes áreas geográficas o puntos de intercambio

importantes, como centros de datos o estaciones de transmisión. Estas redes se utilizan para transportar grandes volúmenes de datos entre ubicaciones principales y, a menudo, requieren una mayor capacidad de transmisión. La planificación y estimación de la demanda de fibra óptica en las redes dorsales generalmente se basa en criterios diferentes, como la capacidad de transporte, el tráfico previsto, las necesidades de conectividad a largo plazo, los acuerdos de emparejamiento (*peering*), entre otros. Asimismo, y por motivos similares, tampoco se contempla la demanda de fibra para los despliegues de cables submarinos.

De esta manera, puede afirmarse que la demanda de fibra básica a usuarios finales se compone de los siguientes elementos estilizados:

- **Casa pasada con fibra al hogar (FTTH):** hace referencia a los costos en que se debe incurrir para tener una casa pasada.
- **Casa conectada con FTTH (o *drop de fibra*):** refiere a todos los costos vinculados para conectar a un suscriptor a partir de una casa pasada.
- **Fibra a la antena (FTTA):** hace referencia a todos los tendidos de fibra requeridos para dar conectividad a la nueva infraestructura de conectividad móvil que se espera para los próximos años (macro y microceldas), especialmente a partir del advenimiento de la tecnología 5G.
- **Mantenimiento de los despliegues de fibra:** son los costos operativos que se requieren para garantizar el rendimiento, fiabilidad, vida útil y cumpli-

miento normativo de los tendidos de fibra desplegados.

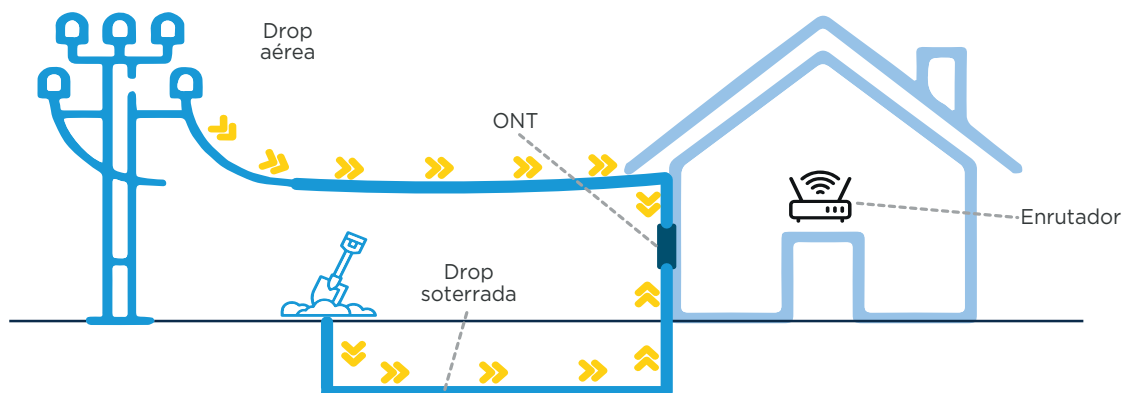
En todos los casos se contemplan la totalidad de los costos requeridos para el despliegue de fibra, es decir, la fibra propiamente dicha, todos los accesorios para su instalación y el personal para los trabajos de infraestructura (que representa aproximadamente un 60% del costo total). En el caso de conectar una casa, se contemplan también los costos relativos a la terminal de nodo óptico (ONT, por sus siglas en inglés)²⁴ y al equipo de las instalaciones del cliente (CPE, por sus siglas en inglés),²⁵ los cuales en muchas oportunidades se encuentran en un mismo dispositivo.

²⁴ ONT es un dispositivo utilizado en redes de fibra óptica para conectar la infraestructura de la red de fibra óptica con los dispositivos de los usuarios finales, como teléfonos, computadoras o televisores. La ONT se encuentra en el extremo final de la red de fibra óptica y actúa como un punto de interfaz entre la fibra óptica y los dispositivos de red del usuario. Su función principal es convertir la señal óptica transmitida a través de la fibra en señales eléctricas adecuadas para ser utilizadas por los dispositivos de los usuarios finales. Además de realizar la conversión de señal, la ONT puede ofrecer otras funcionalidades según los servicios que se proporcionen a través de la red de fibra óptica. Por ejemplo, puede incluir puertos Ethernet para conexión a internet, puertos telefónicos para servicios de telefonía, puertos de televisión para servicios de televisión por protocolo de internet (IPTV, por sus siglas en inglés) u otros servicios multimedia.

²⁵ CPE es el término utilizado en el ámbito de las telecomunicaciones para referirse al equipo o dis-

Gráfico 18

Diagrama simplificado de conexión FTTH



Fuente: Ziplly Fiber.

En el Gráfico 18 se puede ver un diagrama simplificado de conexión con fibra de una casa, en el que se muestra la posibilidad de un tendido aéreo o soterrado, la ONT y el CPE.

Para estimar el monto total de inversión de toda ALC se consideraron 13 países²⁶ y, a partir de ellos, se hizo una extrapolación considerando la población para obtener el valor total para la región.²⁷ Así, la estimación de la inversión para alcanzar una cobertura en torno al 80% se determina a partir de los despliegues esperados, y su costo en cada uno de los países al considerar si estos son urbanos o rurales y aéreos o soterrados.

Nivel de cobertura: el desafío en zonas remotas y rurales

Llegar a una cobertura promedio de la región en torno al 80% del total de los

hogares, urbanos y rurales, implica un desafío mayúsculo ya que la brecha entre

positivo que se encuentra en las instalaciones del cliente o usuario final. El CPE actúa como interfaz entre la red de servicio proporcionada por el proveedor de servicios y los dispositivos del cliente, que permite la conexión y utilización de los servicios de comunicaciones. Enrutadores y módems (dispositivos que permiten la conexión de los dispositivos del cliente, como computadoras, teléfonos, tabletas, etc., a la red de servicio de internet o redes de área local) son ejemplos de CPE.

²⁶ Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.

²⁷ De acuerdo con información del Banco Mundial a 2021, la población total de ALC ascendía a los 655 millones de habitantes y la de los 13 países considerados a 544 millones de habitantes. Con base en ello, se tiene que la población de los restantes países de la región corresponde al 17% del total.

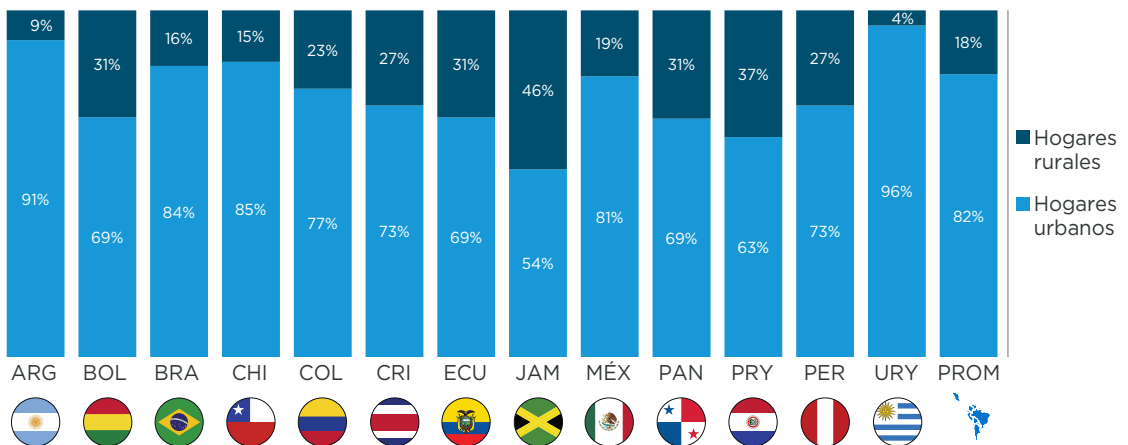
ambos espacios es actualmente muy importante. Este objetivo significa llevar la fibra y la conectividad robusta a su límite o frontera posible en los próximos siete años. El desafío no es menor dado que avanzar en los últimos tramos de cobertura de hogares requiere de mayores inversiones, ya sean en las zonas de más denso tejido urbano, como los asentamientos informales y barrios populares, o lugares de baja densidad poblacional donde el modelo de rentabilidad del despliegue se desarma abruptamente. Vale destacar que en la región hay países, como Argentina y Uruguay, que poseen un 90% de hogares de tipo urbano, mientras que otros países, como Bolivia, Ecuador, Jamaica, Panamá y Paraguay, llegan al 70% de dichos hogares. En promedio, la región cuenta con un 82% de los hogares en zonas urbanas.

En el Gráfico 19 se muestra la cantidad de hogares y la proporción de hogares urbanos respecto al total para los 13 países considerados.

Como parte de este análisis, se ha considerado que los despliegues en zonas rurales y remotas se inician una vez que la cobertura en las zonas urbanas alcanza los dos tercios y, a partir de ese momento, se realizan los despliegues en forma proporcional a la cantidad de hogares según tipología. Ello se debe a que los ISP, como se ha mencionado anteriormente, priorizan siempre las zonas urbanas donde la densidad poblacional y el poder adquisitivo son mayores y, por lo tanto, el negocio es más atractivo. De este modo, para 2022 se estima que la cobertura promedio de la región es del 66% de los hogares (78% en zonas urbanas y 15% en zonas rurales) y que para 2030 podría llegar

Gráfico 19

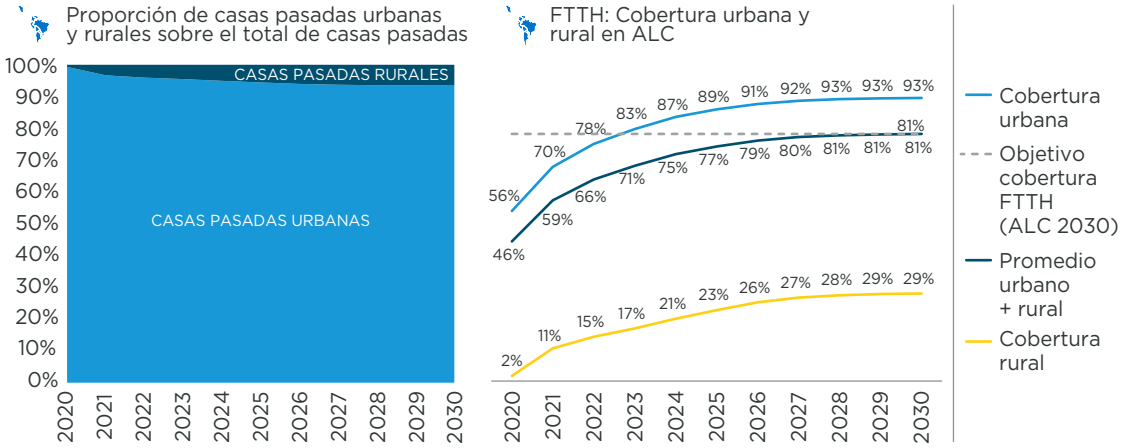
Proporción de hogares urbanos en ALC



Fuente: Elaboración propia con base en información de Banco Mundial e institutos de estadísticas de los países.

Gráfico 20

Despliegues y cobertura en zonas urbanas y rurales



Fuente: Elaboración propia.

a su techo del 81% (93% en zonas urbanas y 29% en zonas rurales) (Gráfico 20).

Como se observa en el gráfico, es significativa la diferencia en la cantidad de hogares pasados entre zonas rurales y urbanas. Esta diferencia se produce por la cantidad de hogares en una y otra tipología (82% son urbanos) y por el mayor atractivo comercial que presentan los urbanos.

Es de destacar que la brecha de hogares pasados entre zonas urbanas y rurales se encuentra en torno a los 60 pp, e incluso es algo superior. Reducir esta brecha y así dotar de mayor cobertura a las zonas remotas y rurales es uno de los grandes desafíos que enfrenta la región, al que se suma el aumentar el acceso o suscripciones. Por un lado, reducir la brecha de cobertura requiere de importantes inversiones ya que los despliegues en estas zonas son significativamente

mayores que aquellos en zonas urbanas. Por otro lado, aumentar el *take-up* y maximizar los accesos requiere esfuerzos para estimular la demanda, mediante subsidios o precios más competitivos para mejorar la asequibilidad o el desarrollo de habilidades, en caso de que esto fuera un limitante.







Superposición de los despliegues: más de un operador por casa pasada

La superposición de despliegues de fibra en los hogares se refiere a la situación en la que varios ISP instalan sus redes de fibra óptica en una misma área.

La superposición de despliegues se da principalmente en las zonas urbanas y de mayor poder adquisitivo, donde el negocio y su atractivo económico generan el interés de más de un proveedor de internet (Cuadro 7).

Cuadro 7

Superposición de despliegues de fibra en centros urbanos

País	2022		2030
 ARG	1,25		2,80
 BOL	1,00		1,41
 BRA	1,62		2,80
 CHI	2,20		2,80
 COL	1,14		1,90
 CRI	1,05		2,32
 ECU	1,03		1,70
 JAM	1,01		1,62
 MÉX	1,48		2,80
 PAN	1,01		2,49
 PRY	1,06		1,68
 PER	1,05		1,78
 URY	1,00		1,80

Fuente: Elaboración propia.

El análisis económico les indica que, a pesar del nivel de competencia, los ingresos potenciales pueden ser suficientes para cubrir las inversiones iniciales y los costos de operación, y así obtener un retorno de la inversión en línea con los objetivos corporativos. Cada ISP instala su propia red de fibra óptica, utilizando cables de fibra óptica que se extienden desde las estaciones base hasta los hogares de los usuarios.

Como es de esperar, la superposición en las zonas remotas o rurales es prácticamente nula, con limitadas excepciones, por lo que, cuando se tiene la posibilidad de

conexión a un servicio de internet de banda ancha por fibra, suele ser una única empresa la que provee el servicio.

La superposición de despliegues de fibra en los hogares de las ciudades tiene varios beneficios para los consumidores. En primer lugar, proporciona una mayor competencia entre los ISP, lo que puede llevar a una mejora en los precios y calidad de los servicios de internet. Así, la superposición de despliegues de fibra puede ayudar a acelerar la adopción de la banda ancha de alta velocidad en una ciudad. Con múltiples ISP compitiendo por los clientes, hay un incen-

tivo para mejorar constantemente la calidad de la red y ofrecer velocidades de conexión más rápidas.

No obstante, la superposición de despliegues de fibra también acentúa los desafíos relativos a los despliegues de infraestructura, dado que se requiere una coordinación cuidadosa entre los diferentes ISP y las autoridades locales para evitar problemas de congestión o interferencia entre las redes. Además, la superposición de redes puede resultar en una mayor complejidad en términos de gestión de infraestructura y mantenimiento.

Fibra óptica soterrada y aérea

La instalación de fibra óptica soterrada implica un proceso que incluye los siguientes pasos: (i) planificación y diseño; (ii) preparación del terreno que contempla la excavación de zanjas o la apertura de canales subterráneos; (iii) colocación de conductos en esas zanjas o canales subterráneos para proteger y alojar los cables de fibra; (iv) soplado de la fibra, que implica la introducción de la fibra en los conductos; (v) empalmes y terminaciones; y (vi) pruebas y verificación.

El proceso de instalación aérea requiere de los siguientes pasos, que difieren de los anteriores: (i) planificación y diseño; (ii) evaluación de soportes existentes, como los de telecomunicaciones o electricidad o de servicios públicos en general; (iii) preparación del cable; (iv) instalación de los soportes necesarios a lo largo de la ruta de

instalación, por ejemplo, ganchos, abrazaderas o herrajes diseñados específicamente para sujetar los cables de fibra óptica de manera segura; (v) tendido del cable, que se puede realizar a través de una nueva conexión a un poste o utilizando una técnica llamada superposición, que implica la conexión de un cable nuevo a un cable existente; (vi) aseguramiento y protección adicionales, que pueden incluir el uso de amortiguadores, protectores contra descargas eléctricas y recubrimientos de protección adicionales para el cable de fibra óptica; (vii) conexiones y empalmes; y (viii) pruebas y verificación.

Como se puede inferir, tanto para los despliegues aéreos como para los subterráneos, se requiere la participación de personal especializado, como ingenieros y técnicos de fibra óptica. Además, los procesos y técnicas utilizadas pueden variar dependiendo de los requisitos específicos del proyecto y las regulaciones locales. Por lo tanto, es recomendable contar con profesionales capacitados y seguir las mejores prácticas de instalación de fibra óptica.

Resulta esperable, tal como contempla el modelo de estimación, que en la región y principalmente en las zonas urbanas los despliegues aéreos dejen lugar a despliegues soterrados.

Costos de los despliegues

El costo de una casa pasada depende mayormente de la densidad de hogares en la región: a mayor densidad, menor costo,

y viceversa. La FBA y Cartesian, una firma consultora especializada, realizaron un estudio en los Estados Unidos sobre el costo para construir una red FTTH en función de la densidad de hogares por milla cuadrada (FBA y Cartesian, 2019) (Gráfico 21). El estudio arrojó los siguientes rangos de costos para áreas urbanas y rurales en ese país:

- Urbano: los costos oscilan entre los US\$700 y US\$1.500 por hogar pasado.
- Rural: los costos oscilan entre US\$3.000 y US\$6.000 por hogar pasado.

Así, a partir de la densidad poblacional en zonas urbanas y rurales de los países considerados de ALC, se estimó cuál hubiera sido el costo de despliegue por casa pasada en los Estados Unidos y dicho valor luego fue convertido para cada uno de los

países utilizando la paridad de poder adquisitivo (PPA)²⁸ del Fondo Monetario Internacional (FMI).²⁹ Para los despliegues aéreos y con base en el mismo estudio, se asumió un costo 17% inferior.

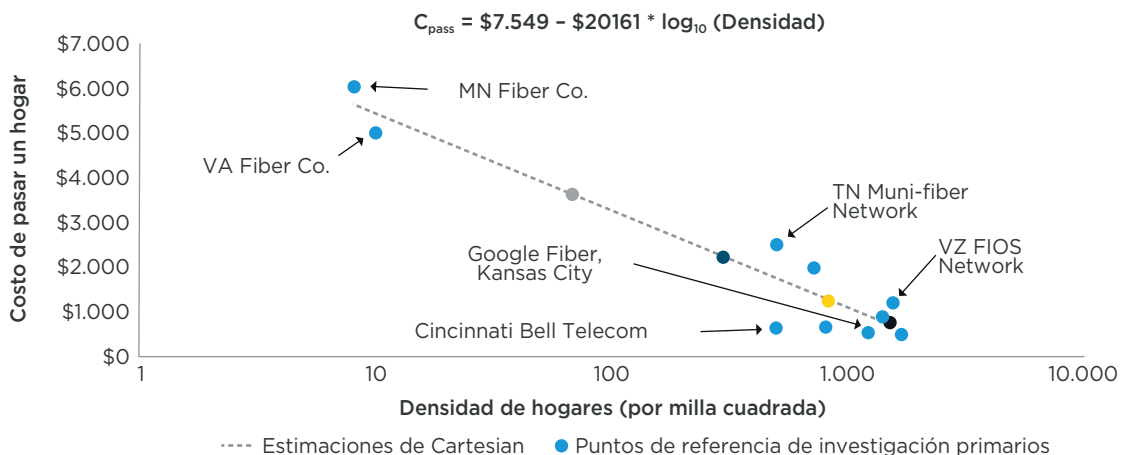
El proceso de conexión con fibra convierte a los hogares que *pueden* conectarse con fibra en hogares que *están* conectados con fibra, para brindar servicios de voz, video e internet de alta veloci-

²⁸ La PPA representa la cantidad en moneda de un país de referencia que se necesita para adquirir una canasta de bienes y servicios equivalentes en ambas economías. Por lo tanto, se trata de tasas que convierten a una moneda común e igualan su poder de compra.

²⁹ El *Implied PPP conversion rate* del World Economic Outlook del FMI está disponible en: <https://www.imf.org/external/datamapper/PPPEX@WEO/OEMDC>.

Gráfico 21

Costo de despliegue de una casa pasada



Fuente: FBA y Cartesian (2019).



dad. En otras palabras, es la conversión de una casa pasada a una casa conectada (un cable *drop* de fibra óptica desde el punto de acceso más cercano a la red se conecta al hogar, lo que permite que un cliente solicite y reciba servicios de internet y voz de su proveedor de fibra). El costo promedio de conexión de un hogar en los Estados Unidos es de entre US\$500 y US\$700, por lo que, para los fines de esta publicación, se consideró un costo de US\$600 (Kim, 2022). Al igual que para el caso del costo de la casa pasada, este monto luego se convierte a cada uno de los países considerando la PPA.

Por último, en cuanto a los tendidos de FTTA, se partió de la proyección de micro y macroceldas de un estudio realizado por SmC+ para American Tower (Cabello, Ros Rooney y Fernández, 2021). Luego, a partir de estas proyecciones y de distintos casos a nivel internacional, se estimó la cantidad de metros de fibra requeridos para una macrocelda y una microcelda en contextos urbanos y rurales (Cuadro 8). Por último, a partir de la cantidad de kilómetros a desplegar en un país y del costo total de despliegue por unidad de longitud, se estimó la inversión requerida en cada país. El costo de despliegue total por kilómetro fue tomado considerando el costo del Proyecto Nacional de Fibra Óptica de Colombia (MinTIC, 2019), convertido para cada país utilizando la PPA.

Así, para cada uno de los 13 países considerados en el análisis, en el Cuadro 9 se muestran los costos de despliegue considerados.

Cuadro 8

Requerimiento de fibra óptica para despliegues de FTTA (mts/#)

	Urbano	Rural
 Macrocelda	830	8.170
 Microcelda	250	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento de los despliegues de fibra














Además de las inversiones requeridas para los despliegues de la fibra, se debe contemplar que la industria luego debe afrontar los costos de mantenimiento de dichas redes, los cuales se van incrementando con el tiempo en la medida en que las redes de fibra se hacen más extensas y presentan mayor antigüedad.

El costo de mantenimiento de la fibra depende de factores tales como la complejidad del equipamiento, ambiente en que se encuentra desplegado, calidad de los materiales, antigüedad del sistema, capacidades técnicas del personal y disponibilidad de piezas y repuestos, entre otras variables.

Considerar los costos del mantenimiento de la fibra óptica es esencial para garantizar su rendimiento, fiabilidad, vida útil y cumplimiento normativo. Un mantenimiento adecuado ayuda a prevenir fallas, minimizar el tiempo de inactividad y maximizar el retorno de la inversión realizada en la infraestructura de fibra óptica.

Cuadro 9

Costos de despliegue de la fibra (US\$/#)

País	FTTH: casa pasada			FTTH: casa conectada	FTTA		Mantenimiento
	Urbano: aéreo	Urbano: soterrado	Rural	Drop	Urbano/rural: macrocelda	Urbano: microcelda	% de inversión
 ARG	270	317	2.313	231	11.483	9.777	1,3%
 BOL	256	301	2.017	219	10.888	9.271	1,2%
 BRA	351	412	2.781	301	14.919	12.703	1,5%
 CHI	378	444	2.993	324	16.086	13.697	1,5%
 COL	249	292	1.658	213	10.586	9.013	1,7%
 CRI	369	433	2.046	316	15.696	13.365	2,3%
 ECU	351	413	1.824	301	14.950	12.730	2,0%
 JAM	343	403	1.472	294	14.614	12.443	3,7%
 MÉX	341	401	2.090	293	14.529	12.371	1,9%
 PAN	312	366	1.744	267	13.252	11.284	1,9%
 PRY	271	318	1.902	232	11.511	9.801	1,3%
 PER	321	377	2.307	275	13.661	11.632	1,5%
 URY	515	604	4.410	441	21.891	18.640	1,4%

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades de mantenimiento de la fibra óptica, tanto preventivas como correctivas, pueden agruparse de la siguiente manera:

- **Vigilancia:** para verificar las condiciones del elemento de red. Presenta dos funciones: informar la degradación del elemento de red antes de que se produzca

la avería, y comunicar la anomalía del elemento de red cuando ocurre.

- **Pruebas:** para medir las particularidades del elemento de red, de manera de comprobar que estas satisfacen el nivel que se requiere.
- **Control:** para restablecer el elemento de red a su estado normal o tomar las

medidas para mantener la calidad de los servicios.

Según un estudio de la FBA (2020), el costo de mantenimiento anual de una conexión FTTH en los Estados Unidos se encuentra en los US\$53. Si se toma dicho valor, se lo convierte a la realidad de cada país a través de la PPA y se lo compara contra el costo promedio de despliegue en cada país, se obtiene que el costo anual de mantenimiento se encuentra en un rango de entre el 1% y el 4% de la inversión, aunque en la mayoría de los casos se encuentra entre el 1,5% y el 2,0%.

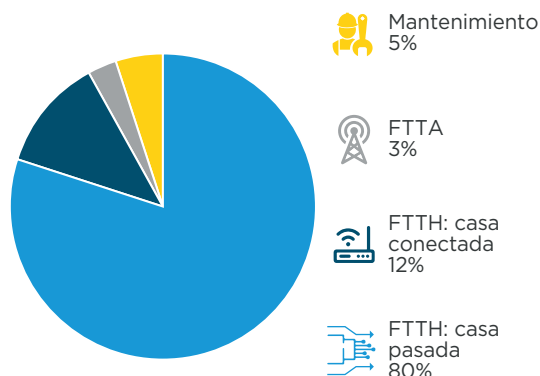
A los fines de esta publicación, se consideran únicamente los costos de mantenimiento de la nueva infraestructura de fibra óptica a ser desplegada a partir del año 2023.

Inversión requerida por país y por tipo de despliegue para alcanzar una cobertura del 81% en 2030

A partir de los valores por país se puede estimar que la inversión requerida para el período 2023–2030 para toda ALC estará en torno a los US\$134.000 millones. Este valor sería el necesario para cubrir o alcanzar los objetivos planteados de hogares pasados, de hogares o edificios conectados y de fibra a la antena para la provisión de servicios móviles, así como también las erogaciones requeridas para el mantenimiento de estos despliegues. Considerado a valores corrientes, se puede estimar que

Gráfico 22

Inversión total en fibra por tipo de despliegue para toda la región, 2023–2030



Inversión total 2023–2030 para alcanzar una cobertura FTTH regional del 81% (US\$ corrientes): US\$134.000 millones

Fuente: Elaboración propia.

cerca del 80% de dicha inversión será para dar continuidad al crecimiento de las casas pasadas y aumentar la cobertura. La fibra requerida para la posterior conexión final de los hogares representa cerca del 12%, el 4% corresponde a la fibra a la antena para la provisión de servicios móviles 5G y el restante 5% al mantenimiento de estos despliegues (Gráfico 22).

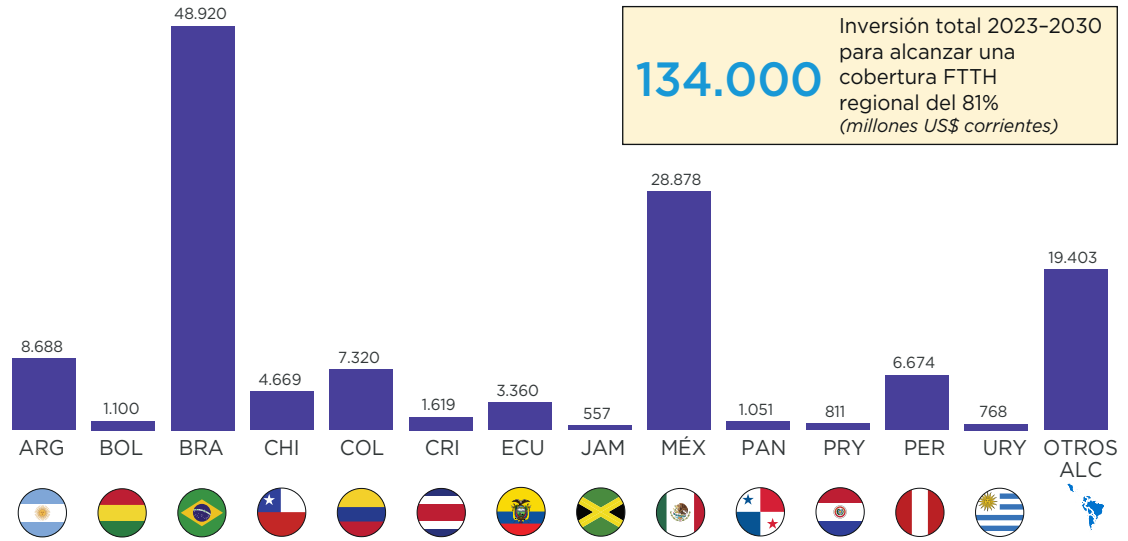
En relación a la inversión por país, se destacan los casos de Brasil y México, que combinados representan el 44% del total de la inversión regional (26% y 18%, respectivamente) (Gráfico 23).

En cuanto al momento de realización de estas inversiones, se espera una distribución relativamente constante a lo largo del

Gráfico 23

Inversión en fibra 2023-2030 por país

Millones US\$ corrientes



Fuente: Elaboración propia.

tiempo (Gráfico 24). Dicha continuidad de las inversiones requerida se obtiene como consecuencia de las siguientes cuestiones:

- Casas pasadas: aún con un amesetamiento de la cobertura, se espera un incremento de la superposición de los despliegues, principalmente en las zonas urbanas.
- La caída en el ritmo de adquisición de nuevos suscriptores y menor necesidad de despliegue de fibra para llevar fibra a la antena de conectividad móvil se compensa por el costo incremental del mantenimiento de los despliegues de fibra.

Se puede ver que a lo largo del período la inversión se ubica en un valor anual promedio en torno a los US\$17.000 millones para toda la región. Cabe destacar que estos montos de inversión contemplan los requerimientos de despliegues de fibra iniciales y su correspondiente mantenimiento y/o reemplazo en los años subsiguientes.

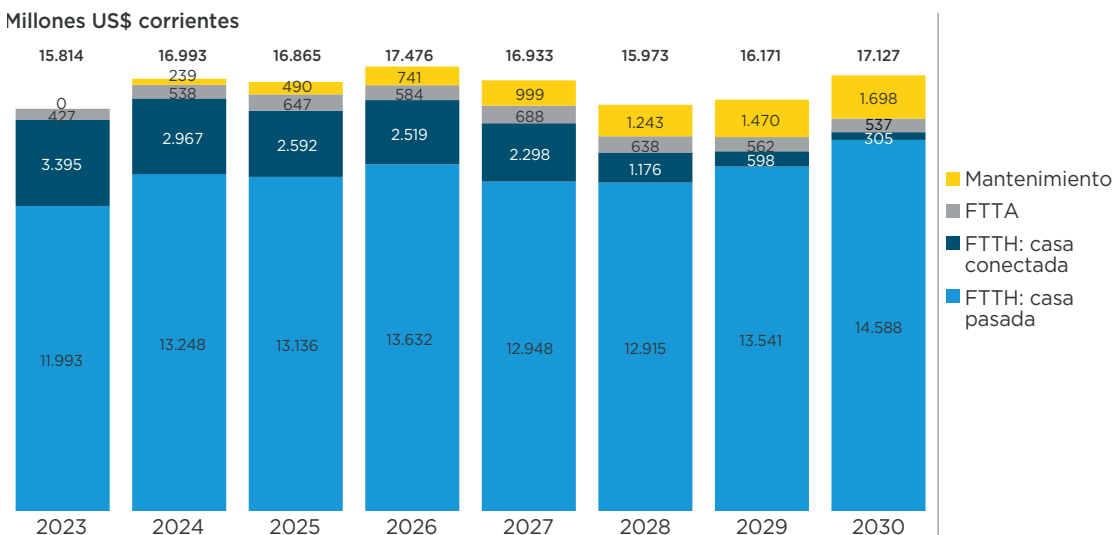
¿Qué ocurre en caso de objetivos más ambiciosos de cobertura?

Para una región como ALC, que tiene alta variedad geográfica y disparidades de ingreso, llegar a un 100% de cobertura de banda ancha ultrarrápida de 100 Mbps

Gráfico 24

Inversión anual esperada de los despliegues de fibra en ALC

Millones US\$ corrientes



Fuente: Elaboración propia.

como plantea, por ejemplo, el Plan para la conectividad y las infraestructuras digitales de España para 2025,³⁰ implicaría un desafío singular.

Superar el 81% de techo de cobertura esperado de FTTH para 2030, donde el 82% de los hogares son urbanos (según el promedio de los países seleccionados), conlleva alcanzar territorios muy alejados o de complicada geografía que traen cuantiosos costos que se van disparando exponencialmente para conectar poblados de baja densidad.

Dado que la cobertura urbana ya estaría alcanzando, en promedio a nivel regional, un 93%, excepto en algunos países, los mayores aumentos de la cobertura deberían darse en

las zonas rurales y remotas, donde los despliegues tienen un mayor costo y menor atractivo comercial.

Aun cuando a los fines de la modelización se han asumido valores discretos para el costo de los despliegues en zonas urbanas y rurales, en la práctica el costo de los mismos depende en cada caso de la densidad habitacional de una determinada zona. De esta manera, el costo promedio por casa pasada aumenta de manera continua

³⁰ Puede verse el Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital en: <https://portal.mineco.gob.es/en-us/digitalizacion/IA/Pages/plan-conectividad.aspx>.

en la medida en que se alcanzan mayores niveles de cobertura, dado que empiezan a tener mayor relevancia los despliegues en zonas remotas o rurales. El Gráfico 25 muestra a modo ilustrativo cómo el costo de los despliegues aumenta significativamente a menor densidad habitacional.

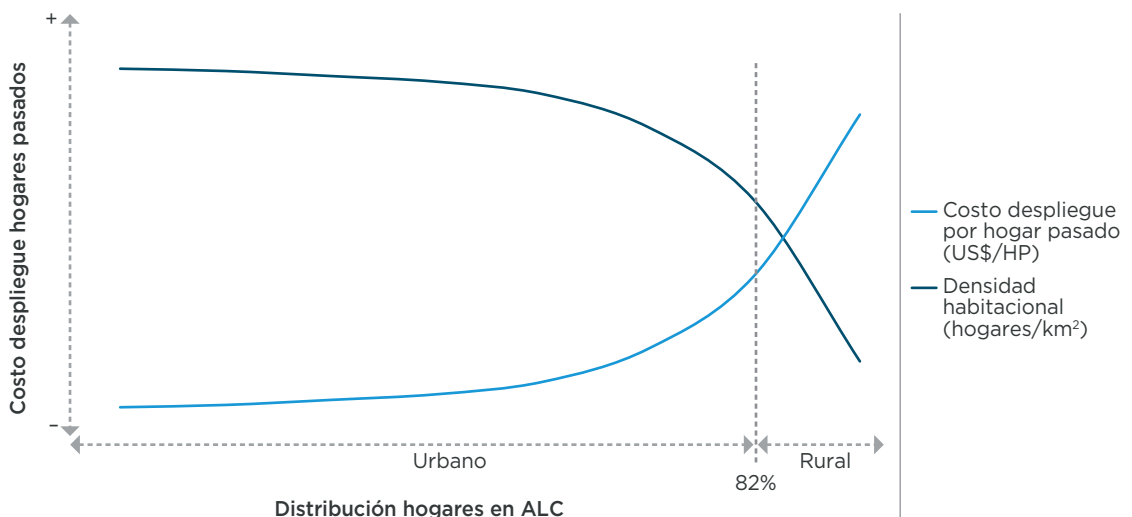
Aumentar la cobertura y el crecimiento en suscripciones de hogares pasados es un desafío que requiere de estímulos y políticas dedicadas a tal fin. La promoción de la compartición, la coordinación e incentivo a los diferentes actores para desplegar e invertir en redes podría conducir a dar un salto en lo que sería la trayectoria “normal” que transitaría la región. En la misma medida, aumentar las suscripciones de hogares pasados requiere tener políticas que actúen sobre la

demanda y que ataquen las distintas brechas de asequibilidad, habilidades y contenido local relevante.

Para hacer frente a la asequibilidad, la competencia y la presencia de redes concurrentes serán factores determinantes para que el precio y calidad de los servicios ofrecidos estén por debajo de los umbrales de ingreso disponible de las familias. Otros elementos de intervenciones puntuales o “inteligentes” podrían ser los subsidios a esa demanda insatisfecha. Finalmente, los programas de formación y entrenamiento en capacidades y usos de la conectividad serán herramientas que estimularán la demanda y uso para mejorar la productividad de los cuentapropistas, profesionales independientes y pequeños emprendedores que

Gráfico 25

Costo adicional de los despliegues a menor densidad habitacional



Fuente: Elaboración propia.

podrán contar con conexiones ultrarrápidas para sus actividades.

En la página siguiente, en el Cuadro 10 se presentan dos escenarios de nivel de cobertura: el escenario base en que la cobertura a 2030 llega al 81% y un escenario de mayores inversiones, coordinación y APP que permitiría llegar a una cobertura promedio regional del 86%. Para la definición de este escenario de mayor cobertura se tomó el siguiente criterio, por país, para las zonas urbanas y rurales:

Zonas urbanas

- Si la cobertura en 2030 es menor que 70%: +15pp en 2030.
- Si la cobertura en 2030 es menor que 80%: +10pp en 2030.
- Si la cobertura en 2030 es menor que 90%: +5pp en 2030.

Zonas rurales

- Si la cobertura en 2030 es menor que 20%: +25pp en 2030.
- Si la cobertura en 2030 es menor que 30%: +20pp en 2030.
- Si la cobertura en 2030 es menor que 40%: +15pp en 2030.

A partir de dicho aumento de la cobertura, se calcula el nuevo monto de inversión requerido con políticas activas y un ambiente más propicio para las APP.

La diferencia de US\$21.500 millones para los 13 países seleccionados (o 19%) entre la inversión requerida para la cobertura del 81% y la cobertura del 86% presenta un importante desafío en cuanto a su fon-














deo y origen de los fondos. Para alcanzar esta cobertura, los privados no encontrarán un caso de negocio atractivo, por lo que los gobiernos deberán buscar herramientas para poder promocionar y lograr estos despliegues, ya sea mediante estrategias de subvención a la oferta o de subvención a la demanda. En este cálculo detallado no se incluyen los demás países de ALC ya que no se ha relevado la cantidad de hogares ni su distribución urbana/rural, por lo que la extrapolación de inversión se hace a partir de una relación lineal de su población.

Por otro lado, una mayor cobertura trae aparejado un incremento más que proporcional de la penetración, que permitiría conectar 10 millones de hogares adicionales llegando a un total de 113 millones de hogares. A través de estos estímulos selectivos *inteligentes*, la eliminación de barreras y un mayor desarrollo de las APP, se podría pasar de una penetración de hogares del 60% a una del 67%. En las zonas urbanas ello se daría como consecuencia de una mayor concurrencia (competencia) y de la mejora en los precios y calidad de servicio, entre otros. En las zonas rurales dicho impacto en la penetración surge como resultado de una mayor asequibilidad como consecuencia de subsidios selectivos a la demanda que se estima podrían representar un costo de US\$1.000 millones para los gobiernos.

Este incremento tanto de cobertura como de penetración se ve también reflejado en el *take-up*, que pasaría del 74% al 77% gracias a los estímulos de la demanda, tanto desde lo privado (mayor competencia

Cuadro 10

Análisis de sensibilidad: mayor inversión para mayor cobertura

	CASO BASE										CASO MAYOR COBERTURA										DIFERENCIAS								
	Cobertura urbana					Cobertura rural					Inversión (mil millones de US\$)					Cobertura urbana					Cobertura rural					Cobertura total		Hogares conectados	
	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	2030	
 ARG	71%	4%	65%	2.350	8,7	81%	29%	76%	4.360	11,7	10 pp	25 pp	11 pp	2.010	34%														
 BOL	80%	13%	59%	766	1,1	90%	38%	74%	1.298	1,9	10 pp	25 pp	15 pp	532	73%														
 BRA	99%	33%	89%	6.285	48,9	99%	48%	91%	7.924	56,5	0 pp	15 pp	2 pp	1.639	16%														
 CHI	100%	64%	95%	791	4,7	100%	64%	95%	791	4,9	0 pp	0 pp	0 pp	0	4%														
 COL	82%	16%	67%	5.436	7,3	87%	41%	77%	7.089	10,0	5 pp	25 pp	10 pp	1.653	37%														
 CRI	86%	20%	68%	362	1,6	92%	45%	79%	543	2,1	6 pp	25 pp	11 pp	181	31%														
 ECU	100%	44%	83%	1.109	3,4	100%	44%	83%	1.109	3,5	0 pp	0 pp	0 pp	0	3%														
 JAM	100%	63%	83%	85	0,6	100%	63%	83%	85	0,6	0 pp	0 pp	0 pp	0	0%														
 MÉX	99%	32%	86%	4.822	28,9	99%	47%	89%	5.825	32,5	0 pp	15 pp	3 pp	1.003	12%														
 PAN	92%	25%	71%	296	1,1	92%	45%	78%	368	1,2	0 pp	20 pp	7 pp	72	9%														
 PRY	96%	30%	72%	252	0,8	96%	50%	79%	394	1,2	0 pp	20 pp	7 pp	142	50%														
 PER	86%	19%	68%	2.902	6,7	91%	44%	78%	3.961	9,1	5 pp	25 pp	10 pp	1.059	36%														
 URY	98%	31%	95%	78	0,8	98%	46%	96%	86	0,9	0 pp	15 pp	1 pp	8	13%														
ALC-13	93%	29%	81%	25.535	114,4	95%	46%	86%	33.834	135,9	2 pp	17 pp	5 pp	8.299	19%														

Fuente: Elaboración propia.

con redes solapadas) como desde el Estado (incentivos, educación y subsidios).

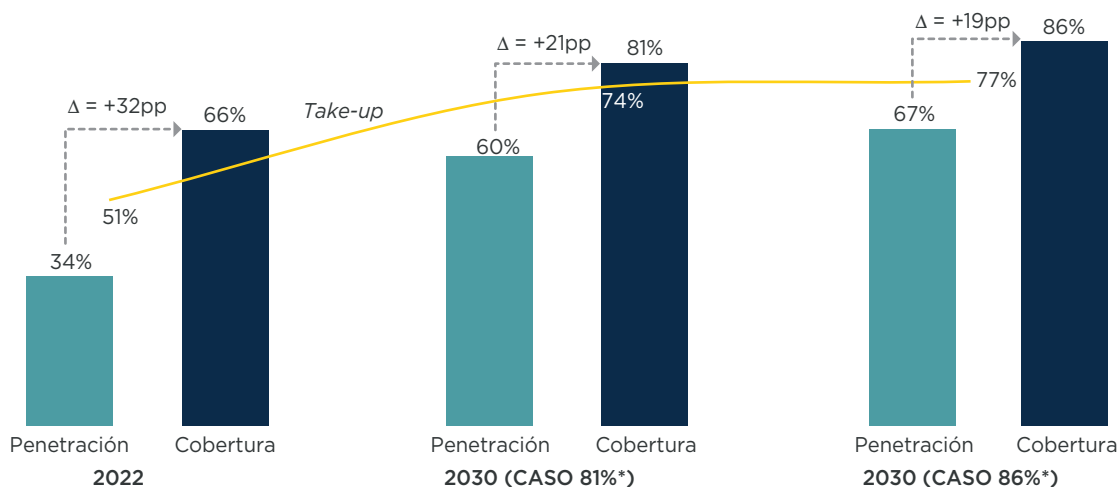
En el Gráfico 26 se presenta la situación de la región en 2022 en cuanto a la penetración y cobertura y a dónde se llegaría en 2030 bajo los dos casos analizados.

Como se puede observar, en el año 2022 la brecha entre penetración y cobertura era de 32 pp. Con nuevos despliegues y mayor competencia y asequibilidad,

en zonas urbanas y rurales respectivamente, sería esperable que dicha brecha se reduzca. En los escenarios analizados, al año 2030 la brecha se reduce a 21 pp en el caso de cobertura del 81% y a 19 pp en el caso de cobertura del 86%. Todo esto implicaría una inversión total de US\$160.000 millones (+US\$26.000 millones por sobre lo que podría llegar la industria observando su tendencia natural).

Gráfico 26

Evolución de la cobertura, penetración de hogares y *take-up* en ALC en los dos escenarios analizados



Fuente: Elaboración propia.

* Los casos 81% y 86% hacen referencia a la cobertura de la región en el año 2030.

Hacia una agenda colaborativa público-privada a nivel regional para maximizar el alcance de la conectividad robusta

¿Cómo se puede extender el “gran momento de la fibra” para que alcance a más latinoamericanos?

Como se describió a lo largo de la publicación, la región viene creciendo de manera significativa en los despliegues de fibra, por lo que ha alcanzado una cobertura de hogares que en la actualidad llega, en promedio, al 66% de los hogares y que se espera que llegue a un techo del 81% para 2030. Este logro no será exento de esfuerzos de inversión de todos los participantes en la provisión de servicios de conectividad, tanto públicos como privados, que deberán invertir alrededor de US\$134.000 millones.

El amesetamiento de la cobertura va a llegar a partir de 2026, cuando se espera alcanzar un pico de crecimiento, por lo que

los esfuerzos deberán estar más enfocados en acelerar el *take-up* que implica maximizar la penetración de hogares o aumentar las suscripciones, de modo de poder capitalizar el despliegue e inversiones previamente realizadas (y que se reflejan en cobertura o casas pasadas).

Para poder crecer en suscripciones, hará falta considerar la aplicación de subsidios a la demanda para los sectores de más bajos ingresos o planes especiales que permitan reducir esa brecha de penetración.

A fin de extender la cobertura, es decir, aumentar los hogares pasados más allá de lo que sería natural para la industria, será importante poder avanzar en la coordinación entre los actores privados y públicos, tanto mediante normativas o incentivos específicos, como por el liderazgo propio de

las municipalidades para instrumentar, por ejemplo, derechos de vía de fácil trámite y con una sola excavación que premie a quienes compartan. La reducción de las barreras existentes descritas en el apartado anterior también será un elemento clave para poder facilitar aún más las inversiones y hacer rentables aquellas zonas que presentan un caso de negocio menos claro.

Asimismo, esquemas de financiación mediante APP podrían ayudar a aumentar la frontera de hogares pasados haciendo rentables los que todavía no lo son. Si a esto se le sumaran subsidios a la demanda, que volvieran más asequible los planes de conectividad para los sectores de menores ingresos, se podría avanzar en la penetración hasta casi el 100% de los hogares pasados.³¹ De este modo se podría reducir la insuficiencia de mercado con intervenciones inteligentes y subvenciones, tal como lo muestra el Gráfico 27. Se podrían alcanzar los 113 millones de hogares conectados, incluyendo 10 millones de hogares adicionales que se encuentran en zonas de bajos ingresos, donde el caso de negocio es menos claro para la existencia de redes solapadas, los cuales entonces tendrían acceso a partir de subvenciones y estímulos puntuales. La cobertura aumentará menos que proporcionalmente debido a que parte de la inversión puede ir a las zonas ya cubiertas.

A continuación, se destacan algunos factores internos y externos clasificados en oportunidades, desafíos y barreras. La demanda de datos y los nuevos usos de tecnologías, sumados a la eficiencia de costos

que se amortizan y la durabilidad en años de la fibra, son una oportunidad que claramente el mercado está capitalizando y deberá seguir explotándose.

Otra oportunidad que empieza a materializarse en la región, a partir del comienzo de las asignaciones de frecuencias de espectro 5G y sus consecuentes despliegues, es la necesidad de llegar con fibra a la antena (FTTA). Debido a la mayor densificación de redes que en tecnologías anteriores, dicha necesidad se torna en la 5G más relevante que con las 3G o 4G pasadas.

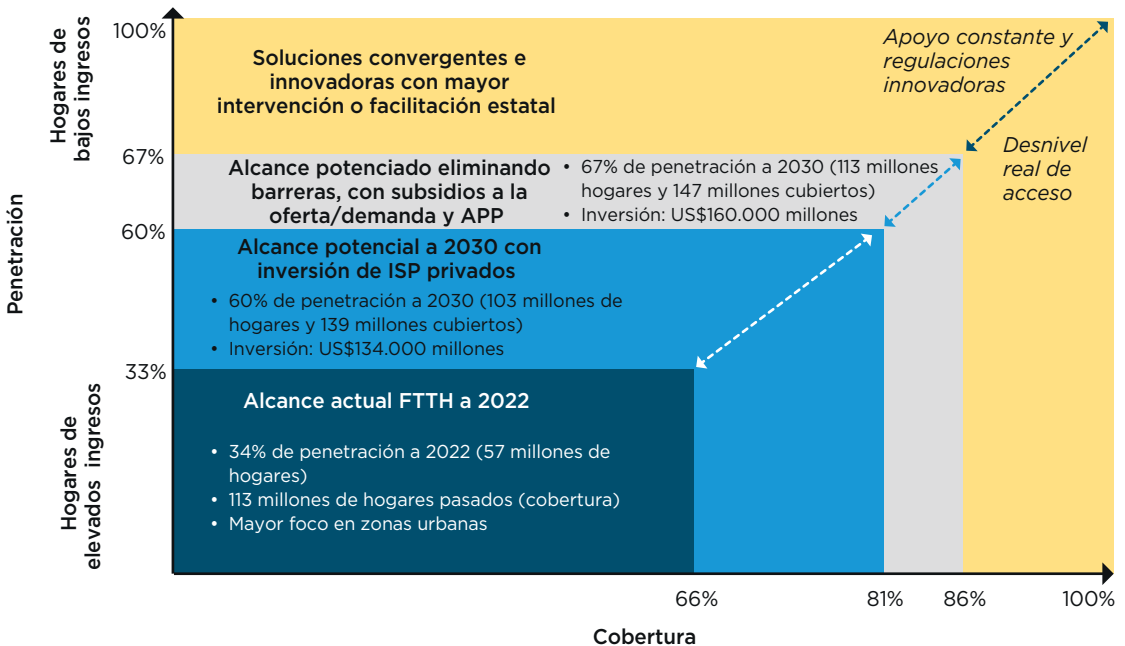
Entre los desafíos estará seguir creciendo con mayor coordinación y colaboración público-privada para poder crecer más allá de lo esperado. La simulación realizada para esta publicación muestra que un esfuerzo por aumentar la cobertura con redes concurrentes y estímulos a la demanda puede llevar la penetración al 67% y la cobertura al 86%. Dichos esfuerzos implican inversiones por US\$159.000 millones en despliegues y, al menos, US\$1.000 millones en subsidios a la demanda.

A fin de coadyuvar a reducir la brecha de uso/asequibilidad, este subsidio a la

³¹ Resulta importante recordar que una penetración del 100% de los hogares pasados (o 100% de *take-up*) no implica que todos los despliegues realizados cuenten con una suscripción activa, ya que se espera, principalmente en los centros urbanos, un incremento del solapamiento en las zonas más densamente pobladas y de más altos ingresos. Así un hogar podrá estar pasado por dos, tres o más ISP, pero tendrá una suscripción con uno solo de ellos.

Gráfico 27

Matriz ilustrativa de espacios de cobertura y penetración de la banda ancha fija aplicado a FTTH con inversiones y hogares alcanzados



Fuente: SmC+ con base en infoDev y UIT (2009).

demanda está calculado por año progresivamente desde 2028 hasta 2030 (una vez alcanzado el techo de cobertura), lo que totaliza US\$1.000 millones, que se adicionan a las inversiones a realizar, lo que da un total de US\$160.000 millones (Gráfico 28).

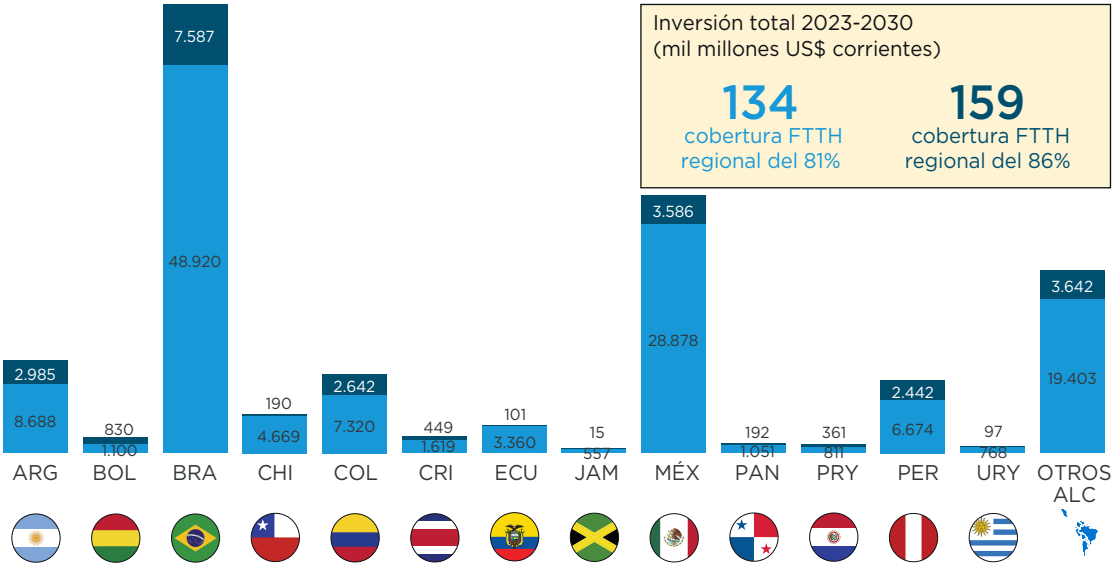
Asimismo, la industria de la fibra, puntualmente en ALC, enfrenta mucha presión por la eficiencia de su cadena de abastecimiento, la que se ve estresada en este contexto de creciente demanda, incremento de precios en los últimos dos años, crisis de la logística internacional y proveedores,

mayormente asiáticos, que por una cuestión de márgenes en muchas ocasiones priorizan a clientes de otras regiones y no a los de ALC. Estas ineficiencias y desafíos en la cadena de abastecimiento de la fibra podrían resultar en demoras y retrasos en los despliegues esperados.

El vandalismo es un desafío cada vez más presente en la industria ya que el mismo resulta en interrupciones del servicio cuya solución puede demandar, por un lado, varias horas hasta que el servicio quede reestablecido y, por otro lado, mayores

Gráfico 28

Inversión en fibra 2023-2030 por país para ambos escenarios de cobertura



Fuente: Elaboración propia.

costos de operación de la red. Estos actos afectan no solo a las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones (tanto en su red fija como en la provisión del servicio móvil), sino también a los usuarios finales que dependen de estos servicios para su vida diaria, como el acceso a internet, la telefonía y la televisión. Para hacer frente a este problema, las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones suelen implementar medidas de seguridad adicionales, como la instalación de cámaras de vigilancia en puntos clave de las redes de fibra óptica y la colaboración con las autoridades locales para prevenir y combatir el vandalismo.




Un desafío aún no significativo actualmente pero que se espera que gane relevancia

en los próximos años es la sostenibilidad ambiental. Aún no se tienen definiciones ni políticas claras acerca de cómo se enfrentarán los reemplazos de fibra y todos los desechos que estos generen en los próximos años (Recuadro 5).

Finalmente, en la actualidad las barreras están siendo abordadas pero requieren de una atención especial para que las mismas no sean un obstáculo al crecimiento sostenido de la fibra. Una de las principales barreras se vincula con la evaluación económica que realizan los ISP en mercados con baja ARPU, muchos costos en moneda dura y monedas locales inestables. Estas condiciones desalientan las inversiones y promueven que los operadores busquen la

Recuadro 5

Factores externos e internos determinantes para el crecimiento del alcance de FTTH

 Oportunidades	 Desafíos	 Barreiras
<p>Nuevas aplicaciones demandan más uso y tráfico de datos y una conexión robusta de baja latencia</p>	<p>Sostenibilidad ambiental</p>	<p>Falta de personal calificado</p>
<p>5G / wifi 6 y 7</p> <p>Se requiere fibra a las antenas y puntos de acceso (FTTA).</p>	<p>Coordinación público-privada</p>	<p>5G/4G <i>trade-offs</i></p>
<p>Eficiencia en costos</p> <p>Mayor descarga puede ser provista de manera más costo-eficiente que las modalidades inalámbricas</p>	<p>Cuellos de botella en abastecimiento y aumento de costos</p>	<p>Acceso inalámbrico fijo puede ser mejor alternativa para espacios urbanos de alta densidad o remotos (pero con límites a la descarga)</p>
<p>Menor gasto de capital (CAPEX)</p> <p>Mayor disposición a compartir infraestructura. Políticas de coordinación de una sola excavación</p>	<p>Extensión de la cobertura a las zonas rurales</p>	<p>En mercados de bajo ARPU, depreciación de la moneda e incertidumbre económica puede desalentar la inversión</p>
<p>Planes nacionales y financiamiento</p> <p>Iniciativas para reducir las brechas, subsidios y apoyo multilateral</p>	<p>Vandalismo</p>	<p>Maximización de tecnologías legadas</p>
<p>Dar un salto (<i>leapfrogging</i>)</p> <p>Salto a las redes de alta capacidad (XGS-PON) es una oportunidad para acortar distancias con la OCDE</p>	<p>Altamente frecuente en la región por desinformación. Planes de recuperación rápida</p>	<p>DOCIS y HFC todavía son muy usados y pueden proveer servicios aceptables de bajo precio, lo que puede retrasar la transición</p>

Fuente: Elaboración propia.

maximización de la tecnología legada, como ser las redes de híbrido de fibra coaxial (HFC, por sus siglas en inglés) y de especificación de interfaz para servicios de datos por cable (DOCSIS, por sus siglas en inglés).

La falta de personal calificado para los despliegues y una oferta de capacitación

relativamente baja pueden resultar en una limitante a los despliegues.

Por último, para muchos usuarios las prestaciones del acceso inalámbrico 4G/5G pueden ser suficientes para sus requerimientos de uso, lo que puede provocar que la penetración de la fibra no logre alcanzar su máximo potencial.

Referencias

- Bodine, S. 2021. The USDA is helping expand rural broadband, but providers face equipment shortages, *Kosu*. Disponible en: <https://www.kosu.org/technology/2021-08-12/the-usda-is-helping-expand-rural-broadband-but-providers-face-equipment-shortages>.
- Cabello, S., D. Ros Rooney y M. Fernández. 2021. Nuevas dinámicas de la gestión de infraestructura de telecomunicaciones en América Latina. American Tower y SmC+. Disponible en: https://american-tower.com.mx/Assets/beta.americantower.com.mx/uploads/files/Nuevas_dinamicas.pdf.
- FBA (Fiber Broadband Association). 2020. To reduce network operating expenses, choose FTTH. Disponible en: https://www.bbcmag.com/pub/doc/BBC_Jul20_ReduceNetwork.pdf.
- _____. 2022. Strategies to mitigate bottlenecks.
- FBA (Fiber Broadband Association) y Cartesian. 2019. Advanced Broadband Report. Disponible en: <https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/fba-06252020.pdf>.
- FOSA (Fiber Optic Sensing Association). 2020. Dig once policy: 16 state models. Julio. Disponible en: <https://starterkit.fiberbroadband.org/blog/fosa-s-dig-once-policy-16-state-models-paper-referenced-by-mckinsey-&-company>.
- FTTH Council Europe. 2022. FTTH/B Market Panorama in Europe 2021. Disponible en: <https://www.ftthcouncil.eu/knowledge-centre/all-publications-and-assets/1436/european-ftth-b-market-panorama-2022>.
- FYCO y SmC+. 2022. White Paper. El valor de contar con una cadena de abastecimiento flexible para soportar el crecimiento de la fibra que experimenta América Latina. Disponible en: <https://www.fycotelecom.com/white-paper-fyco>.
- Glickman, C. 2022. How “dig once” can democratize digital connectivity. Foro Económico Mundial. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2022/02/how-dig-once-policies-can-democratize-digital-connectivity/>.
- Hardesty L. 2021. Corning GM says fiber lead times are ‘much longer’ than a month, *Fierce Telecom*. Disponible en: <https://www.fiercetelecom.com/story/corning-gm-says-fiber-lead-times-are-much-longer-than-a-month>.

- www.fiercetelecom.com/broadband/coming-gm-says-fiber-lead-times-are-much-longer-month.
- infoDev (Information for Development) y UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). 2009. Acceso y Servicio Universal (ASU). Módulo 4. Conjunto de herramientas para la reglamentación de las TIC.
- Kim, J. 2022. Fiber optic cable installation process: connecting homes, *Dgtl Infra*. Agosto. Disponible en: <https://dgtlinfra.com/fiber-optic-cable-installation-process/>.
- MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). 2019. Proyecto Nacional de Fibra Óptica. Disponible en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Iniciativas/Sector-TIC/125120:Proyecto-Nacional-de-Fibra-Optica>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2023. Fibre is now the dominant broadband access technology in half of all OECD countries. París, 23 de febrero. Disponible en: <https://www.oecd.org/digital/broadband/broadband-statistics-update.htm>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2016. Competencia y cuellos de botella en la infraestructura (Capítulo 4), en *Políticas de banda ancha para América Latina y el Caribe. Un manual para la economía digital*. París, Francia: OCDE Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264259027-es>.
- Ros Rooney, D., M. Fernández, S. Beltrán y S. Cabello. 2022. FTTH Panorama for Latin America 2022. FBA Latam Chapter. Disponible en: <https://fiberbroadband.org/wp-content/uploads/2023/04/Latam-FTTH-Panorama-2021-Report.pdf>.
- Russell, E. 2020. Despliegue de infraestructura y conflictos municipales. Algunos enfoques posibles para cambiar el paradigma actual, Expert Insight Series No.1, SmC+, julio. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1aHye8e7s8P_yzA8X8_-G_nrSeWYGAnvv/view.
- Sevilla, G. 2021. Severe fiber shortage delays half a million AT&T internet installations, *Insider Intelligence*, 13 de agosto. Disponible en: <https://www.insiderintelligence.com/content/severe-fiber-shortage-delays-half-million-at-t-fiber-installations>.
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). 2022. Digital trends in the Americas region 2021. Information and communication technology trends and developments in the Americas region, 2017-2020, Suiza. Disponible en: https://www.itu.int/hub/publication/d-ind-dig_trends_ams-01-2021/.

Anexo.

Normativa para el despliegue de fibra óptica

Cuadro A.1.

Despliegue de fibra óptica: normativa destacada en países seleccionados

País	Detalle de la normativa
Argentina	<ul style="list-style-type: none">Resolución 105/2020.^a El Reglamento de Compartición de Infraestructura Pasiva establece parámetros para estimular la compartición mediante convenios celebrados, con condiciones definidas libremente, bajo principios del reglamento.Resolución 292/2021.^b Regula la instalación de infraestructura de servicios TIC en inmuebles.
Brasil	<ul style="list-style-type: none">Ley 13116/2015.^c La compartición de infraestructura pasiva es obligatoria, excepto cuando exista una justificación técnica.Resolución 683/2017.^d Reglamenta el uso compartido de la infraestructura que respalda la prestación de servicios de telecomunicaciones. Fomenta la optimización de los recursos y la reducción de costos operativos para beneficiar a los usuarios finales de los servicios. Evita la duplicación de la infraestructura para la provisión de los servicios.
Chile	<ul style="list-style-type: none">Ley 20808/2018 y Decreto 167 de 2016.^e La ley de ductos reglamenta la forma y condiciones para garantizar la libre elección en la contratación y recepción de servicios de telecomunicaciones en loteos, edificaciones y copropiedad inmobiliaria. De igual manera, conceptualiza y establece el diseño general de la red interna de telecomunicaciones (RIT).Ley 18168.^f Los concesionarios de servicios públicos tienen la obligación de la compartición de infraestructura pasiva según la Ley de Telecomunicaciones.
Colombia	<ul style="list-style-type: none">Resolución 5050/2016.^g Por la cual se compilan las resoluciones de carácter general de la CRC, establecen condiciones para acceso a RIT.Resolución 5890/2020.^h Regulación para que los operadores de telecomunicaciones compartan la infraestructura pasiva en las redes eléctricas.Resolución 5283/2017.ⁱ Establece un nuevo régimen de compartición de infraestructura pasiva, que incluye reglas sobre la marcación de ductos y postes, y una nueva metodología para calcular precios.

(continúa en la siguiente página)

Cuadro A.1. (continúa)

Despliegue de fibra óptica: normativa destacada en países seleccionados

País	Detalle de la normativa
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 10216.^j Promueve, aunque no obliga, el uso de infraestructura compartida entre operadores. De igual manera, establece el silencio positivo, ordena la colocación de ductos subterráneos y a su vez obliga a la coordinación entre entidades para que no se dupliquen procesos. • Resolución RJD-222-2017.^k Reglamenta el uso compartido de infraestructura para redes públicas de telecomunicaciones y señala que la compartición de infraestructura pasiva es obligatoria.
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución 144/2017.^l La resolución norma técnicamente el despliegue de infraestructura de soterramiento y redes físicas soterradas para la prestación de servicios. • Resolución 0807/2017.^m Regula el uso compartido de infraestructura física; aplica a todos los prestatarios de servicios del régimen general de telecomunicaciones. • Acuerdo Ministerial 017/2017.ⁿ Aprueba la norma técnica nacional para la fijación de contraprestaciones por el uso de postes y ductos para la instalación de redes de telecomunicaciones.
México	<ul style="list-style-type: none"> • La compartición de infraestructura pasiva es obligatoria para operadores con poder significativo del mercado.^o
Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto 034/2010.^p Establece la obligación de instalar fibra óptica en los nuevos proyectos de transmisión de energía eléctrica y transporte de hidrocarburos, así como ductos y cámaras en carreteras. • Decreto Legislativo 1019.^q Establece obligaciones de compartición de infraestructura pasiva para los proveedores importantes de servicios públicos de telecomunicaciones.

Fuente: Elaboración de SmC+ con base en información de los reguladores.

Notas:

^a Puede verse la Resolución 105/2020 en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/238609/20201216>.

^b La Resolución 292/2021 está disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/248093/20210813>.

^c El texto de la Ley 13116 de 2015 se encuentra en: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13116.htm.

^d La Resolución 683/2017 está disponible en: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2017/949-resolucao-683>.

^e Pueden encontrarse Ley 20808 y el Decreto 167/2016 en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1074272> y https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2018/04/DO_decreto_167.pdf, respectivamente.

^f La Ley 18168 está disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29591>.

^g Puede encontrarse el texto de la Resolución 5050/2016 en: https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/resolucion_crc_5050_2016.htm#Inicio.

^h Véase la Resolución 5890/2020 en: <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/022022/Resolucion-5890-de-2020.pdf>.

ⁱ Puede verse la Resolución 5283/2017 en: <https://www.crcom.gov.co/es/node/3108>.

^j La Ley 10216 está disponible en: <https://www.crhoy.com/wp-content/uploads/2022/07/ley-10216.pdf>.

^k Puede encontrarse la Resolución RJD-222-2017 en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor=1&nValor2=85283&nValor3=110234&strTipM=TC#up.

^l La Resolución 144/2017 se encuentra disponible en: https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/O29_norma-tecnica-despliegue-redes-fisicas-servicios-telecomunicaciones.pdf.

^m Puede leerse la Resolución 0807/2017 en: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/08/Resolucion-0807-ARCOTEL-2017.pdf>.

ⁿ Véase el Acuerdo Ministerial 017/2017 en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Acuerdo-017-2017.compresseed.pdf>.

^o Para más información, puede leerse la nota: Las obligaciones de preponderancia también alcanzan a Fibra Sites de Slim, define IFT, publicada en *El Economista*, agosto de 2020. Disponible en: <https://www.economista.com.mx/empresas/Las-obligaciones-de-preponderancia-tambien-alcanzan-a-Fibra-Sites-de-Slim-define-IFT-20200824-0038.html>.

^p El texto del Decreto 034/2010 está disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/9976-034-2010-mtc>.

^q Véase el Decreto Legislativo 1019 en: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8400371A3BF22EF605257BC8005A3B17/\\$FILE/DL_1019.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8400371A3BF22EF605257BC8005A3B17/$FILE/DL_1019.pdf).

