

CIERRE DE BRECHA
DIGITAL EN EL
DEPARTAMENTO
DEL
AMAZONAS



Copyright © 2023 por Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento /
Banco Mundial Región de América Latina y El Caribe
1818H Street, N.W. Washington D.C. 20433, U.S.A.
www.bancomundial.org/co

Todos los derechos reservados
Primera edición en español: Octubre 2023

El Banco Mundial, no garantiza la exactitud de la información incluida en este reporte y no acepta responsabilidad alguna por cualquier consecuencia derivada de su uso o interpretación.

Los límites, los colores, las denominaciones y demás información contenida en los mapas de este reporte no presuponen, por parte del Grupo del Banco Mundial, juicio alguno sobre la situación legal de cualquier territorio, ni el reconocimiento o aceptación de dichos límites.

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresadas en este reporte son en su totalidad de los autores y no deben ser atribuidas en forma alguna al Banco Mundial, a sus organizaciones afiliadas, a los miembros de su Directorio Ejecutivo ni a los países que representan.

El material de esta publicación está protegido por el derecho de propiedad intelectual.

Edición: Primera edición
Banco Mundial/Impreso y hecho en Bogotá, Colombia/ 2023
Banco Mundial

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	5
RECONOCIMIENTOS	6
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	7
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. CONTEXTO Y DIAGNÓSTICO.....	11
A. Las TIC en Colombia	12
Estadísticas de conectividad	12
Brecha digital	16
Marco legal y regulatorio	18
Experiencias internacionales	27
B. El departamento del Amazonas	28
Descripción sociodemográfica y características económicas	28
Programas públicos de conectividad	33
Caracterización del mercado	34
Perfil de beneficiarios	38
C. Brecha digital en el departamento del Amazonas	40
Brecha de acceso	40
Brecha de asequibilidad	45
Brecha de asequibilidad con base en la encuesta realizada a hogares y negocios	46
D. Obstáculos para la conectividad	48
Técnicos	48
Económicos	49
Regulatorios	49
III. CIERRE DE LA BRECHA DIGITAL EN EL DEPARTAMENTO DEL AMAZONAS.....	51
E. Soluciones de conectividad.	52
Alternativas tecnológicas	52
Evaluación de un IXP para el Amazonas	61
Viabilidad regulatoria	62
Análisis de impacto de los escenarios de despliegue propuestos	64
F. Evaluación financiera y de riesgos	66
Requerimientos financieros	66
Riesgos	68
Estrategia financiera para la implementación	69
IV. PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA.....	75
REFERENCIAS	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conectividad móvil y fija (países OCDE, Q2 2022, número de conexiones por cada 100 habitantes)	12
Figura 2. Conectividad: comparación regional de precios (en USD)/países seleccionados de América Latina 2022	13
Figura 3. Asequibilidad de servicios de conectividad (2022, en % del INBpc)	14
Figura 4. Conexiones móviles por proveedor y tecnología (2022, Q3, en %)	14
Figura 5. Conexiones fijas y móviles por proveedor y tecnología (2022, Q3, en %)	15
Figura 6. Mapas de cobertura de servicios móviles de los principales operadores (2021).....	15
Figura 7. Brechas urbano-rural y regionales de conectividad	16
Figura 8. Hogares con conexión a internet (2022, en % de hogares)	17
Figura 9. Dimensiones y elementos del índice de brecha digital	17
Figura 10. Índice de brecha digital 2021	18
Figura 11. Mapas políticos del departamento del Amazonas	29
Figura 12. Cabeceras municipales, centros poblados y localidades del Amazonas	30
Figura 13. Parques nacionales y resguardos indígenas en el departamento del Amazonas.....	30
Figura 14. Población por municipio en el Amazonas en 2022 (en cantidad de habitantes)	31
Figura 15. Población en secciones rurales y según área urbana y rural en el Amazonas (2018, en %).....	31
Figura 16. Servicio de electricidad en viviendas del Amazonas	32
Figura 17. Índice de pobreza multidimensional por departamento (2021, en %)	33
Figura 18. Conexiones fijas por municipio y segmento (Amazonas, 2022, en % del total de conexiones fijas)	35
Figura 19. Tenencia de bienes y servicios (Colombia y Amazonas, 2022, en %).....	38
Figura 20. Personas de 5 años o más que usan TIC en cualquier lugar (Colombia y Amazonas, 2022, en %).....	39
Figura 21. Mapas de uso de TIC (por departamento, 2022, en %).....	39
Figura 22. Gasto total de los hogares (Colombia y Amazonas, 2021, en miles de COP por mes)	40
Figura 23. Cobertura aproximada del servicio móvil.....	42
Figura 24. Servicio de energía eléctrica en Amazonas	45
Figura 25. Asequibilidad de internet/Amazonas (2021, en % gasto hogares)	46
Figura 26. Distribución de los hogares (izquierda) y los negocios (derecha) sobre estratos socioeconómicos	47
Figura 27. Brecha de acceso a internet entre zonas urbanas y rurales	47
Figura 28. Brecha de acceso a internet según pertenencia a comunidades indígenas.....	47
Figura 29. Pago actual mensual promedio de los hogares por el servicio de internet	48

Figura 30. Expansión de capilaridad de la red de microondas existente	55
Figura 31. Solución basada en cabeceras satelitales	56
Figura 32. Red FTTH Abierta e infraestructura de soporte para servicios inalámbricos	58
Figura 33. Conectividad de Leticia y Puerto Nariño a través de Perú	61
Figura 34. Análisis de los escenarios propuestos	61
Figura 35. Esquema de conexión de un IXP	62
Figura 36. Resumen de revisión de potenciales actores para el financiamiento	70
Figura 37. Proceso de movilización de recursos por Bancóldex	73

LISTA DE TABLAS

Tabla II.1. Requisitos y trámites para el otorgamiento del permiso para el uso de espectro en segmento satelital	21
Tabla II.2. Modelos de negocio minoristas de internet fijo	37
Tabla II.3. Modelos de negocio de operadores mayoristas	38
Tabla II.4. Servicio de energía eléctrica - localidades interconectadas	44
Tabla III.1. Soluciones tecnológicas analizadas para red de transporte	53
Tabla III.2. Alternativas tecnológicas de red de acceso	54
Tabla III.3. Requerimientos de infraestructura para fortalecimiento de la PNCAV	54
Tabla III.4. Requerimiento potencial de cabeceras satelitales	56
Tabla III.5 Viabilidad regulatoria de cada uno de los trámites u obligaciones y su nivel de complejidad (bajo, medio o alto)	64
Tabla III.6 Análisis de impacto de los escenarios de despliegue	66
Tabla III.7. Resultados del modelamiento	67
Tabla III.8. Análisis de sensibilidad del modelo	67
Tabla III.9. Consolidado de fondos proyectados por potencial fuente de financiamiento	71
Tabla III.10. Proyección de ingresos FUTIC y disponibilidad para proyectos de conectividad, 2023-2033 (USD millones)	72
Tabla III.11. Proyección de fondos adicionales por concepto de reducción de excedentes financieros de FUTIC, 2024-2033 (USD millones)	72
Tabla IV.1. Propuestas	76

RECONOCIMIENTOS

Este informe fue preparado por un equipo intersectorial dirigido por Doyle Gallegos (Banco Mundial) y compuesto por Niccolò Comini (Banco Mundial) y Axel Rifon Pérez (Banco Mundial), con la colaboración de Juan Ignacio Crosta, Lorena Torres, David Miazzi, Sandra Ortiz Laverde, Jaime Plaza Fernández, Carolina Valencia Márquez, Telecommunications Management Group, Inc. (TMG) y Econometría Consultores S. A. (consultores del Banco Mundial para este estudio).

Este informe no habría sido posible sin el interés, el compromiso y la colaboración sostenidos del Gobierno de Colombia (GdC). El equipo está agradecido con el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), particularmente con Óscar Mauricio Lizcano (ministro), Gabriel Jurado (viceministro de Conectividad), Sandra Urrutia (exministra de TIC), Sergio Valdés Beltrán (exviceministro de Conectividad), José David Ponce (asesor en el Viceministerio de Conectividad), Ángela María Estrada (asesora en el Viceministerio de Conectividad), Gina del Rosario Núñez (jefe de Oficina para la Gestión del FUTIC); con la Presidencia de la República de Colombia, particularmente con Saúl Kattan (asesor presidencial para la Transformación Digital); con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), particularmente con Viviana Vanegas Barrero (directora de la Dirección de Desarrollo Digital) y el equipo de la Dirección de Desarrollo Digital; con la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), particularmente con Nicolás Silva Cortés (director ejecutivo), Paola Bonilla (comisionada), Lina María Duque (comisionada), Claudia Ximena Bustamante (coordinadora de Innovación y Prospectiva Regulatoria) y Lorena Vivas (coordinadora encargada de Innovación y Prospectiva Regulatoria); con la Agencia Nacional del Espectro (ANE), particularmente con Miguel Felipe Anzola (director), Diana Paola Morales (subdirectora de Gestión y Planeación del Espectro), Juan Sebastián Henao (asesor económico) Fabián Herrera (asesor), y con iNNpulsa Colombia, por su visión y valoraciones estratégicas.

El informe también se benefició de consultas celebradas con Sergio Sotomayor, Jorge Guerrero, Ban-

cóldex, la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), la Empresa Energía para al Amazonas S. A. E. S. P. (Enam), prestadores de redes y servicios de telecomunicaciones, las agremiaciones de proveedores de servicio de internet (ISPs), empresas propietarias de infraestructura de comunicaciones y proveedores de internet locales.

Por otra parte, la implementación de la encuesta realizada en marzo de 2023 no habría sido posible sin la colaboración de las siguientes personas: en Leticia: Robert Hernando Curico Pinedo (curaca de la comunidad indígena Loma Linda), Francisco Leonardo (curaca de la comunidad indígena Santa Soffa), Absalom Arango Gómez (capitán indígena de la comunidad indígena Monilla Amena), Eduardo Lozano Parente (curaca de la comunidad indígena de San Juan de Parente), Jovino Flórez del Águila (curaca de la vereda Zaragoza), Yesenia Capinoa Rojas (líder comunal barrio Colombia); Daniel Isidio (profesor Escuela Rural Comunidad Indígena Arara); en Puerto Nariño: Alirio de Jesús Vásquez (alcalde municipal), Servio Tulio Ahue Almeida (profesional de apoyo de la población indígena de Alcaldía Municipal), Libia Ahue (curaca comunidad indígena de Puerto Esperanza), Mackiver Cuellar Vildosa (curaca comunidad indígena de Patrulleros), Henry Silvano Chuña (curaca comunidad indígena de Boyahuazú), Shirley Valentín Lauri (curaca comunidad indígena de San Pedro de Pitisca), Clever Talanta (curaca comunidad indígena 20 de Julio), Germán Tenazoa (curaca comunidad indígena 7 de Agosto), Jorge Aguanare (curaca comunidad indígena 12 de Octubre), Gabriel Cabrera Arévalo (presidente de Asociación Indígenas Ticuna, Chocamos y Yaguas [Aticoya]) y José Migdoño Teco Puricho (guía y transportista); en corregimiento departamental La Chorrera: Julio Binagie (líder comunitario indígena), y Juliet Sadit Kudimugi Ñeñetofe (guardia indígena); en Tarapacá: Rafael Martínez (corregidor).

El informe fue editado por Manuel Gómez y revisado por Carolina Valencia Márquez, bajo la dirección de Axel Rifon Pérez y Niccolò Comini.

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANCP	Autoridad Nacional de Consulta Previa
ANE	Agencia Nacional del Espectro
ANM	Área no municipalizada
Bancóldex	Banco de Desarrollo Empresarial de Colombia
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe
CDN	Red de entrega de contenido (CDN por su sigla en inglés)
CNPV	Censo Nacional de Población y Vivienda
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Enam	Energía para el Amazonas S. A. E. S. P.
ENCV	Encuesta Nacional de Calidad de Vida
ENTIC	Encuesta Nacional TIC
FDN	Financiera de Desarrollo Nacional
FO	Fibra óptica
FPD	Financiamiento para políticas de desarrollo
FPI	Financiamiento para proyectos de inversión
FSO	Comunicación óptica de espacio libre (FSO por su sigla en inglés)
FTTH	Fibra hasta el hogar (FTTH por su sigla en inglés)
FUTIC	Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
FWA	Acceso fijo inalámbrico (FWA por su sigla en inglés)
GdC	Gobierno de Colombia
GEO	Órbita Ecuatorial Geoestacionaria (GEO por su sigla en inglés)
GSMA	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GSO	Órbita geosíncronica (GSO por su sigla en inglés)
HAPS	<i>High Altitude Platform Systems</i>
HTS	<i>High-throughput Satellite</i>
IBD	Índice de brecha digital
IpT	Internet para Todos
IMT	Telecomunicaciones móviles internacionales (IMT por su sigla en inglés)
INBpc	Ingreso Nacional Bruto per cápita
Innpulsa Colombia	iNNpulsa
Invías	Instituto Nacional de Vías
Ipse	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas
ISP	Proveedor de servicio de internet (ISP por su sigla en inglés)
IXP	Punto de intercambio de internet (IXP por su sigla en inglés)
LCP	Punto de convergencia local (LCP por su sigla en inglés)
LEO	Órbita terrestre baja (LEO por su sigla en inglés)
MEO	Órbita terrestre media (MEO por su sigla en inglés)

MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MinCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Mipymes	Micro, pequeñas y medianas empresas
NAP	Punto de acceso a la red (NAP por su sigla en inglés)
N-LOS	Sin línea de visión (N-LOS por su sigla en inglés)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OLT	Terminal de línea óptica (OLT por su sigla en inglés)
ONT	Terminal de red óptica (ONT por su sigla en inglés)
PNCAV	Proyecto Nacional de Conectividad Alta Velocidad
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNFO	Proyecto Nacional de Fibra Óptica
PPR	Programa de préstamos por resultados
PQR	Peticiones, Quejas y Reclamos
PRST	Proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones
Pronatel	Programa Nacional de Telecomunicaciones del Perú
P2MP	Punto a multipunto
RAN	Red de acceso de radio (RAN por su sigla en inglés)
SIN	Sistema interconectado nacional
Sena	Servicio Nacional de Aprendizaje
SMS	Servicio de mensajes cortos (SMS por su sigla en inglés)
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
xPON	Red óptica pasiva de estándar x (xPON por su sigla en inglés)



I. INTRODUCCIÓN

Colombia ocupa la última posición en conexiones a internet por cada 100 habitantes entre los 38 países medidos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). La brecha de conectividad entre las áreas rurales y las áreas urbanas del país es considerable. El 52,9 % de los hogares en el área urbana y el 12,4 % de los hogares en el área rural tienen acceso a internet fijo. Los menores niveles de hogares con conexión a internet se encuentran en departamentos de las regiones de la Amazonía, la Orinoquía y el Pacífico.

De conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, el Gobierno de Colombia (GdC) está trabajando en múltiples frentes orientados a cerrar la brecha digital y a conectar el 85 % del país. A través del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), se solicitó al Banco Mundial asistencia técnica con el objetivo de desarrollar un estudio orientado a identificar una solución técnica, económica y regulatoriamente viable para el cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas. Este departamento, de acuerdo con los indicadores del índice de brecha digital del MinTIC, se sitúa en el grupo de departamentos de la estrategia Conecta TIC 360 con alta brecha de conectividad.

El estudio para el cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas se basa en las prioridades estratégicas del Plan Nacional de Desarrollo (PND). Este estudio es de la mayor relevancia en el marco del plan de conectividad de Colombia, específicamente en lo que concierne a la **infraestructura digital** para la vida y el buen vivir como habilitador estructural del eje de transformación de seguridad humana y justicia social del PND.

Los resultados del estudio se presentan en este informe, estructurado de la siguiente manera. El capítulo 2 está dividido en 4 secciones. En la primera se examinan las estadísticas de conectividad, el mar-

co legal y regulatorio habilitador para el cierre de la brecha digital en Colombia e, igualmente, se presentan las experiencias internacionales de América Latina relevantes para el objeto del estudio. En la segunda se encuentran las principales características (demográficas, económicas y sociales) del departamento del Amazonas, la caracterización del mercado de internet y el perfil de beneficiarios en este departamento. La tercera sección está dedicada a la brecha digital en el departamento del Amazonas y se consideran sus componentes de acceso y asequibilidad, incluyendo los resultados del trabajo de campo realizado en el desarrollo del estudio y adopción. A partir del diagnóstico de las secciones anteriores, en la última sección se analizan los obstáculos técnicos, económicos y regulatorios para la conectividad.

El capítulo 3 presenta las soluciones tecnológicas encaminadas al cierre de la brecha de conectividad en el departamento del Amazonas, así como el análisis de impacto de los escenarios de despliegue propuestos y viabilidad regulatoria. Seguidamente, se presenta el modelo y estrategia financiera para la implementación de las alternativas tecnológicas priorizadas y se señalan los correspondientes riesgos de carácter técnico, operativo y regulatorio. Por último, en el capítulo 4 se presenta un conjunto de sugerencias resultado del análisis del estudio y las posibles próximas etapas orientadas a la implementación de la estrategia del GdC de conectar el 85 % del país.



II. CONTEXTO Y DIAGNÓSTICO

Mensajes principales

- Los mayores niveles de brecha digital se encuentran en los departamentos de las regiones de la Amazonía y la Orinoquía. Algunas de las características demográficas del departamento del Amazonas son las siguientes: tiene una población estimada de 82.068 (a 2022) en 20.290 viviendas; de esta población, el 63 % reside en Leticia, el 13 % en Puerto Nariño y el 24 % restante en las 9 áreas no municipalizadas (ANM); el 76 % de la población vive en las cabeceras municipales y centros poblados, mien-

tras que el 24 % restante vive en áreas rurales donde solo el 29 % de las viviendas tiene electricidad.

- Mediante la red de microondas del Proyecto Nacional de Conectividad Alta Velocidad (PNCV) se proyecta llegar a los 2 municipios y las 9 ANM del departamento del Amazonas. Actualmente, esta red está en operación en los 2 municipios y en 5 de las ANM. En la actualidad, la capacidad de esta red es limitada y su arquitectura lineal la hace vulnerable a interrupciones ocasionadas por factores externos.
- La cobertura móvil 4G alcanza el 34 % de los centros poblados, la cual obedece principalmente a obligaciones de hacer. Se reportan 1.310 conexiones a internet fijo; el 91,5 % se concentra en Leticia y 52 % corresponde a usuarios corporativos.
- La oferta de internet fijo se caracteriza por una baja velocidad y alto costo, y llega a representar un gasto de los hogares del doble del promedio nacional en centros poblados y rural disperso. La brecha de asequibilidad es de un 25 % en las cabeceras municipales y del 50 % en los centros poblados y rural disperso.
- Los principales obstáculos técnicos para la conectividad son: (i) las especificaciones de la conectividad a ofrecer a los usuarios se ven afectadas por las limitaciones de las alternativas de transporte nacional y su alto costo; (ii) la carencia de infraestructura de

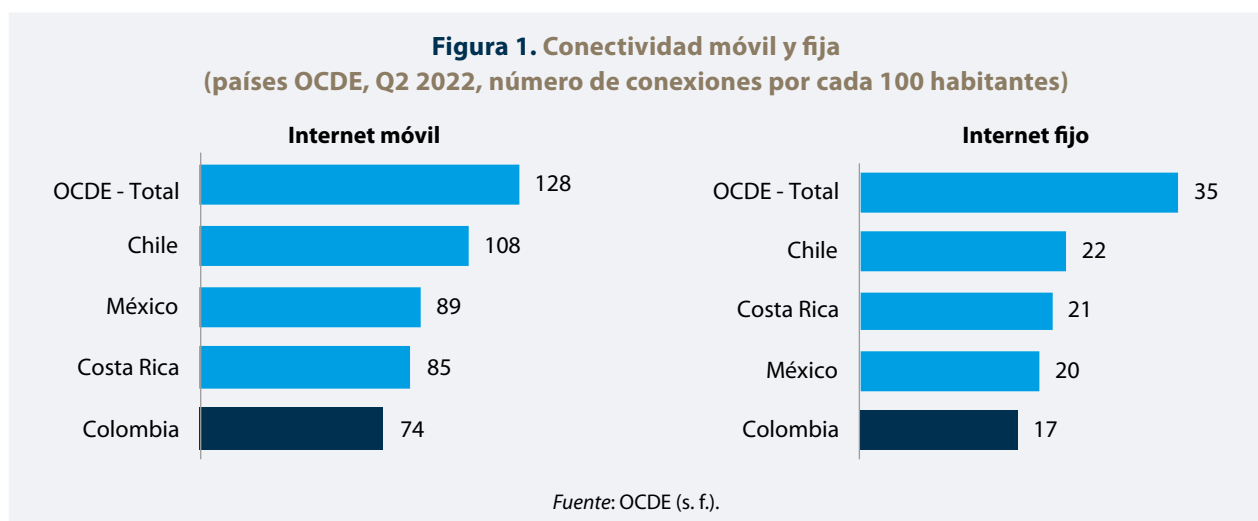
soporte y la falta de vías terrestres son un obstáculo para el despliegue de redes al interior del departamento; (iii) el aumento de capacidad de la red del PNCV está limitado por la cantidad de espectro disponible en las bandas actualmente empleadas por esta red; (iv) la falta de energía eléctrica en algunas localidades.

A. Las TIC en Colombia

Estadísticas de conectividad

Colombia ocupa la última posición en conexiones a internet móvil por cada 100 habitantes entre los 38 países medidos por la OCDE. Mientras que Colombia tiene 74 conexiones a internet móvil por cada 100 habitantes, el promedio de la OCDE es de 128 conexiones por cada 100 habitantes. Países de la región como Chile, México y Costa Rica tienen 108, 89 y 85 conexiones por cada 100 habitantes, respectivamente (OCDE, s. f.) (ver figura 1).

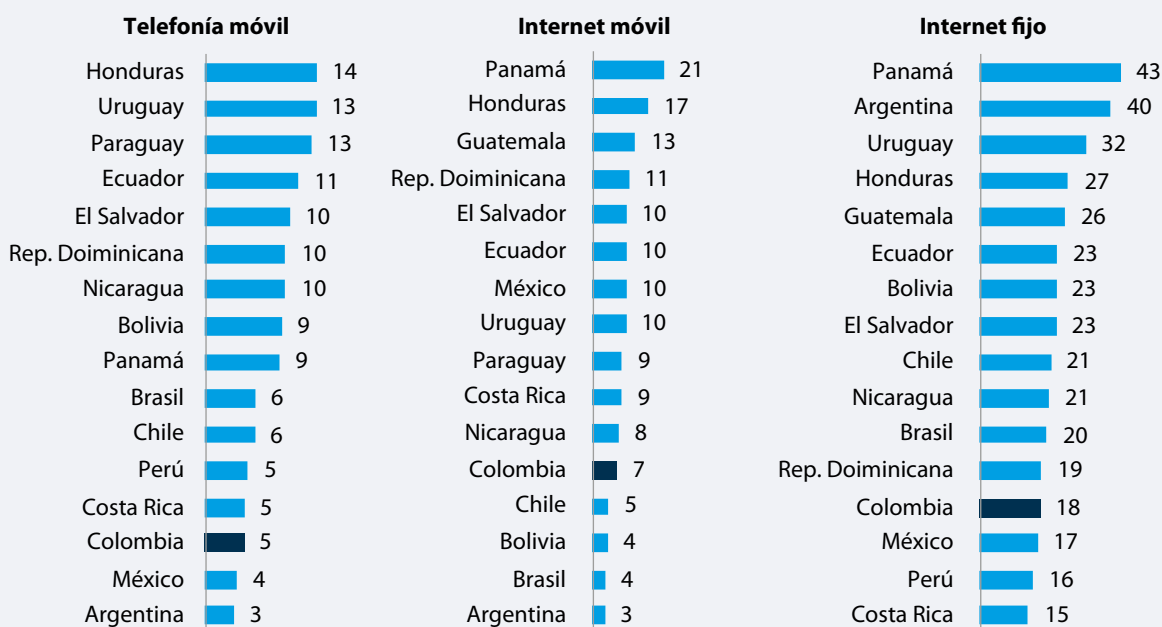
Colombia ocupa la última posición en conexiones a internet fijo por cada 100 habitantes entre los 38 países medidos por la OCDE. Con 17 conexiones a internet fijo por cada 100 habitantes, Colombia queda por debajo del promedio de la OCDE, de Chile, Costa Rica y México (OCDE, s. f.) (ver figura 1).



Los precios de telefonía móvil, internet móvil e internet fijo de Colombia son relativamente bajos para la región. De acuerdo con información de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para 2022, con un costo de USD 5 por mes para el paquete de telefonía móvil,¹ Colombia está entre los países con menores precios de América Latina, por encima de México, con USD 4, y Argentina, con USD 3, y por debajo de Perú, con USD 5, y Ecuador, con USD 11. Con un costo de USD 7 por mes para el paquete de

datos móviles,² Colombia también está entre los países con menores precios de América Latina, por encima de países como Brasil, con USD 4, y Chile, con USD 5, y por debajo de México y Ecuador, con USD 10. Con un costo de USD 18 por mes para un acceso de internet fijo de banda ancha,³ Colombia también se encuentra entre los países más económicos, por encima de algunos países como Perú, con USD 16, y por debajo de países como Ecuador, con USD 23 (ver figura 2).

Figura 2. Conectividad: comparación regional de precios (en USD)/países seleccionados de América Latina 2022



Fuente: UIT (s. f.).

Los niveles de asequibilidad de los servicios de telefonía móvil e internet móvil de Colombia están iguales o por debajo del promedio mundial, en el caso de internet fijo están por encima. El costo de la telefonía móvil equivale al 1 % del Ingreso Nacional Bruto per cápita (INBpc), que se encuentra por debajo del nivel del 2 % establecido como objetivo por la Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible

y por debajo del promedio mundial de 1,1 %. En Colombia, el costo de internet móvil equivale al 1,5 % del INBpc, por debajo del 2 % de referencia y al mismo nivel que el promedio mundial de 1,5 %. El costo de internet fijo representa el 3,8 % del INBpc en Colombia, por encima del objetivo del 2 % mencionado y por encima del promedio mundial de 3,2 %, aunque por

1 Paquete de telefonía móvil de bajo consumo: mínimo de 70 minutos y 20 mensajes cortos de texto (SMS, por sus siglas en inglés).

2 Paquete de datos móviles: mínimo de 2 GB.

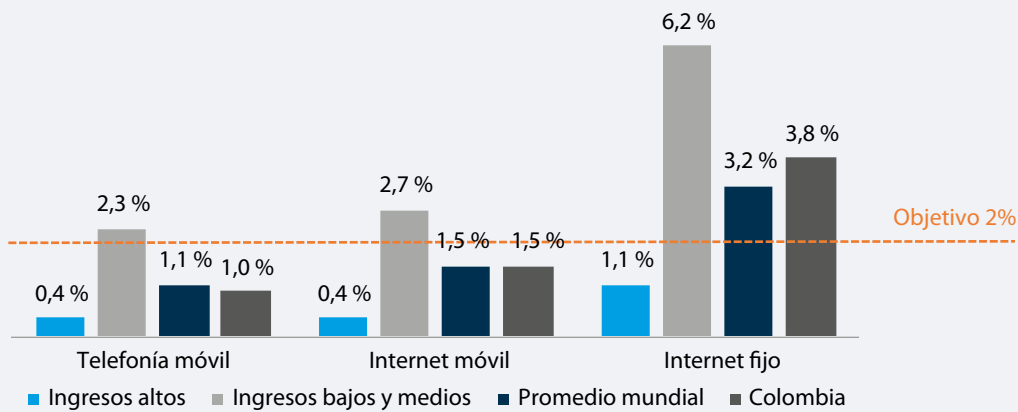
3 Acceso fijo: consumo de datos mínimo de 5 GB y velocidad mínima de 256 kbit/s.

debajo del promedio de los países con ingreso bajo y medio del 6,2 % (ver figura 3).

Siguiendo la tendencia regional, el 82 % de las conexiones a internet móvil son 4G. Al tercer trimestre de 2022 alcanzaban 20,8 millones de conexiones a internet móvil. Claro es el principal proveedor de internet móvil, medido por usuarios, con una participación de mercado del 55 %, seguido por Tigo con 20 %, Movistar con 17 %, WOM con 3 %, Virgin 3 %, Éxito con 1 % y ETB con 1 %, entre los principales operadores (MinTIC, 2023) (ver figura 4).

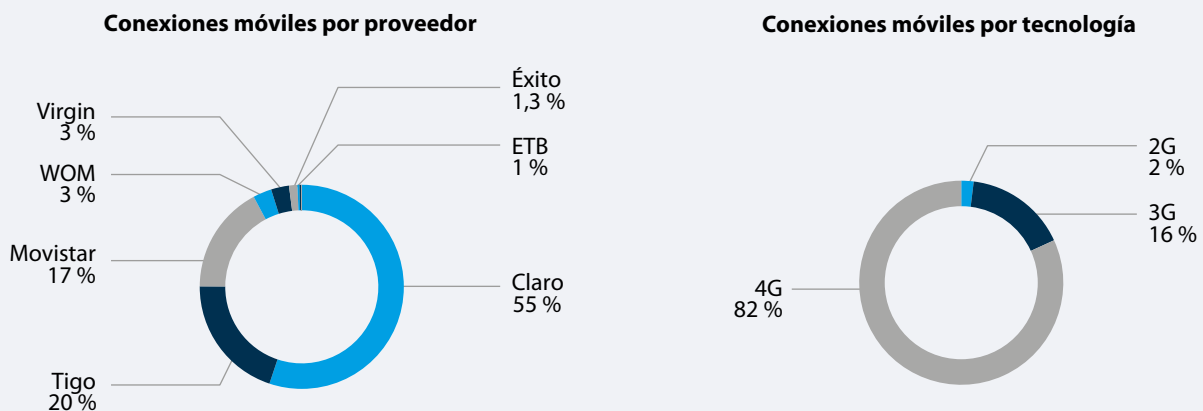
La fibra óptica representa una porción baja en las conexiones a internet fijo en Colombia. Solo el 28 % de las conexiones a internet fijo son por fibra, el 60 % son por cable coaxial, 11 % por XDSL y 6 % con otras tecnologías, incluida la satelital. Las conexiones a internet fijo presentan un crecimiento anual del 8 % desde 2019. Al segundo trimestre de 2022 alcanzaban los 8,5 millones de conexiones. Claro es el principal proveedor de internet fijo, con una participación de mercado del 37 %, seguido por Tigo con 20 % y Movistar con 15 %. ETB tiene una participación del 8 %, DirectTV del 2 %, Edatel del 2 % y un conjunto de 805 ISP representan el 16 % (MinTIC, 2023) (ver figura 5).

Figura 3. Asequibilidad de servicios de conectividad (2022, en % del INBpc)

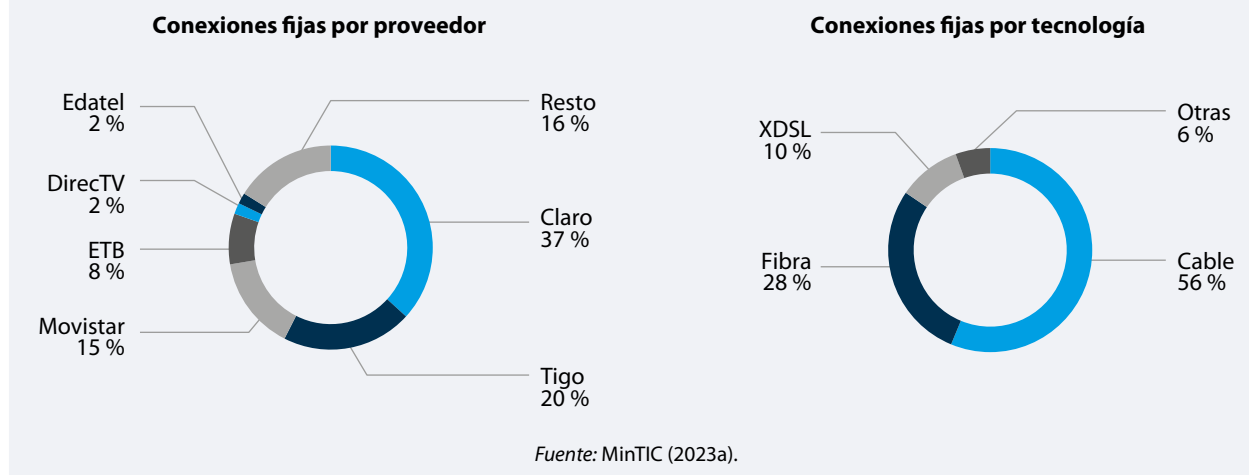
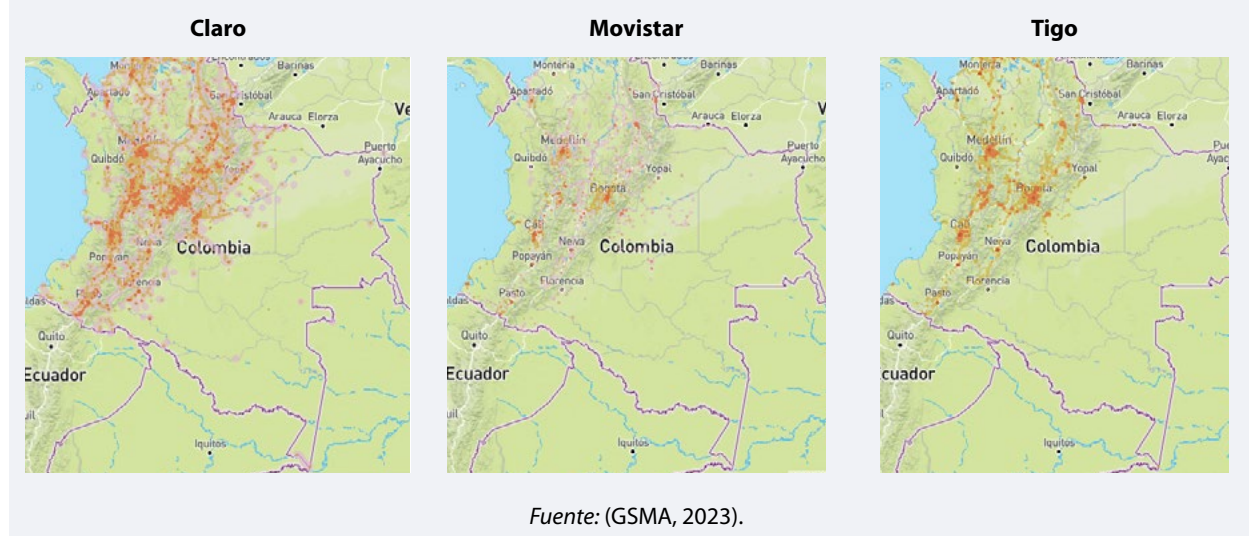


Fuente: UIT & A4IA (2023).

Figura 4. Conexiones móviles por proveedor y tecnología (2022, Q3, en %)



Fuente: MinTIC (2023)

Figura 5. Conexiones fijas y móviles por proveedor y tecnología (2022, Q3, en %)**Figura 6. Mapas de cobertura de servicios móviles de los principales operadores (2021)**

La cobertura de servicios móviles es reducida en las regiones de la Amazonía y de la Orinoquía. De acuerdo con los mapas de cobertura móvil del *Global System for Mobile Communications* (GSMA), la cobertura en los departamentos que pertenecen a las regiones de la Amazonía y la Orinoquía es significativamente menor que en las regiones Andina y Caribe⁴ (ver figura 6).

El 40 % de la población de Colombia se encuentra en el rango de 10 kilómetros de la red troncal de fibra óptica. El 69 % de la población se encuentra en el rango de los 25 kilómetros de la red troncal y el 98 % en el de los 100 kilómetros. La proximidad de la población a la red troncal es un primer indicio de la dificultad para llegar con banda ancha fija asequible a la población. Para tener una referencia internacional, en Perú el 51 % y en Ecuador el 67 % de la población se encuentra en el rango de los 10 kilómetros (UIT, s. f.).







4 En el apartado B del presente capítulo, se presenta información detallada del departamento del Amazonas.

Brecha digital

El nivel alto de brecha digital se encuentra en áreas rurales (ver figura 7). El 67,5 % de los hogares en el área urbana⁵ tiene acceso a internet, comparado con el 32,2 % de los hogares en el área rural.⁶ En el área urbana, el 52,9 % de los hogares cuenta con internet fijo, mientras que en el área rural solo el 12,4 %. El 41,6 % de los hogares urbanos tiene computador, comparado con el 8,2 % de los hogares rurales (DANE, 2023a). En cuanto a la velocidad del internet fijo, el 57,6 %

de los hogares urbanos tiene contratada una velocidad de descarga igual o superior a los 10 Mbps, mientras que en el área rural este indicador es del 17,9 % (DANE, 2022a). Si bien el número de conexiones móviles y fijas crece año a año y alcanza 20,8 millones de conexiones móviles y 8,5 millones de conexiones fijas (MinTIC, 2023), los departamentos de las regiones de la Amazonía, la Orinoquía y el Pacífico son los que presentan menores niveles de hogares con conexión a internet (ver figura 8) (DANE, 2023a).

Figura 7. Brechas urbano-rural y regionales de conectividad

	 Urbano	 Rural
 Hogares con acceso a internet (1)	67,5 %	32,2 %
 Hogares con internet fijo (1)	52,9 %	12,4 %
 Hogares con computador (1)	41,6 %	8,2 %
 Hogares con velocidad de bajada > a 10 Mbps (2)	57,6 %	17,9 %

Fuentes: (1) DANE (2023a); (2) DANE (2022a).

El índice de brecha digital (IBD) del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) (MinTIC, 2022a) mide la brecha digital de Colombia en un rango de 0 a 1, donde valores más cercanos a cero significan una menor brecha. El IBD hace referencia a las diferencias en la apropiación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) entre los ciudadanos de los diferentes departamentos de Colombia. Dicha apropiación está determinada por cuatro dimensiones (ver figura 9).

En 2021 el puntaje del IBD a nivel nacional fue 0,41, con las mayores barreras para cerrar la brecha en las dimensiones de habilidades digitales y

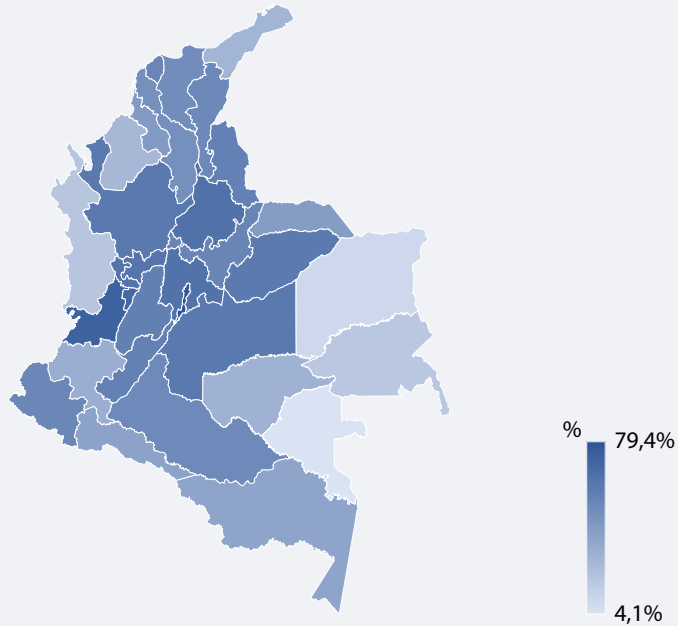
acceso material. El puntaje más crítico lo tuvo la dimensión Habilidades digitales con 0,57, seguido por Acceso material con 0,49 y Aprovechamiento con 0,47, mientras que el mejor puntaje lo obtuvo la dimensión Motivación, con un puntaje de 0,06.

De acuerdo con el IBD, los mayores niveles de brecha digital están en los departamentos de las regiones de la Amazonía y la Orinoquía. Los departamentos con mayor nivel de brecha son Vichada con 0,75, Vaupés con 0,70, Guainía con 0,69 y Amazonas con 0,66. En el otro extremo se encuentra Bogotá, con el menor nivel de brecha, con un puntaje de 0,25 (ver figura 10) (MinTIC, 2022b).

5 Con área urbana se refiere a las cabeceras municipales.

6 Con área rural se refiere a centros poblados y rural disperso.

Figura 8. Hogares con conexión a internet (2022, en % de hogares)

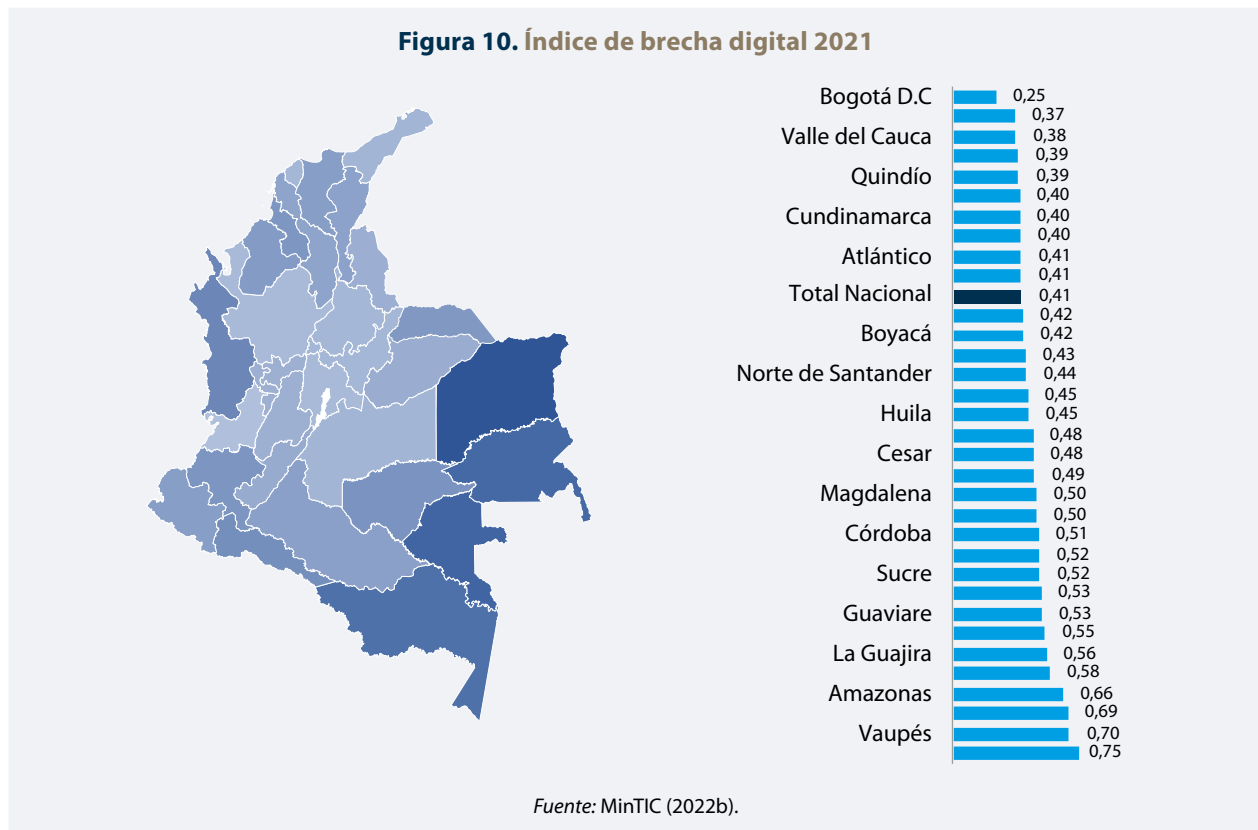


Fuente: DANE (2023a).

Figura 9. Dimensiones y elementos del índice de brecha digital

Motivación	Acceso material	Habilidades digitales	Aprovechamiento
Barreras mentales o psicológicas	Acceso a canales/ servicios	Habilidades básicas	Frecuencia de uso
Utilidad percibida	Acceso a terminales	Habilidades intermedias	Intensidad de uso
Percepción social	Características de los servicios/ terminales	Habilidades avanzadas	Diversidad de propósitos
Desconocimiento	Características del sitio de acceso		
Condición socioeconómica			

Fuente: MinTIC (2022b).



Marco legal y regulatorio

Mensajes principales

- La provisión de redes y servicios de telecomunicaciones es un servicio público bajo la titularidad del Estado y se habilita de manera general con la inscripción en el Registro Único de TIC, con el cual se entiende surtida la habilitación general. La habilitación general no incluye el derecho al uso y explotación del espectro radioeléctrico y causa una contraprestación periódica a favor del Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (FUTIC) y la obligación de constitución de garantías.
- Los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST) que deseen usar redes inalámbricas de acceso a los usuarios deben solicitar permiso de uso del espectro radioeléctrico al MinTIC. Todos los aspectos relacionados con requisitos, trámites, contraprestaciones y obligaciones para el uso del espectro radioeléctrico que involucre tecnología satelital a través de estaciones terrenas están consagrados en la Resolución MinTIC 376 de 2022.
- La contraprestación económica por el uso del espectro radioeléctrico podrá pagarse parcialmente, hasta un 90 % del monto total, mediante la ejecución de obligaciones de hacer.
- Para la provisión del servicio de internet, los proveedores requieren por lo general ofertas mayoristas de propietarios de infraestructuras soporte para el tendido de redes de fibra óptica y/o de otros PRST para el arrendamiento de capacidades para la transmisión de datos.
- El FUTIC, adscrito al MinTIC, fue creado para la financiación de planes, programas y proyectos que faciliten el acceso y el servicio de todos los habitantes del territorio nacional a las TIC. Con ocasión de la declaratoria legal de internet como servicio público esencial y universal, se le asignó a dicho fondo

la competencia de financiar el desarrollo de líneas de crédito, fomento y fortalecimiento de los operadores que brinden acceso a internet fijo residencial minorista.

- Los *sandbox* son mecanismos importantes en el sector TIC que incentivan el desarrollo social, el crecimiento económico y la competitividad del país. Con los *sandbox* se busca que los operadores participen en proyectos de innovación sin que tengan que adaptar sus redes a todas las exigencias normativas, con el objeto de ampliar la oferta de servicios en beneficio de la población.
- La consulta previa es un derecho fundamental e irrenunciable que protege a los pueblos indígenas y tribales para decidir sobre proyectos a realizar en sus territorios, de manera que puedan proteger su integridad cultural, social y económica. La Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa, adscrita al Ministerio del Interior, es la máxima autoridad administrativa en materia de consulta previa, y con base en estudios cartográficos y geográficos establece si las actividades del proyecto, obra o actividad son susceptibles de generar afectaciones directas a comunidades de pueblos étnicos.
- La ley no considera expresamente el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones como una actividad sujeta a la obtención de licenciamiento ambiental. No obstante, la Ley 2 de 1959 estableció 7 zonas con carácter de “zonas forestales protectoras” y “bosques de interés general”, entre ellas la región de la Amazonía, que abarca todo el departamento.

En el marco del análisis de las alternativas técnicas para el cierre de la brecha de conectividad en el departamento del Amazonas, es relevante realizar una revisión del marco legal y regulatorio vigente para identificar: (i) si existen las condiciones regulatorias para el desarrollo de programas de conectividad en zonas rurales o de difícil acceso en donde la cobertura es deficiente y/o la población no cuenta con los recursos para acceder a un plan de acceso a internet; y (ii) si las excepciones, previstas en el régimen general, garantizan la efectividad de programas que eventualmente requieran de modelos de financiación

diferenciales para beneficiar a las comunidades con los servicios de conectividad.

Obligaciones jurídicas y económicas de los proveedores de internet

La provisión de redes y servicios de telecomunicaciones es un servicio público bajo la titularidad del Estado y se habilita de manera general con la inscripción en el Registro Único de TIC, con el cual se entiende surtida la habilitación general. Esta habilitación comprende la autorización para la instalación, ampliación, modificación, operación y explotación de redes para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, se suministren o no al público (Ley 1341 de 2009, artículo 10, modificado por artículo 7 de la Ley 1978 de 2019), en donde el MinTIC lleva el registro de las habilitaciones, autorizaciones y permisos para el uso de recursos escasos que se otorguen a los PRST (Ley 1341 de 2009, artículo 15).

La habilitación general (que no incluye el derecho al uso y explotación del espectro radioeléctrico) causa una contraprestación periódica a favor del FUTIC y la obligación de constitución de garantías. El valor de la contraprestación económica que deben pagar los PRST corresponde al 1,9 % de los ingresos brutos causados por la provisión de redes y/o servicios de telecomunicaciones, excluyendo terminales (Resolución MinTIC 290 de 2010, artículo 2), y cada PRST debe autoliquidar y pagar la respectiva contribución con periodicidad trimestral.

Los PRST deben garantizar el cumplimiento del pago del 100 % de las contraprestaciones periódicas derivadas de la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones, de los permisos para uso del espectro radioeléctrico, de la prestación de los servicios postales de pago y de las concesiones otorgadas para la prestación del servicio de radiodifusión sonora. Lo anterior, mediante la constitución de garantías que deberán ser tramitadas con entidades financieras que se encuentren bajo la inspección, vigilancia y control de la Superintendencia Financiera de Colombia y que deberán cubrir la vigencia del permiso, autorización, licencia o contrato hasta su vencimiento y un año más (Resolución MinTIC 917 de 2015).

Los PRST están obligados a pagar una contribución a favor de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) correspondiente a los costos del servicio de las actividades de regulación (Ley 1341 de 2009, artículo 24). Esta contribución se liquida sobre los ingresos brutos que obtengan los PRST en el año inmediatamente anterior por la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones, excluyendo terminales, y la tarifa no puede exceder el 0,15 %. Cada año la CRC, mediante acto administrativo, publica la tarifa aplicable a los ingresos brutos para la autoliquidación de la contribución económica, así como los plazos para el pago.

Espectro radioeléctrico

Los PRST que deseen usar redes inalámbricas de acceso a los usuarios deben solicitar permiso de uso del espectro radioeléctrico al MinTIC (Ley 1341 de 2009, artículo 11). El permiso será otorgado mediante mecanismos de selección objetiva vía convocatoria pública, usualmente mediante el mecanismo de subasta, y contendrá el monto de la respectiva contribución periódica con la exigencia de las garantías correspondientes (Ley 1341 de 2009, artículo 13). El permiso para el uso del espectro radioeléctrico tendrá un plazo definido inicial hasta de 20 años, el cual podrá renovarse a solicitud de parte por periodos de hasta 20 años adicionales (Ley 1341 de 2009, artículo 12).

El uso del espectro radioeléctrico obliga a los PRST a asegurar que los niveles de emisión de campos electromagnéticos de las estaciones radioeléctricas no excedan los límites máximos establecidos por la Agencia Nacional del Espectro (ANE). La normativa establece que la instalación de elementos de transmisión y recepción que por sus dimensiones y peso no necesita de obra civil no requiere de licencia de autorización de uso del suelo y debe contar con un análisis estructural para garantizar que la estructura soporte el peso de los elementos instalados, cumplir con las normas de protección de espacios y bienes del patrimonio cultural de la nación y contar con técnicas de mimetización (Resolución ANE 774 de 2018, artículo 14). Adicionalmente, los PRST se encuentran obligados a constituir pólizas de responsabilidad civil

extracontractual para efectos del amparo del riesgo de daños a terceros y bienes.

Los requisitos, trámites, contraprestaciones y obligaciones para el uso del espectro radioeléctrico que involucre tecnología satelital a través de estaciones se encuentran en la Resolución MinTIC 376 de 2022. De acuerdo con esta resolución, no es necesario realizar el registro como proveedor de capacidad satelital (Resolución MinTIC 376 de 2022, artículo 17). La resolución en mención modifica la fórmula para el cálculo de la contraprestación por uso del espectro, de tal manera que se reduce el costo que tenía previamente, debido a su eficiencia en términos de cobertura en zonas de difícil acceso y su potencial para el cierre de la brecha digital.

La contraprestación económica, con ocasión del otorgamiento o renovación del permiso para el uso del espectro radioeléctrico, podrá pagarse parcialmente, hasta un 90 % del monto total, mediante la ejecución de obligaciones de hacer (Ley 2294 de 2023). Este mecanismo será previamente autorizado por el MinTIC, para ampliar la calidad, capacidad y cobertura del servicio que beneficie a la población vulnerable, o en zonas apartadas, en escuelas públicas ubicadas en zonas rurales y otras instituciones oficiales como centros de salud y bibliotecas públicas, así como para prestar redes de emergencias. Las inversiones a realizar serán determinadas por el MinTIC y contarán con una supervisión o interventoría técnica, administrativa y financiera para garantizar la transparencia y el cumplimiento de las obligaciones de hacer. Los PRST deberán presentar un informe anual durante la vigencia del permiso ante la Dirección de Vigilancia y Control del MinTIC, con el avance de ejecución de sus obligaciones cuando estas comprendan proyectos de infraestructura tendientes a ampliar la cobertura y el desarrollo digital. Este es uno de los mecanismos más usados para lograr la conectividad de la población vulnerable en zonas rurales y/o de difícil acceso, en cumplimiento de los fines previstos en la Constitución Política (artículo 366).

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, ex-

Tabla II.1. Requisitos y trámites para el otorgamiento del permiso para el uso de espectro en segmento satelital

<p>El MinTIC da respuesta a las solicitudes de permiso de uso del espectro en un plazo de tres meses.</p> <p>La vigencia del permiso es de máximo 20 años, renovables por un término igual.</p>	
<p>Requisitos para el otorgamiento del espectro en segmentos satelitales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los interesados deben estar constituidos y domiciliados en Colombia. 2. No encontrarse incurso en inhabilidades, incompatibilidades o prohibiciones (art. 14 de la Ley 1341 de 2009). 3. El PRST debe estar inscrito en el Registro Único de TIC, pagar las contraprestaciones y constituir las garantías correspondientes. 4. Presentar el documento expedido por el operador satelital para el acceso a las frecuencias del segmento espacial. 5. Cuando se trate de satélites GEO, estos deben estar registrados en la Lista Andina Satelital. 6. Coordinar ante la UIT la inscripción del recurso orbital donde operarán los satélites. 	<p>Diligenciar los formatos técnicos de solicitud para los casos aplicables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una estación terrena con características particulares. • Un grupo de estaciones terrenas de baja potencia. • Un grupo de antenas que se enlazan a una constelación de satélites de órbita terrestre baja (LEO). • Una estación terrena de solo recepción. • Un grupo de estaciones terrenas en movimiento. <p>Valor anual de las contraprestaciones</p> <p>Es determinado por las características de las estaciones terrenas, particularmente la frecuencia y potencia máxima de operación (y no en función del ancho de banda). Una estación terrena paga entre COP 1,8 y COP 19,1 millones y todo un grupo de estaciones terrenas de características similares paga COP 6,2 millones, promoviendo con ello la masificación.</p>

Fuente: elaboración propia.

pedido mediante la Ley 2294 del 19 de mayo de 2023, establece 5 ejes de transformación: (i) ordenamiento del territorio alrededor del agua; (ii) seguridad humana y justicia social; (iii) derecho humano a la alimentación; (iv) transformación productiva, internacionalización y acción climática; y (v) convergencia regional (artículo 3).

Entre los habilitadores estructurales del eje de seguridad humana y justicia social se incluye una infraestructura física y digital para la vida y el buen vivir. En este contexto, establece: (i) las medidas que adelantará el MinTIC en el marco de la conectividad digital para cambiar vidas y orientadas a promover la conectividad digital como un generador de oportunidades de riqueza, igualdad y productividad (artículo 142); (ii) la responsabilidad del MinTIC de diseñar e implementar una estrategia encaminada a la democratización de las TIC y desarrollo de la tecnología y sociedad del conocimiento (artículo 143); (iii) las medidas a implementar por parte del MinTIC en el marco del fortalecimiento del sector TIC y de la promoción de la consolidación de la industria

TIC nacional (artículo 144); (iv) la modificación de la normatividad legal en materia de acceso a las TIC y despliegue de infraestructura (artículo 147); (v) el uso de infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones por parte de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (artículo 148) y (vi) consideraciones relativas a la contraprestación única a favor del fondo único de TIC (artículo 149).

En el marco de la conectividad digital para cambiar vidas (artículo 142), se señala que el MinTIC adelantará medidas para: (i) llevar conectividad a zonas apartadas y vulnerables; (ii) mejorar la calidad y cobertura de los servicios de telecomunicaciones (numeral 1); (iii) hacer del Internet y de las tecnologías digitales un instrumento de transformación social (numeral 2); desplegar infraestructura para la mejora de la conectividad mediante diversas tecnologías y mecanismos (numeral 3); (iv) promover la eliminación de barreras para el despliegue de redes (numeral 4); (v) llevar a cabo la asignación del espectro de manera que se maximice el bienestar social (numeral 5) y (vi) fortalecer a los pequeños prestadores de los servicios

de telecomunicaciones con el fin de aportar en el cierre de la brecha digital (numeral 6).

La Ley 2294 de 2023 del PND 2022-2026, en su artículo 140, contiene disposiciones orientadas a la masificación de las TIC en todo el territorio nacional. Para ello, aumentó el porcentaje de 60 % a 90 % de las contraprestaciones económicas que podrá pagar el PRST mediante la ejecución de obligaciones de hacer con ocasión del otorgamiento o renovación del permiso para la utilización del espectro radioeléctrico. Estos pagos mediante la ejecución de obligaciones de hacer serán previamente autorizados por el MinTIC.

La reglamentación de las obligaciones de hacer (Decreto MinTIC 825 de 2020) establece los criterios para la formulación, presentación, autorización, ejecución y cuantificación de la inversión, así como la verificación de las obligaciones de hacer como una forma de pago por el uso del espectro radioeléctrico. Igualmente, sistematiza la metodología y el procedimiento, así como los requisitos para ejecutar y cuantificar la inversión y la verificación de este tipo de obligaciones por parte del MinTIC, y los plazos y condiciones específicas para la ejecución de estos proyectos.⁷

Otro de los aspectos relevantes de la reglamentación es la creación de un banco de proyectos constituido por el MinTIC donde se incorporen las potenciales comunidades que podrán ser beneficiarias de las obligaciones de hacer, tanto de los proyectos formulados de oficio como de los presentados por los PRST. Adicionalmente, el banco de proyectos podrá contener información de otros proyectos ejecutados por el MinTIC, diferentes de los autorizados, para ser ejecutados como obligaciones de hacer. Actualmente, hay una propuesta modificatoria (MinTIC, 2023e) que busca actualizar los precios de inversión de los PRST móviles y reclasificar los municipios por tipo de acceso a los sitios en los que los PRST harán dichas inversiones. Estos ajustes buscan facilitar la implementación de un plan de conectividad integral

para el cierre de la brecha digital, la ampliación de la cobertura y una mejor calidad de los servicios que se prestan a los usuarios.

El Decreto 1419 de 2020 estableció las condiciones para la excepción del pago de las contraprestaciones periódicas a los operadores de televisión comunitaria que presten el servicio de acceso a internet. Con ello se motivaba a dichos operadores a invertir el dinero dejado de pagar en contraprestaciones periódicas en infraestructura para la ampliación de la cobertura y la masificación del internet. No obstante, aunque estas disposiciones contribuyen a la conectividad de comunidades de zonas geográficas remotas y poco atractivas para el sector privado, no se tienen estudios publicados del impacto de la medida.

Obligaciones regulatorias de los ISP

El Régimen de Protección de los Derechos de los Usuarios de Servicios de Comunicaciones (Resolución CRC 5050 de 2016, capítulo 1 del título II) establece algunas obligaciones para los proveedores de servicio de internet. Particularmente, contempla todo lo relacionado con los contratos de prestación de servicios, las reglas de compensación automática por indisponibilidad del servicio, el proceso de facturación, de atención de peticiones, quejas y reclamos (PQR) y los procesos de atención al usuario vía oficinas físicas, atención telefónica, atención vía web y redes sociales.

El Régimen de Calidad para los Servicios de Comunicaciones (Resolución CRC 5050 de 2016, capítulo 1 del título V) establece las obligaciones relacionadas con la prohibición de los PRST de limitar a los usuarios de internet el acceso a los contenidos. Se exceptúan aquellos que deben bloquearse por solicitud de una autoridad administrativa o judicial, con la implementación de procesos de gestión de seguridad de la información en las redes de telecomunicaciones y con la obligación de cumplir con indicadores de calidad del servicio y de disponibilidad de los elementos de la red.

⁷ Existe un proyecto de simplificación de la reglamentación de las obligaciones de hacer. Su finalidad es desarrollar la conectividad en las zonas de difícil acceso (MinTIC, 2023d).

La CRC (Resolución CRC 6755 de 2022), en cumplimiento de lo establecido por la Ley de Internet como servicio público esencial y universal (Ley 2108 de 2021), definió las condiciones regulatorias diferenciales para promover la conectividad a internet en zonas rurales, apartadas y de difícil acceso en Colombia. El paquete de medidas regulatorias diferenciales está dirigido a los PRST que tengan menos de 30.000 usuarios reportados en el Sistema de Información Integral del Sector de TIC (Colombia TIC) y que brinden acceso a internet fijo residencial minorista en las zonas rurales, apartadas y de difícil acceso.⁸

Las medidas diferenciales adoptadas modifican el Régimen de Protección de los Derechos de los Usuarios. Se permite que los proveedores de acceso fijo a internet atiendan las peticiones, quejas y reclamos (PQR) presentadas a través de la línea telefónica y sin contar con personal humano, cuando la totalidad de las interacciones en la línea telefónica sean digitalizadas. En caso de que el proveedor de acceso fijo a internet no haya desactivado la atención de PQR por página web y por redes sociales, podrá elegir uno de estos 2 medios para la atención de dichas PQR. La compensación automática, a la que tiene derecho el usuario por falta de disponibilidad del servicio debido a causas imputables al operador, deberá aplicarse si la indisponibilidad del servicio es superior a 7 horas continuas o interrumpidas dentro del mismo mes.

Existen otras excepciones (Resolución CRC 5321 de 2018)⁹ en el Régimen de Calidad para los Servicios de Comunicaciones con el objeto de incentivar el incremento de la penetración de servicios TIC. Dichas excepciones son aplicables para los servicios prestados en los municipios listados en el anexo 5.7 de la Resolución CRC 5050 de 2016, el cual contiene las 9 ANM del departamento del Amazonas.¹⁰ No hacen parte de la excepción los municipios de Leticia y Puerto Nariño, y consiste en la no obligación de cumplir con los indicadores de calidad y de disponibilidad del

servicio; en consecuencia, se exige al proveedor de la presentación de los planes de mejora.

La Ley 2294 de 2023, en su artículo 141, contempla medidas diferenciales para los proveedores de acceso a internet fijo que tengan menos de 30.000 accesos. Estas medidas consisten en la exención por 5 años del pago de la contraprestación periódica a favor del FUTIC y de la CRC. Fueron incorporadas en la Ley 2108 de 2021 para los proveedores de acceso a internet fijo residencial minorista que tengan menos de 30.000 accesos con corte al 31 de diciembre de 2020 y que presenten un plan de inversiones para la ampliación de la cobertura y/o para el mejoramiento de la calidad del servicio. El PND 2022-2026 amplía la fecha de corte al 31 de diciembre de 2023, no solo a los PRST, sino también a las personas naturales con la condición de que se incorporen en el registro único de TIC.

La carga regulatoria de un proveedor entrante de acceso fijo a internet es prácticamente igual a la que tienen los grandes proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones. Son mínimas (10 de 101) las condiciones regulatorias diferenciales que introdujo la CRC (Resolución CRC 6755 de 2022) en el Régimen de Protección de los Derechos de los Usuarios y a las excepciones (Resolución CRC 5321 de 2018) del Régimen de Calidad para los Servicios de Comunicaciones.

Infraestructuras y redes de soporte

Para la provisión del servicio de internet se requiere, por lo general, de ofertas mayoristas de infraestructuras soporte para el tendido de redes de fibra óptica y/o ofertas para el arrendamiento de capacidades para la transmisión de datos. Un ejemplo claro de estas infraestructuras soporte son las torres, postes y ductos que se usan en la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Una alternativa al tendido de redes de fibra óptica es el arrendamiento

8 Los municipios son Leticia, Puerto Nariño, El Encanto, La Chorrera, La Pedrera, La Victoria, Mirití-Paraná, Puerto Alegría, Puerto Arica, Puerto Santander y Tarapacá (Resolución CRC 5050 de 2016, anexo 2.10).

9 Modificada por la Resolución CRC 6890 de 2022.

10 El Encanto, La Chorrera, La Pedrera, La Victoria, Mirití-Paraná, Puerto Alegría, Puerto Arica, Puerto Santander y Tarapacá.

de una capacidad para la transmisión de datos, conocido como servicio portador, de otros PRST.

Respecto a las infraestructuras soporte para el tendido de redes de fibra óptica, la regulación define las condiciones de acceso, uso y remuneración mediante un único régimen,¹¹ el cual establece obligaciones de compartición al propietario de la infraestructura, sea cualquier persona natural o jurídica que tenga el control, la propiedad, la posesión, la tenencia, o que a cualquier título ejerza derechos sobre dichos bienes, que para los efectos se considera proveedor de infraestructura. Los elementos de la infraestructura que son susceptibles de compartición para el despliegue de redes y la prestación de servicios de telecomunicaciones y/o de televisión son los postes y los ductos de las redes de telecomunicaciones y de las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica. La regulación (Resolución CRC 5890 de 2020) establece que las partes son libres de negociar el valor de la contraprestación por el uso de la infraestructura; sin embargo, en ningún caso, dicho valor puede superar los toques tarifarios establecidos (Resolución CRC 5050 de 2016, artículos 4.10.3.2 y 4.11.2.1). La CRC publicó la Resolución 7120 de 2023 que unifica ambos regímenes, al igual que la metodología que establece las tarifas tope por el uso de la infraestructura (CRC, s. f.a).

La CRC encontró 34 municipios a nivel nacional, entre ellos Leticia, con niveles muy bajos de penetración del servicio de internet fijo debido a cuellos de botella en las redes de transporte que atienden dichos municipios. Con el objetivo de eliminar las barreras que producen la baja penetración, la CRC publicó un proyecto de resolución (CRC, s. f.b) que modifica el ámbito geográfico definido para el mercado mayorista portador, de nacional a municipal, para incluir en la lista de mercados relevantes susceptibles de regulación ex ante el mercado mayorista portador de cada uno de los 34 municipios con niveles bajos de penetración del servicio de internet fijo.

La ley (Ley 1341 de 2009, numeral 6 del artículo 4) fomenta el uso eficiente de la infraestructura y de los recursos escasos para el despliegue de las redes y el uso por parte de todos los ciudadanos.

La CRC es la entidad competente para acreditar que la normatividad de las entidades territoriales no presenta barreras al despliegue de infraestructura de telecomunicaciones. Con dicha acreditación, los alcaldes pueden solicitar al MinTIC que su municipio sea beneficiario de las obligaciones de hacer de los PRST. La CRC establece igualmente el procedimiento (Circular CRC 126 de 2019) para la expedición de las certificaciones donde se acredita que el municipio está libre de barreras.

El Código de Buenas Prácticas¹² para el Despliegue de Infraestructura es una guía técnica para las administraciones locales y para aquellos interesados en conocer los aspectos básicos de despliegue de infraestructura de redes de telecomunicaciones y las condiciones apropiadas para ello. Lo anterior, con el propósito de promover mejores condiciones para un despliegue organizado que apoye el desarrollo económico y social de los municipios, fomente su competitividad y favorezca la conectividad a través del acceso con calidad a los servicios TIC.

La Ley 2294 de 2023 estableció la creación de un procedimiento único en materia de despliegue de redes e infraestructura de telecomunicaciones en el territorio nacional (Ley 2294 de 2023, artículo 147) que será de obligatorio cumplimiento para las entidades territoriales. Lo anterior, con el propósito de garantizar el acceso de la población a los servicios públicos prestados sobre las redes e infraestructuras de telecomunicaciones, incluido el servicio de acceso a internet declarado como servicio público esencial, para lo cual es deber de la nación velar por el despliegue de la infraestructura de redes de telecomunicaciones en las entidades territoriales.

11 Capítulo 4.10 de la Resolución CRC 5050 de 2016, subrogado por la Resolución CRC 7120 de 2023. El artículo 148 de la Ley 2294 establece que los toques tarifarios por el uso de la infraestructura eléctrica no podrán ser superiores a los establecidos en la Resolución CRC 5050 de 2016.

12 Circular CRC 131 de 2020. La versión inicial corresponde a un trabajo conjunto entre la CRC, el MinTIC y la ANE, y fue publicada en la Circular CRC 121 de 2016.

Fuentes de financiamiento para el despliegue de infraestructura

Una de las funciones del FUTIC (Ley 1341 de 2009, artículo 34) consiste en financiar planes, programas y proyectos que faciliten el acceso y el servicio de todos los habitantes del territorio nacional a las TIC. El FUTIC es una posible de las posibles fuentes de financiamiento del proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas.

En el marco de la declaratoria legal de internet como servicio público esencial y universal, el FUTIC tiene la competencia de financiar el desarrollo de líneas de crédito, fomento y fortalecimiento de los PRST que brinden acceso a internet fijo residencial minorista y que tengan menos de 30.000 usuarios (Ley 2108 de 2021, artículo 9). El FUTIC establecerá los requisitos mínimos y las condiciones de financiación de proyectos de los PRST, para que estos puedan acceder a los recursos y garantizar la conectividad en todo el territorio nacional mediante su participación en las convocatorias del FUTIC.

El MinTIC publicó un proyecto de resolución (MinTIC, s. f.a) para reglamentar la asignación y ejecución de recursos del FUTIC, a través de convocatorias, para la financiación de programas que promuevan el acceso universal a los servicios TIC en zonas rurales y urbanas y prioricen a la población pobre y vulnerable, y mediante incentivos a la oferta o a la demanda.

Está en curso una modificación al Decreto Único Reglamentario del sector de las TIC, orientada a establecer las condiciones para la prestación del servicio de internet comunitario fijo. Este servicio está definido como el servicio público de acceso a internet fijo residencial minorista provisto sin ánimo de lucro por una comunidad organizada de conectivi-

dad.¹³ El Decreto Único Reglamentario del sector TIC será adicionado para establecer los requisitos, condiciones y prohibiciones para la provisión del servicio de internet comunitario fijo, y delega en el MinTIC y en la CRC el establecimiento del régimen de contraprestaciones y la contribución aplicable, así como los reportes de información que deben realizar los proveedores de dicho servicio y la evaluación de la necesidad de establecer condiciones de calidad y protección a los usuarios del servicio.

Como alternativas a la financiación para acceder a los servicios TIC, la ley (Ley 1753 de 2015, artículo 194)¹⁴ permite la elaboración de planes, programas y proyectos para que se otorguen subsidios a población de menores ingresos o en condiciones geográficas menos favorables, de acuerdo con lo previsto en la Constitución Política y en la ley (Constitución Política, artículos 365 y 366; Ley 1978 de 2019, artículo 22; Ley 2108 del 2021, artículo 11). Es así como el artículo 310 de la Ley 1955 de 2019 incorpora el modelo de subsidios tanto a la demanda como a la oferta y asigna la competencia al MinTIC como encargado del diseño de las políticas públicas en materia de conectividad. Esta entidad implementará iniciativas de estímulo a la oferta y a la demanda de servicios de telecomunicaciones en beneficio de la población pobre y vulnerable.

La Ley 2069 de 2020 incorpora algunos instrumentos nuevos para el financiamiento. Por ejemplo, las líneas de microcrédito e inclusión financiera por medio de distintas fuentes de financiación, ampliando su alcance al emprendimiento regional a través de la estrategia Cemprende y de los fondos territoriales. La ley pretende la reducción de cargas y trámites para los emprendedores del país al facilitar la creación y formalización de sus empresas y permitirles contar con alternativas económicas para su desarrollo, sin que recurran a otros modelos de financiación.

13 “Se entiende por comunidad organizada de conectividad la persona jurídica de naturaleza pública o privada sin ánimo de lucro, integrada por personas naturales que estén unidas por lazos de vecindad y colaboración mutuos, cumpliendo con fines cívicos, cooperativos, solidarios, académicos, ecológicos, educativos, recreativos, culturales o institucionales, y que pueden pertenecer a pueblos, organizaciones, comunidades o grupos étnicos”. Ver artículo 1 del proyecto de modificación del Decreto Único Reglamentarios del sector de las TIC (MinTIC, s. f.b).

14 Artículo modificado por el artículo 310 de la Ley 1955 de 2019 (PND 2018-2022).

Sandbox. Modelos de innovación regulatoria

Los *sandbox* son mecanismos importantes en el sector TIC que incentivan el desarrollo social, el crecimiento económico y la competitividad del país. Los *sandbox* se caracterizan por la incorporación de reglas diferenciales en un ambiente controlado. Su objetivo es identificar si la innovación que se pone a prueba da solución a una situación concreta y sirve como herramienta para la obtención de datos y conocimiento del sector (Ortiz Laverde, 2021), tanto por el agente que ejecuta el proyecto experimental como por las autoridades, especialmente la CRC, entidad que diseñó el primer *sandbox* (Resolución CRC 5980 de 2020). Existen además otros dos *sandbox* creados en virtud de la Ley de Emprendimiento (Ley 2069 de 2020), el primero de ellos en cabeza del MinTIC y el segundo, un “*Sandbox* regulatorio sectorial” liderado por el MinTIC, la CRC y la ANE (Decreto 1448 de 2022), este último de carácter transversal.

Con los *sandbox* se busca que los PRST participen en proyectos de innovación sin tener que adaptar sus redes a todas las exigencias normativas. La finalidad es la búsqueda de nuevos productos y servicios que beneficien a los usuarios, que promuevan la innovación y la priorización del acceso y uso de las TIC en todo el territorio nacional, así como la generación de nuevos proyectos en zonas de baja cobertura en conectividad y de difícil acceso.

La consulta previa y permisos para el despliegue de redes de telecomunicaciones

La consulta previa es un derecho fundamental e irrenunciable que protege a los pueblos indígenas y tribales para decidir sobre proyectos a realizar en sus territorios, de manera que puedan proteger su integridad cultural, social y económica (Corte Constitucional, Sentencia de Unificación SU-123 de 2018). Es un proceso intercultural de diálogo en el que el Estado debe procurar reducir las desigualdades

fácticas de poder que puedan tener los pueblos étnicos. El objetivo es lograr el consentimiento con las comunidades étnicas sobre las medidas que las afecten.

La Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa (ANCP), adscrita al Ministerio del Interior, es la máxima autoridad administrativa en materia de consulta previa. Con base en estudios cartográficos y geográficos, la autoridad establece si las actividades del proyecto, obra o actividad son susceptibles de generar afectaciones directas a comunidades de pueblos étnicos. Es así como el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones está sometido al deber de consulta previa con comunidades étnicas si la ANCP encuentra evidencia razonable¹⁵ que indique la posibilidad de que dicho despliegue cause afectaciones directas a comunidades étnicas. En el proceso de solicitud de la procedencia o no de la consulta previa para determinado proyecto, obra o actividad, los ejecutores o responsables tienen la posibilidad de aportar elementos de juicio probatorios que den cuenta del contexto geográfico de su proyecto, con miras a acreditar, en la medida de lo posible, la inexistencia de afectaciones directas a comunidades étnicas.

La Ley 2294 de 2023, en su artículo 356, incorpora el carácter vinculante que tienen los acuerdos de la consulta previa con los pueblos indígenas y precisa que los compromisos que se adquieran por parte de las entidades deberán contar con los recursos para su cumplimiento, conforme al gasto de mediano plazo. Lo anterior, en el marco de los escenarios de diálogo y concertación con las comunidades negras, afrocolombianos, raizales, pueblo Rrom y pueblos y comunidades indígenas a través de su política indígena.

La ley no considera expresamente el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones como una actividad sujeta a la obtención de licenciamiento ambiental, pues no se encuentra ta-

15 La determinación de procedencia o no de consulta previa se genera a partir del análisis cartográfico y geográfico de dos escenarios: (i) el contexto geográfico en el cual se desarrollan las actividades del proyecto, obra o actividad; y (ii) el contexto geográfico en el cual una determinada comunidad étnica desarrolla sus prácticas sociales, económicas, ambientales y/o culturales que constituyen la base de su cohesión social. Si los dos escenarios coinciden en un mismo espacio geográfico, se determina la procedencia de consulta previa, en razón a que la comunidad étnica puede ser susceptible de posibles afectaciones directas derivadas de la ejecución de las actividades del proyecto (Resolución ST-1008 de 2021 de la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa).

xativamente enunciado en los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.

La Ley 2 de 1959 estableció 7 zonas con carácter de “zonas forestales protectoras” y “bosques de interés general”, entre ellas la región de la Amazonía, que abarca todo el departamento. En estas zonas de reserva forestal se pueden instalar torres para antenas de telecomunicaciones sin necesidad de efectuar la sustracción del área, siempre y cuando no requiera apertura de vías o accesos (Resolución 1274 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). En este caso, se deberá presentar la respectiva solicitud de sustracción del área de reserva forestal ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y en caso de que el proyecto requiera hacer uso de otros recursos naturales, se deberá previamente solicitar ante la autoridad ambiental competente los respectivos permisos para la utilización de dichos recursos.¹⁶

Experiencias internacionales

El Programa Wi-Fi de Brasil ofrece acceso gratuito a internet a las poblaciones vulnerables y remotas, especialmente en la Región Amazónica, y fue diseñado para incentivar el emprendimiento, el turismo y la transformación digital. El programa ha instalado más de 21.300 puntos de internet gratuitos a través de conexiones terrestres y satelitales en todo el país, especialmente en escuelas, asentamientos, centros de salud y comunidades indígenas, y ha beneficiado con ello a más de 11 millones de brasileños en cerca de 3.200 municipios. El programa es llevado a cabo por el Ministerio de Comunicaciones de Brasil en asociación con Telebras y ha generado diversos beneficios, como el fortalecimiento de la cultura, la identidad local y el impulso del desarrollo económico mediante el emprendimiento, el turismo y el comercio electrónico en las zonas rurales y remotas (Ministerio de las Comunicaciones de Brasil, 2022).

El programa Norte Conectado de Brasil busca expandir la infraestructura de internet en la región amazónica y es una colaboración entre los po-

deres ejecutivo, legislativo y judicial del Gobierno federal, lo que demuestra un esfuerzo coordinado para lograr sus objetivos. El objetivo es conectar 59 municipios en 6 estados de la región Norte, beneficiando a más de 9 millones de personas, e incluye la construcción de 10.000 kilómetros de infraestructura de fibra óptica en cauces que conectan la región y la instalación de puntos de acceso a internet satelital (Ministerio de las Comunicaciones de Brasil, s. f.).

El Programa Amazonia Integrada y Sustentable es una iniciativa del Gobierno brasileño que busca promover el desarrollo socioeconómico y ambiental de la región amazónica mediante el uso de infraestructura digital y física. Este programa tiene como objetivo integrar los 9 estados que componen la Amazonía: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins y parte de Maranhão. Para ello, se propone implementar una red de fibra óptica subfluvial que conecte las principales ciudades y comunidades ribereñas de la región, así como mejorar las vías fluviales y terrestres para facilitar el transporte de personas y mercancías (RNP, s. f.).

El Programa Internet para Todos (IpT) es una iniciativa colaborativa creada por Telefónica del Perú, Facebook (Meta), BID Invest y CAF para democratizar el acceso al internet en Latinoamérica y Perú. Internet para Todos es un operador de infraestructura móvil rural neutral. Esto significa que IpT no es una empresa que brinda servicios directamente a los usuarios finales, sino que se encarga de proveer infraestructura de telecomunicaciones a otras empresas proveedoras de servicios móviles, como Movistar, Claro y Entel. De esta manera, los operadores móviles pueden utilizar la infraestructura de IpT para ofrecer servicios móviles en las áreas rurales en las que la infraestructura de telecomunicaciones es limitada o inexistente. El programa ha llevado conectividad a las zonas rurales del Perú, con lo que ha beneficiado a más de 3,3 millones de personas y ha logrado expandir la cobertura 4G a más de 16.500 centros poblados. Una de las innovaciones de este programa es el uso de la tecnología de espacios en blanco, que consiste en el ac-

16 Ver Resoluciones 0716 y 1003 de 2016 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

ceso a las frecuencias de los canales de televisión que no están siendo utilizados, lo cual permite despliegues rápidos con bajos costos y largo alcance (CAF, 2019).

El Programa Nacional de Telecomunicaciones (Pronatel) es una entidad del Gobierno de Perú que tiene como objetivo principal promover el acceso a los servicios de telecomunicaciones en todo el territorio nacional, con especial atención a las zonas rurales y de difícil acceso. Una de las funciones principales de Pronatel es la elaboración de políticas, estrategias y planes para el desarrollo de las telecomunicaciones en Perú, además de ser responsable de la promoción de la inversión privada en el sector de las telecomunicaciones y de la supervisión de la calidad de los servicios de telecomunicaciones que se brindan en el país. Pronatel se encarga de la gestión de los fondos destinados a la construcción y mantenimiento de infraestructura de telecomunicaciones en zonas rurales y alejadas, a través del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones, fondo público que financia proyectos de conectividad en zonas rurales y aisladas del Perú mediante subastas al menor subsidio (Gobierno del Perú, s. f.).

Conectando Comunidades es un proyecto del Ecuador que busca reducir la brecha digital mediante acciones coordinadas entre el Gobierno central y los gobiernos autónomos descentralizados para viabilizar la provisión del internet en zonas desatendidas del país. El proyecto entrega puntos wifi en zonas rurales que permiten el acceso a educación, salud, medicina y trámites en línea, con lo que impulsa la economía popular y solidaria. Hasta diciembre del 2020, se habían instalado más de 500 puntos wifi a nivel nacional (Gobierno de Ecuador, s. f.a).

El Gobierno ecuatoriano lanzó en noviembre del 2019 el programa Internet para Todos, con el objetivo de ampliar la cobertura y calidad del servicio de internet en las zonas rurales y marginales del país. El programa busca contribuir a reducir la brecha digital y generar un nuevo modelo econó-

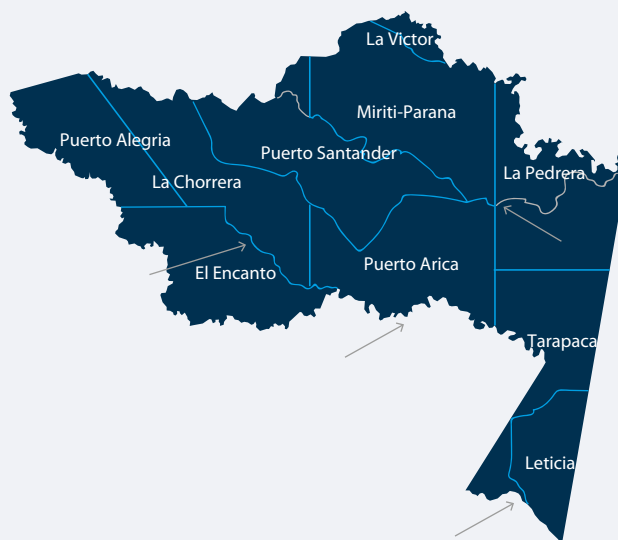
mico y social basado en la economía digital. El programa contempla 3 ejes principales: infraestructura, inclusión y regulación (Gobierno del Ecuador, s. f.b): (i) Infraestructura, para dotar al país con tecnología 3G y 4G en todas las parroquias rurales y activar más de 1.400 puntos de wifi gratuito en espacios públicos como escuelas, centros de salud y plazas; (ii) inclusión, para promover el acceso a dispositivos móviles inteligentes a precios accesibles para las personas de bajos recursos e impulsar programas de capacitación y alfabetización digital para diversos sectores sociales; y (iii) regulación, para crear un marco legal que garantice la competencia leal entre los operadores del sector telecomunicaciones, la protección de los derechos de los usuarios y el fomento del uso responsable y seguro del internet.

B. El departamento del Amazonas

Descripción sociodemográfica y características económicas

El departamento del Amazonas, con una superficie de 109.665 km², está densamente cubierto de selva y cruzado por ríos largos y caudalosos que son tributarios del río Amazonas. Su territorio presenta numerosas lagunas y zonas pantanosas. El departamento consiste principalmente en una extensa llanura que tiene varios relieves de poca altura. Además del Amazonas, otros ríos del departamento son: Caquetá, el principal tributario del Amazonas; Putumayo, que marca el límite con Perú; Apaporis, que marca el límite septentrional con el departamento del Vaupés.

Amazonas tiene 2 municipios (Leticia y Puerto Nariño) y 9 ANM (Tarapacá, Puerto Arica, El Encanto, Puerto Alegría, La Chorrera, Puerto Santander, La Pedrera, Mirití-Paraná y La Victoria) (ver figura 11). Las cabeceras municipales y ANM se encuentran sobre los ríos, que son las principales vías de comunicación en la región.

Figura 11. Mapas políticos del departamento del Amazonas

Fuente: MapInfo (2023).

El departamento del Amazonas tiene 2 cabeceras municipales,¹⁷ 8 centros poblados¹⁸ en las ANM,¹⁹ 48 centros poblados repartidos entre los municipios de Leticia y Puerto Nariño y un estimado de 101 núcleos rurales.²⁰ Con base en el análisis de la información disponible del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 del DANE e información cartográfica especializada, se estiman alrededor de 159 localidades en el departamento del Amazonas entre las categorías de cabeceras municipales (2), centros poblados rurales (56) y núcleos rurales (101). El 76 % de la población se concentra en la ribera del río Amazonas, en los municipios de Leticia y Puerto Nariño (ver figura 12).

El territorio perteneciente al departamento del Amazonas está ampliamente cubierto por zonas de

reserva ambiental y resguardos indígenas (ver figura 13). Dentro del departamento hay 4 parques naturales nacionales que cubren alrededor de un cuarto del territorio: (i) Amacayacu; (ii) Cahuinarí; (iii) Río Puré; y (iv) Yaigojé Apaporis. Adicionalmente, hay 26 resguardos indígenas en el departamento y la mayor parte de las zonas rurales están dentro de estos. El departamento del Amazonas es uno de los departamentos con mayor proporción de población indígena en el país. En el CNPV llevado a cabo en 2018 se identificó una población indígena de 38.130 personas, lo que representa el 49,8 % de la población censada. El 47,1 % de la población indígena vive en los resguardos indígenas, un 29,1 % en las cabeceras municipales y un 23,8 % en el resto del territorio municipal (DANE, 2018).

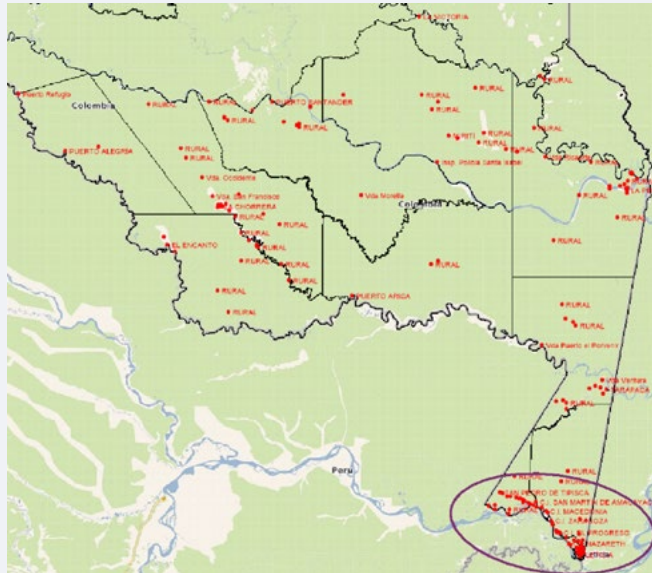
17 Cabecera municipal (CM): área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo Municipal. Corresponde al lugar en donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

18 Centro poblado (CP): un concepto creado por el DANE para fines estadísticos de localización geográfica de núcleos de población. El DANE, en el Manual de conceptos CNPV 2018, lo define como una concentración de mínimo 20 viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un área no municipalizada. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales.

19 Área no municipalizada (ANM): una división del departamento que incluye un núcleo de población. Las ANM departamentales no forman parte de un determinado municipio.

20 Para los fines de este estudio, se identifican con el nombre de “núcleos rurales” a aquellas áreas rurales denominadas caseríos, veredas o inspecciones de policía que concentran más de 5 viviendas en un área de 1 km², de acuerdo con la grilla elaborada por el DANE con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018.

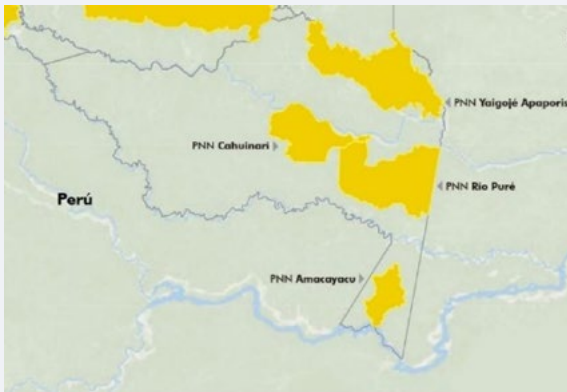
Figura 12. Cabeceras municipales, centros poblados y localidades del Amazonas



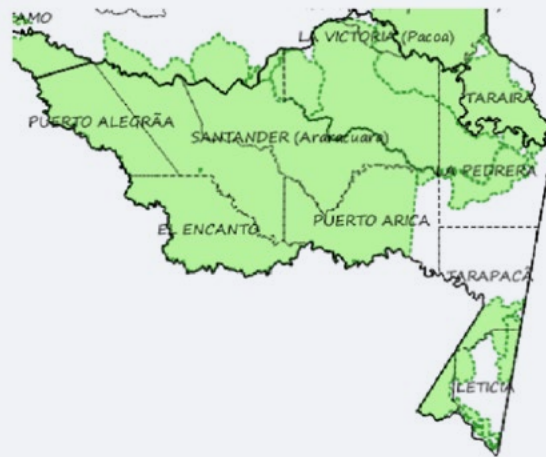
Fuente: elaboración propia.²¹

Figura 13. Parques nacionales y resguardos indígenas en el departamento del Amazonas

Parques nacionales



Resguardos indígenas



Fuente: Parques Nacionales de Colombia (2023) (izq.) y DANE (2022a) (der.).

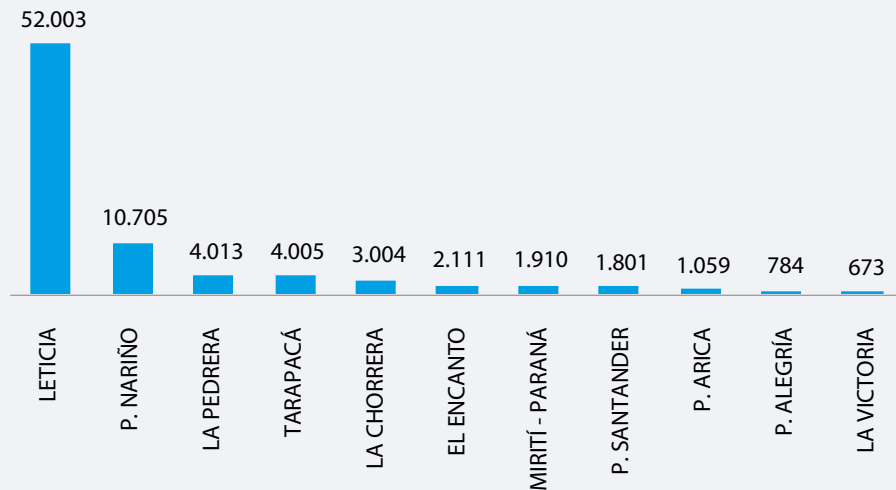
21 El mapa fue elaborado haciendo uso de la herramienta MapInfo. Se tomó como punto de partida la grilla de 1 km² del CNPV 2018 (DANE) para identificar las zonas habitadas dentro del departamento. Dicha información fue revisada junto con cartografía de OpenStreet Map WMS y NASA Earth Observation (NEO) WMS de 2023 disponible en la herramienta.

A 2022, el departamento del Amazonas tenía una población estimada de 82.068 personas, el 0,2 % de la población de Colombia. De esta población, el 63 % reside en Leticia, el 13 % en Puerto Nariño y el 24 % restante en las 9 ANM (ver figura 14). Fuera de Leticia y Puerto Nariño hay poca población, las

ANM tienen una población que varía entre 673 y 4.013 habitantes entre sus centros poblados y áreas rurales (DANE, 2022c).

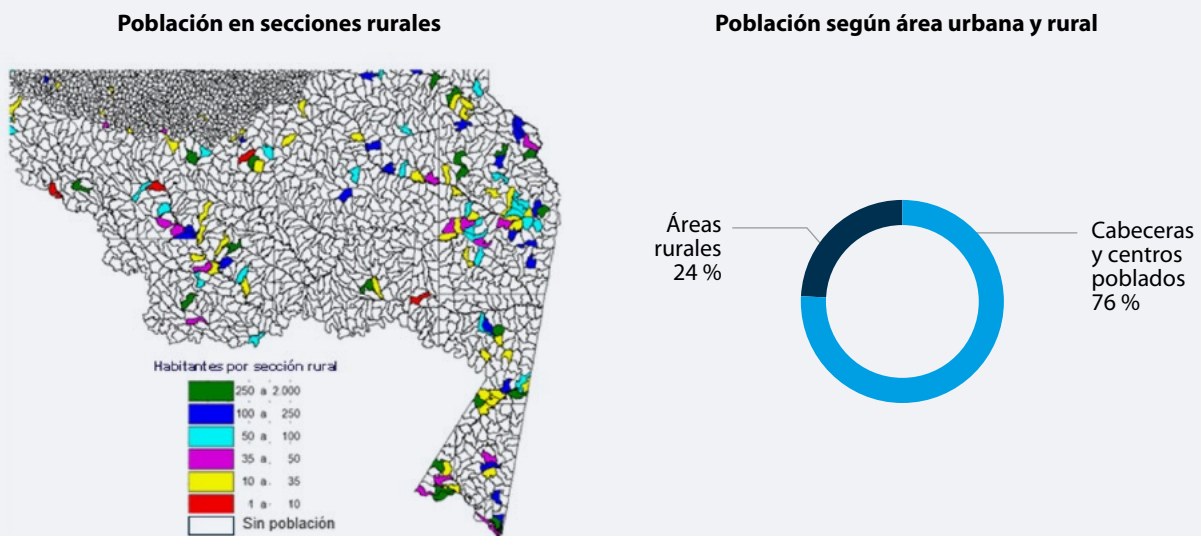
El 76 % de la población vive en las cabeceras y centros poblados, mientras que el 24 % restante vive en áreas rurales (DANE, 2018) (ver figura 15).

Figura 14. Población por municipio en el Amazonas en 2022 (en cantidad de habitantes)



Fuente: DANE (2022c).

Figura 15. Población en secciones rurales y según área urbana y rural en el Amazonas (2018, en %)

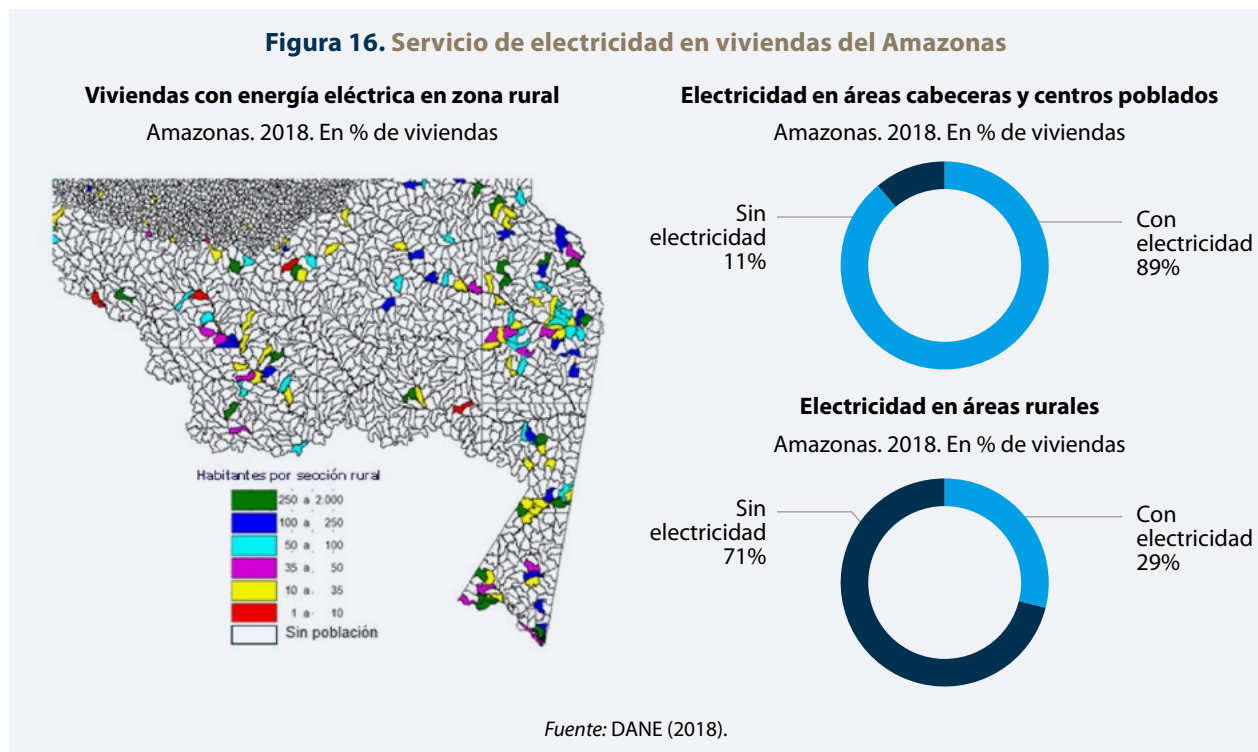


Fuente: DANE (2018).

Hay un total de 20.290 viviendas. 15.922 viviendas en cabeceras y centros poblados y 4.368 en zonas rurales.²² En las cabeceras y centros poblados, la cantidad promedio de personas por vivienda asciende a 3,9 y en las secciones rurales, a 4,4 (DANE, 2018).

En las áreas rurales solo el 29 % de las viviendas tenía electricidad en 2018 (ver figura 16). En

las cabeceras municipales y centros poblados del departamento del Amazonas, el 89 % de las viviendas tiene electricidad.²³ De las viviendas con electricidad en cabeceras municipales y centros poblados, el 82 % pertenece a los estratos 1 y 2. En áreas rurales, el 90 % de las viviendas con electricidad corresponden a los estratos 1 y 2 (DANE, 2018).



El departamento del Amazonas está afectado por una alta incidencia de eventos naturales que afecta a las personas y viviendas. El 16 % de los hogares del departamento fueron afectados por inundaciones, desbordamientos, crecientes o arroyos en los 12 meses previos al relevamiento (DANE, 2022a).

En términos de educación formal, el departamento del Amazonas está por encima de la media nacional. El 89,9 % de los adolescentes entre 15 y 16 años asisten a un establecimiento educativo formal,

mayor que el 88 % del promedio nacional. A nivel nacional, el mejor indicador lo tiene el Distrito Capital de Bogotá, con un 95,5 %, y el menor, el departamento de Vichada, con el 59,9 %.

El departamento del Amazonas es uno de los departamentos con mayor nivel de pobreza. La incidencia de pobreza multidimensional²⁴ era del 25,7 % en Amazonas en 2021, alrededor de 10 puntos más alto que el total nacional de 16 % (ver figura 17). En 2019 era el sexto departamento con mayor

22 Este dato se obtiene al extrapolar los datos del CNPV 2018 a la población estimada a 2022.

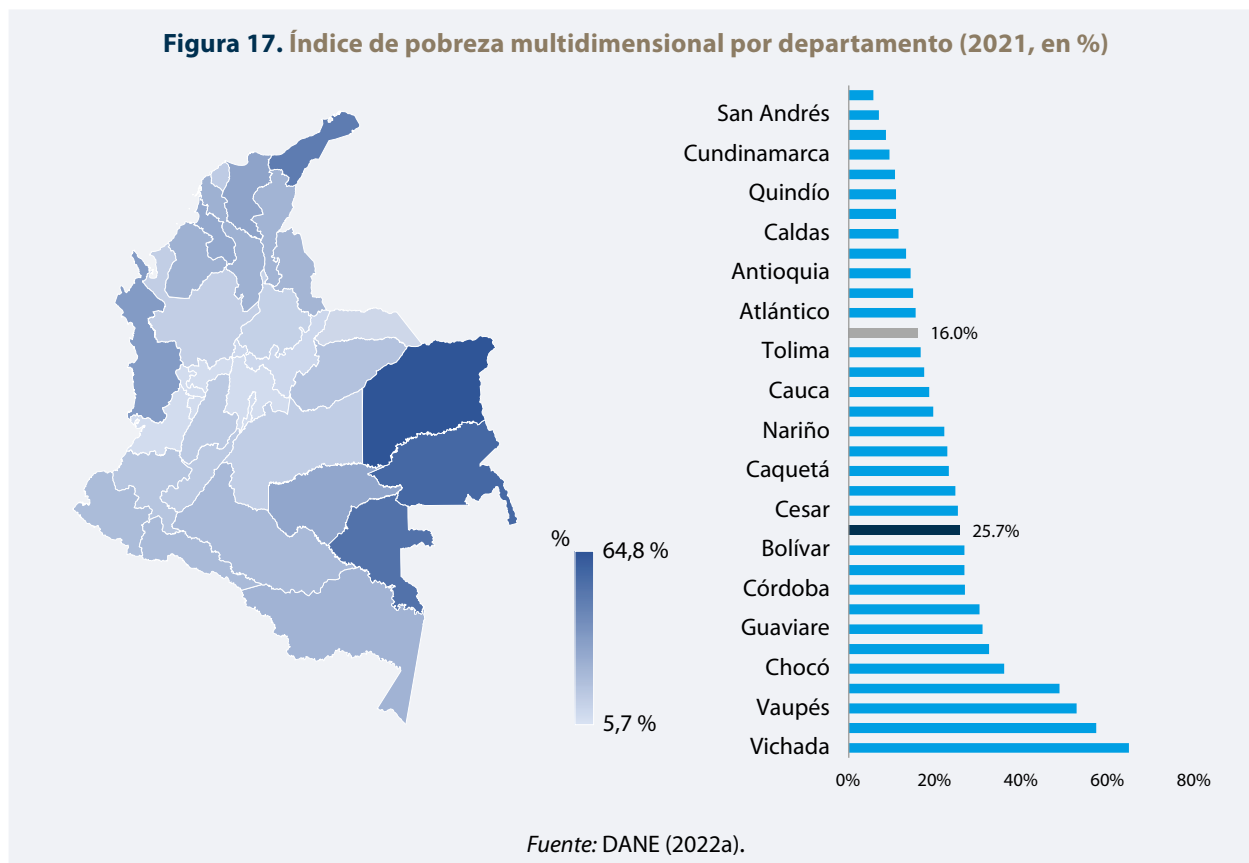
23 No incluye las viviendas del CNPV 2018 donde no se respondió a esta pregunta, es decir, no incluye las viviendas en las que esta variable figura como “sin información”.

24 El índice de pobreza multidimensional en Colombia está compuesto por las siguientes dimensiones: (i) condiciones educativas; (ii) condiciones de la niñez y juventud; (iii) trabajo; (iv) salud; y (v) condiciones de la vivienda y servicios públicos.

nivel de pobreza multidimensional, detrás de Vichada, Guainía, Vaupés, La Guajira y Chocó. Sin embargo, en la medición de 2021 la incidencia bajó 9,9 puntos porcentuales comparado con 2019, pasó a ser el 12.º departamento con mayor nivel de pobreza multidimensional. Cuando se analiza la pobreza multidimensional en el interior del departamento, los municipios

que limitan contra los ríos Amazonas y Putumayo (Leticia, Puerto Nariño, El Encanto, Puerto Alegría y Puerto Arica) son los que tienen menor incidencia de pobreza multidimensional, mientras que el resto de las ANM (La Pedrera, La Victoria y Mirití-Paraná, La Chorrera y Puerto Santander) son los que tienen mayor nivel de pobreza multidimensional.²⁵

Figura 17. Índice de pobreza multidimensional por departamento (2021, en %)



El producto interno bruto (PIB) a precios corrientes del departamento del Amazonas fue de USD 235 millones en 2021, lo que representa el 0,07 % del PIB del país. El PIB per cápita fue de USD 2.923 (MinCIT, 2022), cerca de la mitad del PIB per cápita promedio de Colombia, de USD 6.104 (Banco Mundial, 2023).

La actividad económica está concentrada en los municipios de Leticia y Puerto Nariño. Leticia representa el 73,9 % del valor agregado municipal y

Puerto Nariño representa el 14,7 %, por lo que estos 2 municipios en los que vive el 76 % de la población representan el 88,6 % del valor agregado departamental.

Programas públicos de conectividad

El Gobierno colombiano ha diseñado programas públicos de conectividad para proveer red de transporte en todo el territorio nacional y para llevar acceso a internet a usuarios finales. Por me-

25 Cabe aclarar que el índice de pobreza multidimensional es calculado con base en el CNPV 2018, por lo que no es directamente comparable con el dato departamental 2021, ya que el departamento redujo su índice en los últimos años.

dio del Proyecto Nacional de Fibra Óptica Nacional se logró la conexión con fibra óptica de 1.075 municipios del país. Como complemento a la red nacional de fibra óptica, para lograr conexión terrestre del 100 % de los municipios se puso en marcha el Proyecto Nacional de Conectividad Alta Velocidad (PNCV) con el fin de llegar, mediante una red de microondas, a 28 municipios y 19 ANM, dentro de los cuales se encuentran los 2 municipios y las 9 ANM que conforman el departamento del Amazonas. Actualmente, la red del PNCV está en operación en los 2 municipios del departamento y en 5 de las ANM.

El Proyecto Nacional de Fibra Óptica (PNFO) y del PNCV incluyen en su alcance proveer servicio de acceso a internet a entidades educativas y de gobierno, así como a kioscos y puntos del Plan Vive Digital y a zonas wifi. Para el departamento del Amazonas se provee conexión en 182 puntos y en 443 hogares. Lo anterior se complementa con el proyecto Centros Digitales, que tiene prevista la instalación de 35 centros en el departamento, los cuales se caracterizan por proveer acceso a internet en el interior de una sala de cómputo y en la zona exterior aledaña mediante conectividad wifi.

El PNFO, en ejecución del contrato de aporte celebrado en 2011 entre Azteca Comunicaciones Colombia y el FUTIC, llevó nodos de conexión a cabeceras de 788 municipios y acceso a internet a 2.000 instituciones públicas, con lo cual la cantidad de municipios con conexión a fibra óptica en Colombia llegó a 1.075, de un total de 1.102 municipios y 18 ANM.²⁶ El alcance del contrato de aporte incluye la operación en cada municipio por un periodo de 15 años que se cumplen entre 2028 y 2031 (MinTIC, 2023b), según la fecha de entrada en operación en cada municipio.

Caracterización del mercado

La cobertura móvil 4G alcanza el 34 % de los centros poblados, siendo Claro y Tigo los operadores que concentran la mayor parte de la cobertura. La cobertura de 4G alcanza a 20 centros poblados del departamento del Amazonas: 13 de Leticia, 6 de Puerto Nariño y 1 de Tarapacá. La cobertura 3G alcanza a 29 centros poblados: 12 de Leticia, 8 de Puerto Nariño y 9 de cada una de las cabeceras de las 9 ANM. La cobertura de 2G alcanza a 43 centros poblados. Claro ofrece cobertura 4G en 20 centros poblados, Tigo en 10 y Movistar, Avantel y WOM solo en Leticia (MinTIC, 2023a).

El 67 % de la población del departamento tiene cobertura 4G y 49 % de esa población cubierta tiene líneas con internet móvil 4G. La suma de la población de las cabeceras municipales, centros poblados y núcleos rurales que tienen cobertura 4G es de 55.342 personas, lo que representa el 67 % de la población del departamento²⁷ –33 % de la población queda sin cobertura 4G. Por otro lado, se puede estimar un total de 27.100 líneas con internet móvil 4G.²⁸

Los operadores móviles ofrecen en el departamento del Amazonas los mismos servicios (telefonía e internet móvil) que ofrecen en el resto del país, con precios para paquetes de datos desde USD 5,80. El servicio pospago de voz y datos más económico de Claro incluye 60 GB y minutos ilimitados por COP 55.900. Tigo ofrece 40 GB y minutos ilimitados por COP 38.500. El servicio pospago de datos más económico de Claro incluye 60 GB por COP 50.900. El paquete prepago de voz y datos más económico de Claro para 30 días incluye 9 GB y minutos ilimitados por COP 31.000. Tigo ofrece 20 GB y minutos ilimitados, equivalente a 30 días, por COP 40.000. El paquete prepago de datos de Claro, equivalente a 30 días, incluye 8 GB y tiene un valor de COP 28.000.

26 Cantidades totales de municipios y de ANM publicadas por el DANE (2023b), vigentes a 30 de junio de 2023.

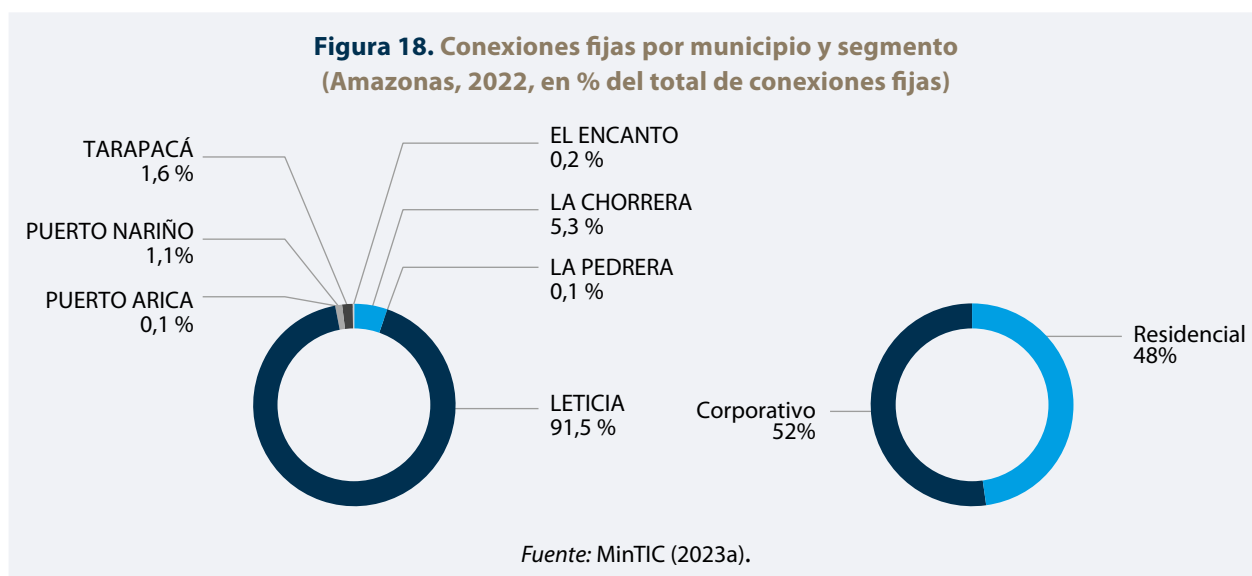
27 Estimación con base en información de: (i) cobertura brindada por los operadores; (ii) el Boletín trimestral de las TIC del tercer trimestre de 2022 (MinTIC, 2023); (iii) ejercicio de cobertura con base en el reporte de radiobases; (iv) datos de población del CNPV 2018, ajustado por la estimación de población 2022 de DANE.

28 Información provista por MinTIC en el marco de este estudio, bajo la identificación de líneas de servicio estimadas por municipios para servicios móviles, con base en reportes de los operadores conforme a lo dispuesto en la Resolución CRC 175 de 2021.

El modelo de negocios de los operadores móviles en el departamento del Amazonas obedece a obligaciones de cobertura más que a la rentabilidad que genera. Los operadores tienen obligaciones de cobertura derivadas de las subastas de 2014 y 2019. De la subasta de 2019 tienen la obligación de cubrir 39 centros poblados, de los cuales 19 están cubiertos, 14 tienen 2023 y otros 6 2025 como fechas límites. En las entrevistas²⁹ con los operadores se destacaron aspectos que elevan considerablemente los costos, comparado con la operación en otras partes del país: un *backhaul* microondas terrestre costoso (USD 183/Mbps/mes); la necesidad de un *backhaul* satelital complementario, debido a las interrupciones del servicio terrestre, con sus impactos en Capex y Opex; y los mayores costos de montaje y mantenimiento de los sitios por las dificultades de acceso. Igualmente, los

operadores resaltaron que el problema también es que hay pocos usuarios por sitio, lo que limita la expansión voluntaria fuera de Leticia.

Se reportan solo 1.310 conexiones a internet fijo en Amazonas, el 91,5 % de estas se concentran en Leticia y el 52 % son usuarios corporativos (ver figura 18). Leticia registra 1.199 conexiones, Puerto Nariño 15, Tarapacá 21, La Chorrera 70, El Encanto 3, La Pedrera 1 y Puerto Arica 1. Si bien este es el dato oficial que reportan los operadores, hay otros ISP locales que no reportan información. El 52 % de los usuarios corresponde al segmento corporativo y el 48 %, al segmento residencial. Si bien los usuarios más potenciales son los residenciales, la asequibilidad de los servicios hace que haya una mayor adopción por parte de los usuarios corporativos (MinTIC, 2023a).



Aunque cerca del 50 % de las viviendas están en localidades donde llega el *backhaul* de internet fijo terrestre, solo se reportan conexiones fijas para el 5 % de las viviendas en localidades cubiertas. En el municipio de Leticia y en las ANM de Tarapacá, La

Chorrera, El Encanto y Puerto Arica se reportan 625 conexiones a internet fijo residencial³⁰ que no son satelitales, principalmente de Andired (MinTIC, 2023a). La población de las cabeceras de los municipios y las ANM donde hay cobertura de internet fijo suma

29 Como parte de la preparación de este documento, entre febrero y junio de 2023 se realizaron entrevistas a operadores móviles, satelitales y microondas e ISP locales que operan en el departamento del Amazonas, con el objetivo de profundizar sobre la conectividad en el departamento, las barreras para incrementarla y sus modelos de negocio. La información relevante no confidencial y las conclusiones de esta ronda de consultas se incluyen a lo largo del documento cuando se hace referencia a las entrevistas.

30 Cabe aclarar que esta estimación es con base en lo reportado por los operadores para el tercer trimestre de 2022. Sin embargo, de las entrevistas realizadas con ISP locales se identifica que hay conexiones no contabilizadas en este número, por lo que la proporción podría ser algo mayor.

43.353 personas y 11.919 viviendas.³¹ Así, en las localidades cubiertas con internet fijo solo el 5 % de las viviendas tiene conexión de internet fijo.

Hay 14 operadores que reportan alguna conexión fija en 2022, de los cuales solo 6 cuentan con más de 5 suscriptores; otros accesos a internet se dan a través de ISP locales o soluciones vecinales que no realizan ningún tipo de reporte. Los ISP con mayor cantidad de usuarios reportados son Andired, Skynet y Movistar.³² Se realizaron una serie de entrevistas con los principales operadores minoristas y mayoristas, de estas entrevistas se interpreta que los operadores que tienen menos de una decena de clientes solo prestan algún tipo de solución a clientes grandes a nivel nacional que tienen presencia en el departamento del Amazonas. También existen otros 6 operadores inscritos en el registro TIC que tienen base en Leticia y no reportaron usuarios: Conéctate, Starclick, Digital 91, Letkom, Comercializadora JAB y Workings AT.

Las tecnologías dominantes de internet fijo son satelital y WiMAX. De acuerdo con lo reportado por los ISP, el 41 % de las conexiones son satelitales y 30 %, WiMAX, seguidas por otras tecnologías inalámbricas y XDSL.

La oferta de internet fijo es limitada en velocidad y costosa. Skynet ofrece servicio satelital corporativo con velocidad de descarga entre 1 y 30 Mbps, con planes de 5 Mbps a un valor USD 52,50 dólares; Movistar, residencial y corporativo entre 1 y 6 Mbps; Conéctate, residencial y corporativo entre 5 y 50 Mbps con planes que comienzan en USD 28,40 dólares. Por su parte, Andired, con una solución inalámbrica de 1 Mbps, cuenta con una tarifa social a bajo costo para hogares de menores ingresos. En las entrevistas, el ISP local Conéctate informó que ha podido ampliar el ancho de banda y reducir costos recientemente al conectarse a la red de Starlink. Hasta el último trimestre de

2022 ofrecía 1 Mbps de descarga por cerca del doble del costo.

Los modelos de negocio de internet fijo identificados responden a consideraciones de nicho de cada tipo de mercado a los que se dirigen. En este sentido, se identifican 5 modelos de negocio (ver tabla II.2) de los operadores minoristas:

- a. **Subsidiados.** Modelo de Andired Hogares, que como parte del compromiso asumido con el PNCAV debe prestar el servicio a 1.015 hogares de bajos ingresos. El costo es bajo, pero la velocidad de los planes en Amazonas es de 1 Mbps de descarga y 0,5 Mbps de subida. Respecto al *backhaul*, Andired es propietario de su propio *backhaul* terrestre microondas.
- b. **Operadores satelitales.** Modelo de Skynet, prestador que tiene 3 líneas de negocio: masivo-hogares, corporativo y pequeños ISP o redistribuidores. Ofrece un servicio de calidad con costos entre USD 52 y USD 72 dólares por planes con velocidad de descarga entre 5 Mbps y 10 Mbps. Por su costo, la mayor parte de los usuarios contrata velocidades bajas y son clientes corporativos o residenciales de mayores ingresos. Utiliza la constelación O3B³³ (órbita media, banda ka), para la cual desplegó un telepuerto con dos antenas, con lo que ofrece 450 Mbps para Leticia. En las entrevistas realizadas, resaltaron que el mercado de Amazonas se ha complejizado por la decisión del Gobierno de subsidiar el mercado (Andired), el ingreso de Starlink y una situación macro como la devaluación del peso colombiano, que impacta en los costos dolarizados de los operadores satelitales directamente.
- c. **Pequeños ISP.** Modelo de Conéctate, el cual busca optimizar costos para llegar con una solución lo más asequible posible y adaptada a las necesidades locales. El punto negativo es que en Amazonas dependen de un *backhaul* terrestre, el cual es costoso y con interrupciones, o de un *backhaul* satelital que,

31 Estimación con base en datos de población del CNPV 2018, ajustada por la estimación de población 2022 de DANE.

32 Con base en información disponible en el Boletín trimestral del sector TIC del tercer trimestre de 2022.

33 O3b es una constelación de satélites en órbita terrestre media (MEO por su sigla en inglés) propiedad y operada por SES, y diseñada para proporcionar conectividad de banda ancha de baja latencia a ubicaciones remotas para operadores de redes móviles y proveedores de servicios de internet, marítimo, aviación y gobierno y defensa. A menudo se lo conoce como O3b MEO para distinguir estos satélites de la segunda constelación O3b mPOWER de SES lanzada en 2022-2023.

igualmente, es costoso. Sin embargo, recientemente, con el uso del servicio de Starlink con antenas de alto rendimiento logran brindar un servicio con mejor ancho de banda y menor costo, aunque cerca del doble de los COP 75.000 que se cobran en regiones con fibra óptica por servicios de entre 30 Mbps y 200 Mbps. Ofrecen planes de entre 5 Mbps y 25 Mbps de descarga a un valor de entre USD 28 y USD 80.

d. **Starlink.** Propietario de la red de satélites sobre la que brinda el servicio, comenzó a operar en Colombia a comienzos de febrero de 2023, luego de haber obtenido el permiso en agosto de 2022. Starlink ofrece banda ancha satelital a valores relativamente bajos. Ofrece a hogares y empresas un ancho de banda de 130 Mbps de bajada a un valor de USD 40, más costo inicial del equipo.

Tabla II.2. Modelos de negocio minoristas de internet fijo

	Oferta de valor	Oferta de servicios	Clientes	Proveedores
Subsidiados	Bajo costo, pero poco ancho de banda	1 Mbps DL USD 3	Hogares	Andired
Operadores satelitales	Alta disponibilidad, pero costoso	5-10 Mbps DL USD 52-72	Corporativo	SES, StarOne, HugesNet
Pequeños ISP	Asequible y adaptada	5-25 Mbps DL USD 28-80	Hogares y corporativo	Andired, Starlink
Starlink	Banda ancha satelital a bajo costo	130 Mbps DL USD 40	Hogares y corporativo	Starlink
Operadores móviles y fijos	Solo ofrecen servicios móviles. No ofrecen internet fijo en Amazonas, por no tener <i>backhaul</i> disponible y adecuado.			

Fuente: entrevistas realizadas en el marco de este estudio con Andired (2023), Starlink (2023), SES (2023) y HugesNet (2023).

Se identificaron 3 modelos de negocios de los operadores mayoristas (ver tabla II.3):

- Backhaul terrestre subsidiado bajo programas públicos.** Este es el modelo de Andired, que llega con conectividad terrestre microondas al departamento del Amazonas bajo el PNCAV. Ofrece un servicio más económico que el satelital, con un costo de USD 183/Mbps/mes, aunque sustancialmente más costoso que el *backhaul* de fibra en el resto del territorio nacional, que cuesta USD 3/Mbps/mes. En las entrevistas, los PRST que son usuarios de la red comentaron sobre las interrupciones prolongadas del servicio a causa de factores de orden público y al difícil acceso para brindar mantenimiento a una red de 30 saltos microondas en la selva. De acuerdo con Andired, existe una disponibilidad alta del servicio superior al 99 %, sin embargo, hay paradas de reloj permitidas por cuestiones de fuerza mayor.
- Backhaul satelital con venta de capacidad.** Este es el modelo de HugesNet, la red O3b de SES e Hispasat, quienes ofrecen servicios satelitales a precios

de mercado. Según algunos datos que se pudieron obtener en las entrevistas, los costos de la capacidad satelital se encuentran entre USD 200/Mbps/mes y USD 300/Mbps/mes. Este es un servicio que algunos operadores móviles (Claro, Tigo y Movistar) utilizan como complementario al servicio prestado por Andired y el servicio que utilizan operadores minoristas de internet fijo como Skynet. Además del costo, uno de los puntos críticos que manifestaron los usuarios de servicios satelitales fue el lugar geográfico en el que aterrizan el tráfico los operadores satelitales, que suele ser fuera de Colombia, lo que obliga a incurrir en costos adicionales para reingresar el tráfico al país.

- Backhaul satelital con venta de segmento espacial.** Este tipo de contratación es utilizada por grandes operadores móviles como Claro, les permite acceder a un costo menor al de venta de capacidad y operar el segmento espacial con mayor adecuación a sus sistemas. El operador satelital que ofrece este servicio es StarOne.

Tabla II.3. Modelos de negocio de operadores mayoristas

	Oferta de valor	Oferta de servicios	Clientes	Ejemplos de operador
Backhaul terrestre subsidiado	Terrestre nacional a menor valor que satelital	USD 183/Mbps/Mes	Operadores móviles e ISPs	Andired
Backhaul satelital con venta de capacidad	Alta disponibilidad, pero costoso	USD 200-300 /Mbps/Mes	Operadores móviles, satelitales minoristas e ISPs	SES, HugesNet
Backhaul satelital con venta de segmento	Alta disponibilidad y adecuación a grandes operadores		Operadores móviles	StarOne

Fuente: entrevistas realizadas en el marco de este estudio con Andired (2023), SES (2023) y HugesNet (2023).

Perfil de beneficiarios

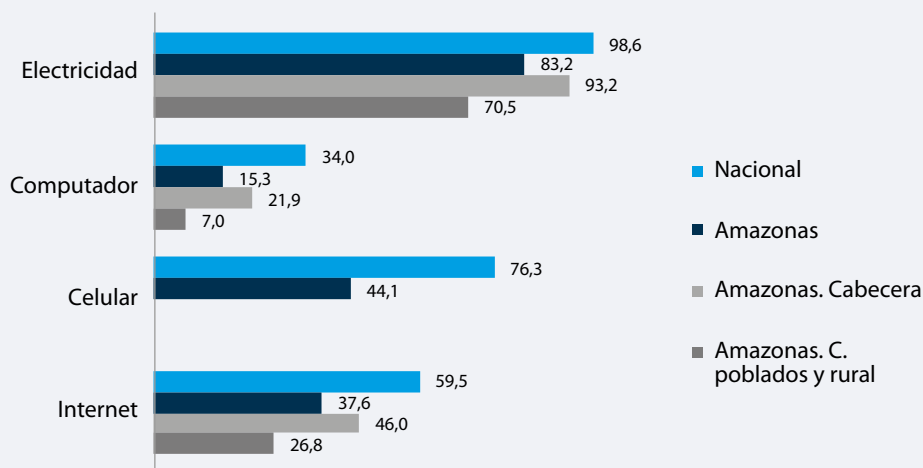
Personas

El 15,3 % de los hogares del departamento del Amazonas tiene computador (ver figura 19). Este indicador es cerca de la mitad del promedio nacional del 34 %. En los centros poblados y áreas rurales del departamento, solo el 7 % de las viviendas dispone de un computador (DANE, 2023a).

El 37,6 % de los hogares del departamento del Amazonas tiene acceso a internet fijo y móvil, por debajo del promedio nacional de 59,5 % (ver figura 19). Sin contar las cabeceras municipales de Leticia y Puerto Nariño, en los centros poblados y áreas rurales del departamento solo el 26,8 % de las viviendas tiene acceso a internet (DANE, 2023a).

El 44,1 % de las personas del departamento del Amazonas tiene dispositivo celular (ver figura 19), por debajo del promedio de Colombia de 76,3 % de las personas (DANE, 2022).

Figura 19. Tenencia de bienes y servicios (Colombia y Amazonas, 2022, en %)



Fuente: DANE (2023a).

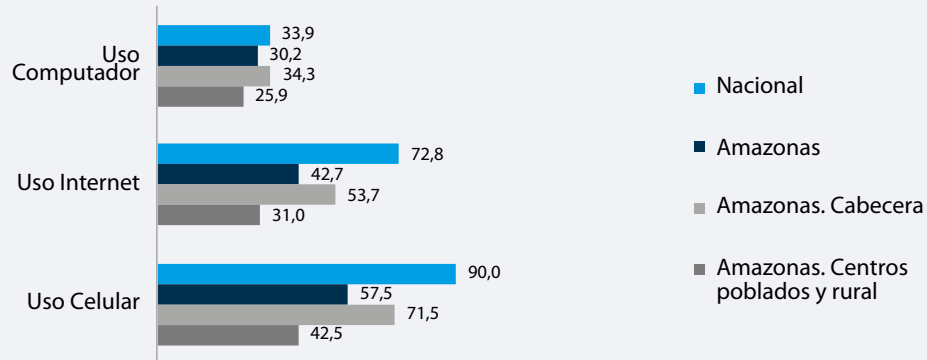
El 30,2 % de las personas de 5 años o mayores utiliza computador, el 42,7 % utiliza internet y el 57,5 % usa celular (ver figura 20), mientras que en el promedio nacional el 33,9 % utiliza computador,

el 72,8 % usa internet y el 90 % usa celular (DANE, 2023a).

En los centros poblados y áreas rurales del departamento, los indicadores de uso de TIC son sustancialmente inferiores al promedio del depar-

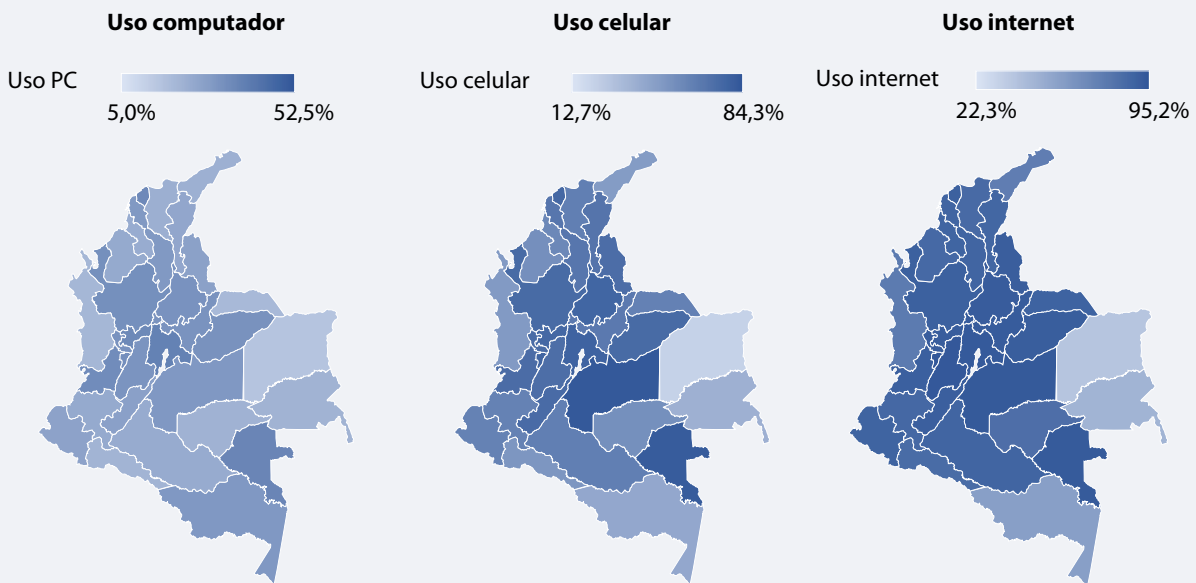
tamento (ver figura 20). Solo el 25,9 % de las personas utiliza computador, el 31 % usa internet y el 42,5 % usa celular (DANE, 2023a).

Figura 20. Personas de 5 años o más que usan TIC en cualquier lugar (Colombia y Amazonas, 2022, en %)



Fuente: DANE (2023a).

Figura 21. Mapas de uso de TIC (por departamento, 2022, en %)

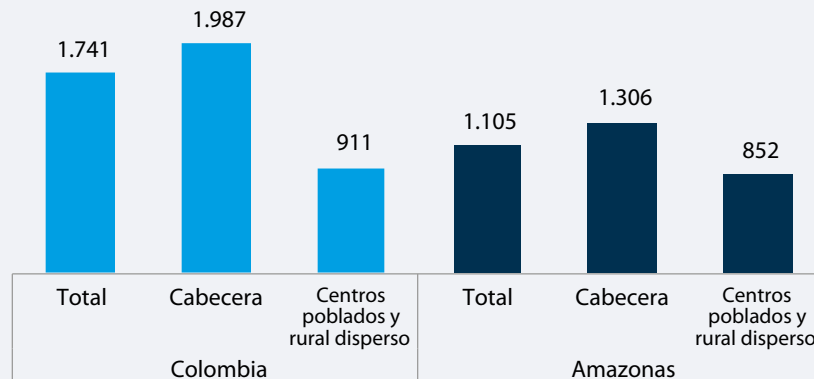


Fuente: DANE (2023a).

El gasto promedio de un hogar³⁴ del departamento es de COP 1.105.000 (USD 232), equivalente al 64 % del gasto promedio a nivel nacional. El gasto mensual de los hogares en las cabeceras municipales del departamento del Amazonas es de COP 1.306.000 (USD 274), mientras que en los centros po-

blados y rural disperso es de COP 852.000 (USD 179) (ver figura 22) (DANE, 2022a). Si bien el gasto de los hogares del departamento es equivalente al 64 % del gasto nacional, el PIB per cápita departamental de USD 2.923 es equivalente al 47,5 % del PIB per cápita nacional de USD 6.159 (MinCIT, 2022).

Figura 22. Gasto total de los hogares (Colombia y Amazonas, 2021, en miles de COP por mes)



Fuente: DANE (2022a).

Empresas

En el 2018 había alrededor de 1.800 empresas y mipymes, formales e informales. En el Censo de 2018 se identificaron 1.695 unidades de uso no residencial en las cabeceras y centros poblados, de las cuales 640 estaban destinadas a servicios, 560 al comercio, 24 a la industria y 471 al uso mixto (residencial y otro, principalmente comercio y servicios). El 80 % de las unidades con uso no residencial en cabeceras y centros poblados se registraron en Leticia. Por otro lado, se identificaron 102 unidades de uso no residencial en áreas rurales, 65 destinadas a servicios, 4 al comercio y 33 de uso mixto.

En el departamento del Amazonas se registraron 790 empresas formales, concentradas en Leticia en 2022. Hay 740 empresas en Leticia, 25 en Puerto Nariño y 25 distribuidas en el resto de las ANM (DANE, 2022d).

Instituciones

En el departamento se puede estimar la existencia de cerca de 200 instituciones. En el Censo de 2018 se relevaron 165 unidades de uso no residencial con uso institucional en las cabeceras y centros poblados y 33 en áreas rurales. De acuerdo con información provista en el marco de este estudio por el MinTIC, hay 40 instituciones en el departamento que disponen de conectividad bajo distintos programas públicos, sumado a 35 centros digitales a conectar durante el año 2023.

C. Brecha digital en el departamento del Amazonas

Brecha de acceso

Redes de telecomunicaciones

Las alternativas de red de transporte en el departamento son la red del PNCV y las conexiones

34 No se dispone de información desagregada del DANE de ingresos para cabeceras, centros poblados y áreas rurales del departamento del Amazonas, por ese motivo se utiliza información del gasto de los hogares.

satelitales. La red de microondas del PNCAV opera como red mayorista para ISP y otros proveedores de servicios de telecomunicaciones. Esta red tiene una capacidad máxima instalada de 3,6 Gbps dependiendo de la cantidad de canales de espectro microondas activados en cada radio enlace. Sin embargo, además de las dificultades de estabilidad del servicio y los altos costos mencionados previamente (ver literal B), esta capacidad resulta insuficiente para proveer a los clientes finales conectividad de banda ancha.³⁵

El 30 % de las localidades del departamento, que reúne el 76 % de las viviendas, se encuentra a menos de 10 km de distancia de los nodos de conexión de la red del PNCAV, lo cual supone la oportunidad de extender la red hacia dichas localidades mediante un salto de microondas. Sin embargo, el 40 % de estas localidades no cuenta con servicio de energía eléctrica y las condiciones del servicio seguirían sujetas a los costos y a la limitación de capacidad de la red del PNCAV.

La solución satelital de órbita media está soportada en la plataforma SES O3B. La solución consiste en una cabecera satelital instalada en Leticia con capacidad cercana a los 500 Mbps y que ofrece servicios de conectividad mayorista con latencia menor que 120 ms (Skynet y SES, comunicación personal, marzo de 2023). El tráfico agregado en dicha cabecera es terminado en un *gateway* instalado en el Distrito de Lurín (territorio peruano), desde donde se da la salida a internet o se enruta a los puntos de conexión en Colombia mediante enlaces de fibra óptica dedicados.

La solución satelital en órbita geoestacionaria se soporta en tecnología basada en terminales de muy poca apertura (VSAT por sus siglas en inglés) con satélites que operan principalmente en banda C y Ku. Proveedores como StarOne,³⁶ SES³⁷ y Hughes³⁸ prestan servicios de capacidad satelital y segmento espacial en el departamento del Amazonas mediante

estaciones terrestres VSAT que permiten alcanzar anchos de banda de hasta 10 Mbps, 50 Mbps o 100 Mbps.

Los ISP que utilizan red de transporte satelital se han enfocado en la atención de clientes corporativos y de usuarios residenciales con alta capacidad de pago, debido a los altos costos de las conexiones satelitales geoestacionarias (GEO) y de órbita media (MEO). En efecto, en el departamento del Amazonas existe oferta mayorista de proveedores satelitales GEO y MEO que atienden proveedores de servicios móviles e ISP y también proporcionan conectividad a operadores que ejecutan los programas financiados por el Gobierno.

En los primeros meses de 2023 empezó el uso del servicio de internet proveído por la constelación de satélites de órbita baja (LEO) de Starlink. Starlink ofrece a los clientes residenciales conectividad de 20 a 100 Mbps con latencia de 25 a 50 ms (Starlink, s. f.), lo cual supone mejores prestaciones que las ofrecidas por ISP que utilizan las alternativas de transporte mencionadas previamente. La oferta comercial de Starlink está dirigida a usuarios finales residenciales y corporativos; sin embargo, en la práctica esta red satelital está siendo utilizada por ISP como red de transporte, bajo condiciones de “mejor esfuerzo”, para ofrecer sus servicios de internet.

El despliegue de redes privadas por empresas proveedoras de acceso a internet o proveedores de servicios móviles se ha enfocado en el establecimiento de sus redes de acceso y el *backhaul* de dichas redes. Para los proveedores de acceso a internet, el mecanismo predominante ha sido la instalación de radioenlaces para operación en bandas de uso libre; sin embargo, en el área urbana de Leticia se dispone de 22 km de fibra óptica instalada por la empresa Energía para el Amazonas S. A. E. S. P. (Enam). Algunos ISP han manifestado su interés en tender su fibra usando los postes de la Enam como soporte.

35 La Resolución CRC 5161 de 2017 establece para Colombia que una conexión de banda ancha a internet debe tener un mínimo de 25 Mbps de velocidad de bajada y 5 Mbps de velocidad de subida.

36 La huella de cobertura sobre el departamento del Amazonas es prestada principalmente por los satélites Star One C3 y C4.

37 La huella de cobertura sobre el departamento del Amazonas es prestada principalmente por los satélites SES-14 y SES-17.

38 La flota de satélites de Hughes opera principalmente en banda Ka, por lo que su uso está restringido a algunas áreas del departamento del Amazonas.

El casco urbano de Leticia cuenta con un anillo de fibra óptica de la empresa del servicio de energía eléctrica. Es una fibra de 48 hilos, de los cuales 42 están disponibles para los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones que celebren un acuerdo comercial con la Enam. De este anillo se derivan cables de 36 hilos hacia puntos distantes de la zona urbana y hacia zona rural que llegan hasta el kilómetro 6 de la vía que conduce hacia el asentamiento Takana, ubicado en el noroccidente de la cabecera municipal de Leticia.

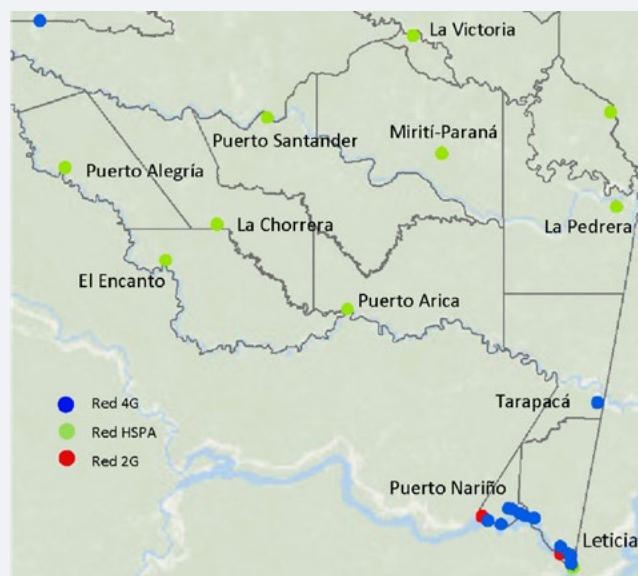
La cantidad total de accesos a internet en el departamento es desconocida. En el tercer trimestre de 2022, 14 empresas reportaron usuarios de internet fijo; 10 de estas empresas únicamente reportan usuarios corporativos y las 4 restantes reportan usuarios residenciales en Leticia, El Encanto, La Chorrera, Puerto Arica y Tarapacá. No obstante, hay 7 pequeños ISP adicionales que no han reportado sus usuarios al MinTIC.

A pesar de que en Leticia se ha desplegado una red de acceso de fibra óptica, en general las velocidades ofrecidas por esta red son muy bajas. La mayoría de los clientes con velocidades de bajada superiores a 100 Mbps son atendidos con acceso

satelital. La conectividad a internet con velocidades iguales o superiores a 100 Mbps se da únicamente en usuarios corporativos. Aunque hay usuarios corporativos y residenciales con conexión de fibra óptica, todos ubicados en Leticia, el 84 % de ellos es atendido con un servicio de 1 Mbps. Con respecto a la posibilidad de llevar fibra óptica a otras localidades se tiene que, además de la carencia de infraestructura de soporte de diferentes empresas, la baja demanda y la baja capacidad de pago de la población hacen inviable la ejecución de ese tipo de proyectos para los que, además, se requiere de licencias ambientales con condiciones especiales cuando se afectan los parques nacionales naturales que cubren el 25 % de territorio del departamento.

Las redes de los proveedores de servicios móviles prestan el servicio en las 11 cabeceras del departamento y en algunos centros poblados cercanos a las cabeceras municipales de Leticia y Puerto Nariño. Los elementos radiantes de sus redes de acceso se ubican en 41 puntos geográficos distintos, principalmente en las cabeceras municipales y en 13 localidades rurales, con una cobertura geográfica muy reducida con respecto al área total del departamento (ver figura 23).

Figura 23. Cobertura aproximada del servicio móvil



Fuente: elaboración propia a partir de información de MinTIC (2023a).

Nota: Representación aproximada de la cobertura, no es una simulación de propagación radioeléctrica.

En las cabeceras y centros poblados atendidos de Leticia y Puerto Nariño, así como en la cabecera de Tarapacá, se cuenta con conectividad 4G, mientras que en los puntos restantes la red más avanzada es de tecnología HSPA. Sin embargo, el desempeño de estas redes está limitado por la capacidad y el estado de funcionamiento de la red de transporte utilizada, que para algunos operadores es exclusivamente la red del PNAV, mientras que otros utilizan conexión satelital como red de transporte alterna.

Infraestructura de soporte

Infraestructura de telecomunicaciones

Las torres instaladas para la red del PNCV conforman la infraestructura de soporte con mayor dispersión en el departamento. Las torres de la red de transporte, cuya altura está entre 60 m y 120 m, están equipadas con sistemas fotovoltaicos de energía con soporte de baterías para 4 días de operación.

Los proveedores de servicios móviles emplean únicamente 41 puntos con infraestructura de soporte para la ubicación de antenas de sus redes de acceso. Dentro de estos puntos están incluidas dos torres de 98 m de altura ubicadas en la zona urbana de Leticia, pertenecientes al único proveedor de infraestructura de soporte de telecomunicaciones presente en Amazonas (Phoenix Towers International). La presencia de otros proveedores de infraestructura estaría condicionada a la posibilidad de suscribir contratos de ubicación con múltiples empresas de telecomunicaciones.

Servicio de energía e infraestructura de soporte del sector eléctrico

No existe una red de energía eléctrica que interconecte las localidades del departamento. El servicio eléctrico del Amazonas depende de plantas de generación tipo diésel o fotovoltaicas, mediante la conformación de microrredes o de soluciones individuales, dado que el departamento no está integrado al sistema nacional interconectado de transmisión de energía eléctrica, ni existe una red departamental de transmisión de energía. La Enam cuenta con sistemas de generación en 40 localidades del departamento,

mientras que 16 localidades, cercanas a las cabeceras de Puerto Nariño y Leticia, tienen interconectada su red eléctrica con dichas cabeceras municipales, como se indica en la tabla II.4.

Alrededor de 100 localidades del departamento no tienen servicio de energía eléctrica y, a julio de 2022, 5.878 viviendas no contaban con este servicio (UPME, 2022), lo cual genera un reto adicional a considerar en el diseño de alternativas de conectividad a internet para el departamento. Las localidades con sistemas de generación de energía tienen capacidades instaladas de entre 17 y 600 kW, excluyendo las cabeceras de Leticia y Puerto Nariño, que disponen de 23.300 kW y 770 kW respectivamente, lo que supone que en la mayoría de dichas localidades existe la posibilidad de instalar equipos de comunicaciones con potencias del orden de 3 KVA a 5 KVA.

La infraestructura de soporte utilizada por la red eléctrica se circunscribe al núcleo habitacional de la respectiva localidad, con excepción de las cabeceras municipales de Leticia y Puerto Nariño, que cuentan con tendidos de red hacia las localidades cercanas interconectadas. En Leticia, la infraestructura de la red de distribución de baja tensión está conformada por postes de 8 m a 12 m de altura con separación típica de 35 m, para dar cubrimiento a una zona urbana de aproximadamente 4 km². Para la extensión de la red hacia las localidades rurales interconectadas se utilizan postes con separaciones típicas de 60 m a 70 m, con circuitos de media tensión. En las demás localidades que cuentan con servicio de energía eléctrica existe un tendido eléctrico básico para conectar a los usuarios, cuya cantidad es menor a 100 en 42 de las localidades y entre 100 y 300 en 13 localidades. La zona con mayor cantidad de usuarios es el casco urbano de Leticia, con cerca de 10.000 suscriptores.

En el municipio de Leticia se evidencia que la red eléctrica y su infraestructura se ha extendido únicamente hasta donde lo permite la carretera existente. Este circuito eléctrico rural de Leticia se extiende hasta la localidad de Arara, ubicada a 28 km del casco urbano, con postes instalados a lo largo de la carretera existente. La figura 24 muestra el panorama

Tabla II.4. Servicio de energía eléctrica - localidades interconectadas

Municipio	Localidad	Capacidad instalada (kW)/usuarios	Interconexión
Puerto Nariño	20 de Julio	0/110	Interconectada a la cabecera de Puerto Nariño
Puerto Nariño	Patrullero y Ticoya	0/80	Interconectada a la cabecera de Puerto Nariño
Puerto Nariño	Puerto Esperanza	0/26	Interconectada a la cabecera de Puerto Nariño
Puerto Nariño	San Francisco	0/223	Interconectada a la cabecera de Puerto Nariño
Puerto Nariño	Puerto Nariño	770/277	
Leticia	Asociación Mujeres Indígenas km 6	0/100	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Isla Ronda	0/76	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Kilómetro 6	0/52	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	La Playa	0/100	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Monilla Amena	0/54	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	San Antonio Lagos	0/34	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Asentamiento humano Takana km 11	0/83	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Nuevo Jardín	0/37	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Arara	0/140	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	San José del Río	0/208	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Nazareth	0/68	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	San Sebastián	0/130	Interconectada a la cabecera de Leticia
Leticia	Leticia	23.300/9.732	

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (Ipse) (s. f.).

general del servicio de energía eléctrica en el departamento del Amazonas.

Vías de acceso y otras infraestructuras

Terrestre. Fuera del perímetro urbano de Leticia, la única carretera existente se extiende hacia el noroccidente del casco urbano, con una extensión aproximada de 25 km, pasando por las localidades de San José del Río y el asentamiento Takana km 11, con pocas ramificaciones de longitud no mayor a 2 km. La vía ha servido como ruta para la ubicación de postes de la red eléctrica; sin embargo, no cuenta con ninguna otra infraestructura de soporte que pueda ser aprovechada para el despliegue de redes de telecomunicaciones. Esta carretera es parte de la vía Leticia-Tarapacá, que tiene un recorrido proyectado de 175 km de los cuales, en la práctica, únicamente se han completado los 25 km mencionados. Otras vías terres-

tres existentes son caminos o trochas que no cuentan con infraestructuras de soporte aprovechables para el despliegue de redes de telecomunicaciones.

Fluvial. El principal medio de desplazamiento al interior del departamento es el fluvial. Las principales vías fluviales las conforman los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas y sus afluentes. El cauce del río Caquetá permite la comunicación en la región norte del departamento desde Solano –Caquetá– hasta La Pedrera –Amazonas–. El río Putumayo define la frontera del departamento y de Colombia con Perú; su cauce pasa por Puerto Alegría, El Encanto, Puerto Arica y Tarapacá. Sobre el río Amazonas se encuentran los municipios de Leticia y Puerto Nariño, lo que permite el fácil desplazamiento hacia poblaciones de Perú y Brasil.



Otras infraestructuras de soporte. No se identificaron en el departamento otras infraestructuras aprovechables para el tendido de redes de telecomunicaciones.

Brecha de asequibilidad

En centros poblados y rural disperso, el gasto de internet sobre el gasto total de los hogares representa el doble que el promedio nacional. En el caso de internet móvil, un paquete pospago de 60 GB tiene un valor de COP 50.900, esto representa el 3 % del gasto promedio de los hogares a nivel nacional.³⁹ Este mismo paquete representa el 5 % del gasto promedio de los hogares del departamento del Amazonas, pero representa el 6 % del gasto de los hogares de centros poblados y rural disperso, el doble que a nivel nacional (ver figura 25).

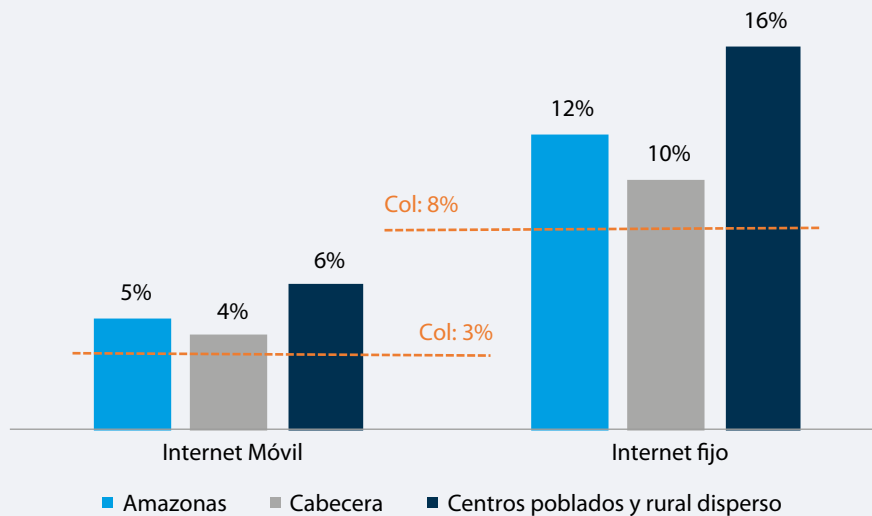
En el caso de internet fijo, la conexión más económica disponible en Leticia es de COP 135.000 con una velocidad de bajada de 5 Mbps. El costo de esta conexión a internet fijo representa el 8 % del gas-

to promedio de los hogares a nivel nacional. Esta misma conexión representa el 10 % del gasto promedio de los hogares del departamento del Amazonas, pero representa el 16 % del gasto de los hogares de centros poblados y rural disperso, el doble que a nivel nacional (ver figura 25). Adicionalmente, el valor de internet fijo que se está comparando es sustancialmente más alto que el precio promedio a nivel nacional. Por ejemplo, el servicio más económico que ofrece Claro a nivel nacional es de COP 75.900 con una velocidad de bajada de 200 Mbps.

La brecha de asequibilidad es de un 25 % en las cabeceras y del 50 % en los centros poblados y rural disperso del departamento del Amazonas. Los precios actuales de los servicios de internet móvil y fijo deberían ser 25 % menos en el caso de las cabeceras municipales y 50 % menos en el caso de los centros poblados y rural disperso del departamento del Amazonas para que tengan el mismo grado de asequibilidad que a nivel nacional. Si se considera la diferencia de precios más bajos de las conexiones a internet fijo a nivel nacional y en Leticia, el precio actual

39 Calculado con base en la Encuesta Nacional de Presupuesto de los Hogares 2017 del DANE.

Figura 25. Asequibilidad de internet/Amazonas (2021, en % gasto hogares)



Fuente: DANE (2022a) y sitios web de operadores móviles Claro (s. f.), Tigo (s. f.) y Movistar (s. f.).

Nota: Se considera un paquete móvil de 60 GB con un valor de COP 50.900 y uno fijo de 5 Mbps DL de COP 135.000 (el más económico disponible en Leticia).

del servicio de internet fijo debería ser 58 % menos en el caso de las cabeceras y 72 % menos en el caso de los centros poblados y rural disperso para que tengan el mismo grado de asequibilidad que a nivel nacional. No obstante, el nivel de asequibilidad de Colombia todavía está por encima del 2 % definido como objetivo por la Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible.

Brecha de asequibilidad con base en la encuesta realizada a hogares y negocios

En términos del potencial para acceder a los servicios de internet se encontró que los hogares y los negocios del departamento tienen restricciones muy similares.⁴⁰ En primer lugar, a mayor vulnerabilidad económica (menor estrato), menor acceso a internet. En segundo lugar, la mayoría de los hogares tiene un rango de ingresos mensuales por debajo del salario

mínimo en Colombia.⁴¹ Por lo anterior, la primera brecha identificada es la disparidad entre estratos 1 y 2 y estratos 3 y 4 con respecto a su acceso a internet, ocasionado por la capacidad de pago para poder adquirir un servicio de calidad (ver figura 26).

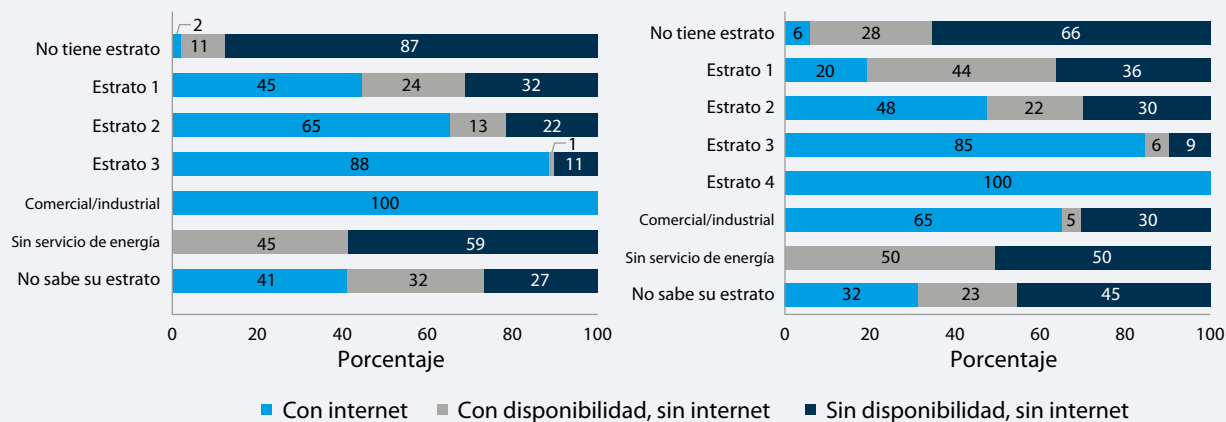
Entre las zonas rurales y urbanas también se encontró una brecha de acceso al servicio. La figura 27 muestra cómo mientras el 70 % de los hogares ubicados en zonas urbanas tiene acceso a internet, solo el 17 % de las zonas rurales puede acceder al servicio.

Además, se observó una brecha de acceso importante entre los hogares que pertenecen a comunidades indígenas y los que no. La figura 28 muestra que mientras el 80 % de los hogares no indígenas encuestados tiene acceso a internet, tan solo el 30 % de los hogares indígenas encuestados tiene acceso, a pesar de que estos últimos representan el 71 % de todos los hogares encuestados.

40 Este análisis se basa en un operativo de campo llevado a cabo por Econometría Consultores durante el mes de marzo de 2023 sobre 504 hogares y 348 negocios en los municipios de Leticia, Puerto Nariño, Tarapacá, La Chorrera, Puerto Arica y Puerto Santander.

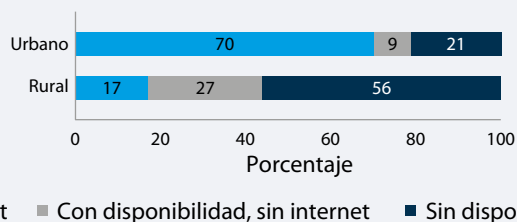
41 El salario mínimo en Colombia para el año 2023 es de COP 1.160.000.

Figura 26. Distribución de los hogares (izquierda) y los negocios (derecha) sobre estratos socioeconómicos



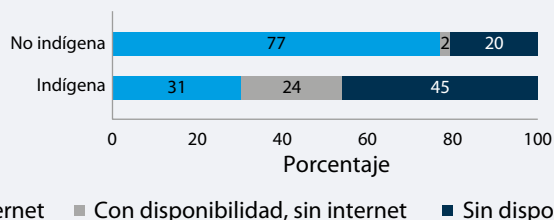
Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta realizada en el marco del estudio *Cierre de Brecha Digital en el Departamento del Amazonas*.

Figura 27. Brecha de acceso a internet entre zonas urbanas y rurales



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta realizada en el marco del estudio *Cierre de Brecha Digital en el Departamento del Amazonas*.

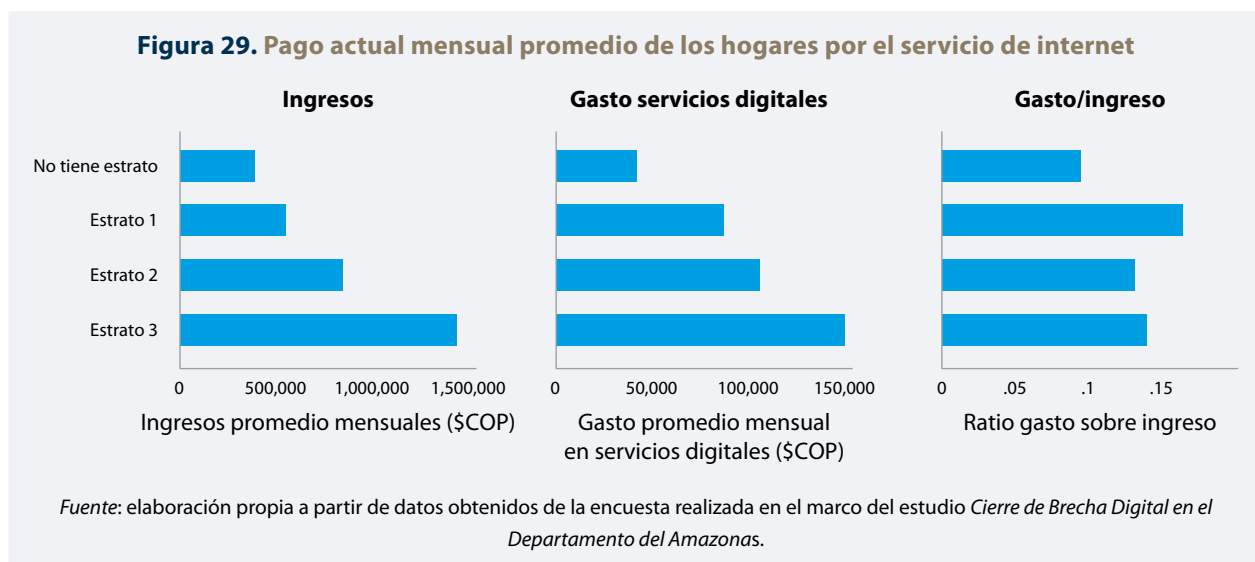
Figura 28. Brecha de acceso a internet según pertenencia a comunidades indígenas



Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de la encuesta realizada en el marco del estudio *Cierre de Brecha Digital en el Departamento del Amazonas*.

Al preguntar a los hogares y los negocios sobre lo que estarían dispuestos a pagar si eventualmente existiera una conexión disponible a internet, se encontró que tanto los hogares como los negocios pagarían en promedio entre COP 25.000 y COP 50.000 al mes. Lo anterior está alrededor del 50 % por debajo de lo que hoy en día pagan los hogares y negocios que sí tienen acceso a internet en la zona. Para entender la brecha relativa entre la capacidad

de pago de los hogares y su capacidad adquisitiva, se comparó por estratos el nivel de ingreso promedio, los gastos mensuales por servicios de internet y se estimó la relación entre estos 2 (ver figura 29). Del ejercicio anterior, se identifica que para los hogares estrato 1, el gasto de internet representa más del 15 % de sus ingresos mensuales promedio, mientras que para los estratos 2 y 3 la carga es de alrededor del 13 %.



Otro factor clave para poder acceder a internet es poder contar con los dispositivos necesarios para conectarse. En este sentido, se observa una oportunidad para los hogares que actualmente no tienen servicio de internet ni tienen disponibilidad de conexión en su zona, ya que más del 80 % de estos cuenta con un teléfono inteligente. Asimismo, el 60 % de los hogares sin conexión a internet, pero con disponibilidad de conexión, reporta tener bajo su propiedad un teléfono inteligente o un celular básico. Por otro lado, se identifica que el uso más amplio de aplicaciones de internet como el teletrabajo o el estudio puede estar acotado por la baja disponibilidad de computadores en los hogares que, actualmente, no cuentan con el servicio. Por lo anterior, aún falta garantizar la cobertura de acceso a dispositivos para conectarse, especialmente en hogares.

D. Obstáculos para la conectividad

Técnicos

Las especificaciones de la conectividad a ofrecer a los usuarios finales se ven afectadas por las limitaciones de las alternativas de transporte nacional y su alto costo, a lo que se suman las dificultades de acceso propias de la región selvática que hacen muy compleja la instalación de infraestructuras de soporte adicionales para proveer canales alternativos de comunicación terrestre.

La carencia de infraestructuras de soporte y la falta de vías terrestres son un obstáculo para el tendido de redes al interior del departamento. El despliegue de infraestructura de soporte se apalanca

fuertemente en las vías existentes; sin embargo, la complejidad técnica para la construcción de vías más las restricciones ambientales impiden el desarrollo de vías terrestres, lo cual afecta la instalación de infraestructuras de soporte y, por consiguiente, dificulta la conectividad de comunidades de pocos habitantes y dispersas en un área geográfica extensa.

El aumento de capacidad de la red del PNCV está limitado por la cantidad de espectro disponible en las bandas actualmente empleadas por esta red. La alternativa de uso de bandas en frecuencias superiores, con mayor cantidad de espectro disponible, no resulta viable porque sus propiedades de propagación no son adecuadas para alcanzar las longitudes de los enlaces de la red.

La falta de energía eléctrica es un obstáculo para la conectividad en las localidades que no cuentan con este servicio. En el estudio de alternativas de conectividad de telecomunicaciones es necesario considerar la inclusión de sistemas de generación eléctrica.

Económicos

La reducida población del departamento del Amazonas y su dispersión fuera de los municipios de Leticia y Puerto Nariño dificultan la generación de modelos de negocio rentables. La dispersión de la población genera un alto requerimiento de inversión para llegar a cada localidad, que a su vez tienen poca población, lo que significa que hay pocos clientes potenciales. Esto implica un alto nivel de inversión y costo de operación por persona o vivienda conectada. Esta realidad demográfica y territorial del departamento del Amazonas deriva en dificultades para generar modelos de negocio rentables. Esto hace que la cobertura por parte de los operadores sea limitada, y de hecho es inducida por el Estado colombiano, ya sea bajo programas públicos, como el caso de Andired, o en cumplimiento de las obligaciones de hacer, en el caso de los operadores móviles. Por su parte, los ISP locales están presentes solo en Leticia, donde está la mayor concentración de población.

Se requiere un elevado nivel de inversión en el caso del *backhaul* que no sea satelital. La dispersión de las localidades en un territorio selvático y sin vías terrestres de comunicación hace que el despliegue y mantenimiento de infraestructura de *backhaul* sean difíciles y costosos.

Los costos de operación son elevados en el caso de que el *backhaul* sea satelital. Si bien el *backhaul* satelital reduce los requerimientos de inversión inicial, incrementa los costos de operación, con impacto en la sostenibilidad económica de los proyectos, a lo que se suma la dificultad de trasladar estos mayores costos a un precio del servicio más elevado, en un mercado con usuarios potenciales de bajos ingresos.

La asequibilidad de los servicios de internet móvil y fijo es una restricción para la conectividad y el cierre de la brecha digital. En el departamento del Amazonas se combinan servicios más costosos, en particular en el caso de internet fijo, con ingresos menores que el promedio nacional, lo que dificulta la asequibilidad de la conectividad. Este desafío es aún más importante en las áreas rurales, donde es más costoso llegar con la conectividad y los ingresos son menores.

Regulatorios

No existe en Colombia un régimen regulatorio especial para las zonas de influencia de los proyectos de conectividad social. Colombia no cuenta con un marco regulatorio que diferencie las condiciones de prestación de los servicios de comunicaciones en las zonas apartadas de la geografía nacional. En este contexto, los operadores de comunicaciones no tienen incentivos para instalar y operar redes de comunicaciones en las zonas rurales, dado que los costos regulatorios superan los eventuales beneficios que tendrían al operar los servicios en estas zonas. La obligación de cumplir con los mismos mandatos regulatorios que tienen las zonas urbanas genera una barrera importante para los operadores de comunicaciones, lo que impide el crecimiento de la cobertura en las zonas rurales y apartadas de la geografía nacional.

Poca flexibilidad en cuanto a la utilización de espectro. Este recurso es usado principalmente por los PRST móviles y no hay incentivos para que empresas de servicios públicos (energía, transporte o seguridad) accedan a este recurso escaso. Recientemente, se promovió el uso libre en algunas bandas como la de 6 GHz (Resolución ANE 737 de 2022), pero a la fecha se mantienen esquemas regulatorios rígidos que no incentivan la compartición del espectro, elemento que, junto con la compartición de redes, es fundamental para profundizar la conectividad en las zonas más apartadas del país. Por lo tanto, la ausencia de una política pública de espectro ajustada a las necesidades regionales dificulta diseñar y ejecutar proyectos de comunicaciones en las zonas rurales o inclusive en las mismas zonas urbanas. La Ley 2294 de 2023, en su artículo 141, matiza este obstáculo con la posibilidad de que los PRST minoristas que tengan menos de 30.000 usuarios accedan al espectro asignado a otros PRST, sin que medie retribución alguna, en aquellos municipios en que los PRST asignatarios no lo usen (Ley 2294 de 2023, artículo 141).

Las barreras más evidentes que impiden el mejor despliegue de la infraestructura de comunicaciones se manifiestan en las restricciones normativas que imponen los municipios para el despliegue de las redes de los servicios digitales y de comunicaciones. De acuerdo con las cifras reportadas por la CRC, cerca del 70 % de los municipios en Colombia se encuentran certificados como libres de barreras para el despliegue de redes de comunicaciones (MinTIC, 2021). Sin embargo, en Colombia se mantiene una elevada carga normativa urbana de alcance municipal que impide el desarrollo de las redes de conectividad de manera eficaz, dado que si bien es cierto que se ha avanzado en disminuir las barreras que impiden el despliegue de redes, este esfuerzo

no se ha acompañado con una regulación que agilice los trámites que exigen las autoridades municipales a los operadores de comunicaciones para desplegar sus redes.

No existe un procedimiento ágil para determinar la procedencia de la consulta previa en los proyectos de conectividad. A la fecha no existe un procedimiento expedito que brinde agilidad en el proceso de decisión a esta clase de proyectos que buscan desarrollar servicios esenciales, lo cual ha dificultado la ejecución de los proyectos de conectividad rural durante el trámite de las consultas previas con comunidades étnicas o afrodescendientes protegidas. Este trámite, tal como ocurre con los proyectos de transmisión eléctrica, puede impedir la instalación de redes en determinadas regiones y afectar de esta forma a las comunidades en las que se pretende ofrecer los servicios de comunicaciones. El artículo 356 de la Ley 2294 de 2023 establece la obligación de consulta previa en todos los casos, sin análisis preliminares que, eventualmente, demuestren la no afectación de las comunidades étnicas.

Existen restricciones relacionadas con el costo del transporte o la transmisión que deben asumir los operadores de comunicaciones para prestar el servicio en las zonas rurales o alejadas de la geografía nacional y que están siendo abordadas por la CRC para corregirlas mediante regulación ex post. Casos de monopolios en el transporte o transmisión de datos implican que se genere un desequilibrio en la cadena de valor, lo que puede afectar las tarifas de los usuarios finales. La CRC adelanta un proyecto para modificar el ámbito geográfico del mercado mayorista portador cuyo objetivo es la eliminación de los cuellos de botella en las redes de transporte que producen baja penetración de los servicios de internet.



III. CIERRE DE LA BRECHA DIGITAL EN EL DEPARTAMENTO DEL AMAZONAS

Mensajes principales

- El cierre de la brecha de conectividad en el departamento del Amazonas implica el fortalecimiento de las redes existentes y el despliegue de nueva infraestructura para transporte nacional de datos y soluciones de acceso de última milla.
- A partir de las diferencias entre las localidades del departamento del Amazonas, se proponen 3 escenarios de despliegue de infraestructura que combinan diferentes alternativas tecnológicas factibles técnicamente: i) despliegue de cabeceras satelitales de alta capacidad y baja latencia; ii) fortalecimiento de la capacidad, disponibilidad y cobertura de la red de microondas existente, complementado con cabeceras satelitales en localidades aisladas; y iii) conectividad mediante fibra óptica subfluvial en ríos de Colombia o mediante conectividad internacional a través de Perú y Brasil.
- Los tres escenarios viables desde la perspectiva técnica requieren de financiamiento en el rango de USD 96 MM - USD 105 MM para cubrir Capex y Opex a 10 años, esto permitiría brindar cobertura para acceso a Internet al 87% de la población del departamento. Los requerimientos financieros de los 3 escenarios tienen similar orden de magnitud, la mayor diferencia radica en la composición de Capex y Opex de cada uno. En las 3 soluciones de transporte, el concepto que demanda mayor requerimiento financiero es el Opex, mientras que en la red de acceso tiene relevancia el Capex.
- Si se considera el requerimiento en términos de vivienda conectada, este oscila entre USD 7.750 (escenario con transporte satelital) y USD 9.039 (escenario con fibra subfluvial del Perú).
- Los resultados del modelamiento son altamente sensibles al costo del transporte (satelital o fibra). En contraste, estos resultados no tienen casi sensibilidad

al precio final del servicio vendido ni a la contraprestación por uso del espectro punto a punto.

E. Soluciones de conectividad

Alternativas tecnológicas

Para resolver la brecha de conectividad del departamento del Amazonas, se proponen alternativas tecnológicas que abarcan tanto soluciones para el transporte de datos nacional y tránsito IP como para redes de dispersión y de última milla. Para proporcionar condiciones de acceso a internet en el departamento del Amazonas que permitan el uso de herramientas y aplicaciones de productividad es necesario, por un lado, que las cabeceras municipales y las principales localidades cuenten con puntos de conectividad al *backbone* IP nacional de alta velocidad de transmisión de datos, los cuales deben contar con alta disponibilidad y capacidad suficiente para atender las necesidades de tráfico actuales y de los próximos 10 años, habilitando además niveles de reuso conforme a las prácticas de la industria en las zonas urbanas de Colombia.⁴² Por otro lado, para llevar la conectividad al usuario final se requieren redes de dispersión que brinden capilaridad desde el punto de conectividad de alta velocidad hasta localidades rurales menores, así como redes de última milla que aseguren cobertura en la totalidad de hogares de cada localidad. En conjunto, esta solución debe propender por alcanzar niveles de servicio cercanos o compatibles con banda ancha.⁴³

Para mejorar la conectividad con el *backbone* IP nacional se analizaron alternativas que van desde el fortalecimiento de la actual red de microondas de alta capacidad (red del PNCV) hasta el desarrollo de nuevas rutas de conectividad mediante tecnologías disruptivas. Las alternativas tecnológicas evaluadas a nivel de redes de transporte de datos

42 Con base en las entrevistas realizadas a ISP y grandes empresas de telecomunicaciones, en las prácticas de la industria para el servicio de acceso fijo a internet se contemplan niveles de reuso del canal de 10:1 en el caso del segmento masivo y de 4:1 o capacidad dedicada para el segmento corporativo.

43 Se toma como base la Resolución CRC 5161 de 2017, la cual establece que las conexiones de banda ancha deben contar con velocidades superiores a 25 Mbps en el enlace descendente y 5 Mbps en el ascendente. Para efectos del presente estudio, se considera 10 Mbps como velocidad mínima de acceso a internet en el segmento residencial para promover programas de apropiación y permitir el acceso a aplicaciones de productividad y educativas.

nacional y tránsito IP se clasifican en cuatro grupos: i) fortalecimiento de la capacidad y desempeño de la red de microondas de alta capacidad desplegada en el marco del proyecto PNCAV y que a la fecha de este informe cuenta con presencia en las 2 cabeceras municipales y el principal centro poblado de 7 de las ANM; ii) nuevas rutas de conectividad mediante el tendido de fibra óptica subfluvial y cabeceras satelitales de alta

capacidad, aprovechando principalmente las ventajas de las soluciones de órbita media y baja existentes; iii) nuevas rutas de conectividad a través de proyectos de redes de transporte terrestre en países fronterizos (Brasil y Perú); y iv) conectividad a través de nuevas tecnologías, como plataformas de gran altitud (HAPS por sus siglas en inglés). En la tabla III.1 se resumen las alternativas tecnológicas analizadas.

Tabla III.1. Soluciones tecnológicas analizadas para red de transporte

Alternativa tecnológica	Descripción general
Fortalecimiento de la red de microondas existente	Duplicar capacidad de la actual red de microondas con equipos Ceragon (30 saltos desde Solano a Leticia con capacidad actual de 3,6 Gbps ⁴⁴) Aumentar capilaridad de la red en localidades de alta población (10 saltos aproximadamente y tendido de fibra en localidades cercanas a Leticia)
Tendido de fibra óptica subfluvial en ríos del departamento del Amazonas	Aproximadamente, 1.500 km de tendido de fibra desde Solano (Caquetá) a Tarapacá (Amazonas) y desde Leticia (Amazonas) a Puerto Nariño (Amazonas) a través de los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas
Conectividad con red de fibra subfluvial en países fronterizos (Brasil y Perú)	Brindar redundancia a la red de microondas de Leticia y Puerto Nariño mediante conectividad a través de red de fibra subfluvial (proyecto Infovias 02 del Brasil con llegada a Tabatinga o proyecto de Grupo Satelital del Perú con conexión desde Yurimaguas a Iquitos y llegada a la Triple Frontera: isla Santa Rosa [Perú], Leticia [Colombia] y Tabatinga [Brasil])
Cabecera satelital de alta capacidad en órbita baja (LEO por su sigla en inglés) - Starlink	Implementación de cabeceras satelitales de alta velocidad con capacidades equipadas de hasta 250 Mbps y 10 Gbps escalables según tamaño de la población
Cabecera satelital de alta capacidad multi-órbita MEO y GEO (p. e., SES O3B mPower)	Implementación de cabeceras satelitales de alta velocidad con capacidades equipadas de hasta 250 Mbps y 10 Gbps escalables según tamaño de la población
Sistema de plataformas de gran altitud (HAPS)	Plataforma estratosférica con equipos de telecomunicaciones para conectividad

Fuente: elaboración propia.

Para la conectividad del usuario final se contemplaron alternativas enfocadas en fortalecer el ecosistema de los ISP promoviendo conexiones a internet superiores a 10 Mbps y de alta calidad. Con el objetivo de permitir el acceso de los habitantes del departamento del Amazonas a aplicaciones educativas y de productividad,⁴⁵ lo cual implica que se debe soportar video de alta resolución, teleconferencias y servicios web, se propone que las soluciones a analizar permitan tasas de transmisión de datos superiores a 10 Mbps en el enlace descendente y 1 Mbps en el

ascendente. Así mismo, considerando el enfoque del estudio hacia el desarrollo del ecosistema de pequeños prestadores del servicio de internet, se estudiaron alternativas orientadas a la provisión de servicios de acceso fijo a internet. En este sentido, se evaluaron alternativas de red de última milla abierta, tanto para tecnologías alámbricas como inalámbricas, y soluciones disruptivas para proveer alta capacidad en los enlaces de *backhaul*. Estas alternativas tecnológicas se encuentran resumidas en la tabla III.2.

44 Información suministrada en el marco del proyecto (MinTIC-WB, 2023).

45 Con base en las recomendaciones de aplicaciones de videoconferencias típicamente usadas en soluciones de tele-educación (Zoom), multimedia (Netflix) y estimaciones de la industria, se tiene que un ancho de banda de 4Mbps/1Mbps atiende satisfactoriamente dichas aplicaciones. Netflix recomienda 5Mbps para video HD; Zoom recomienda un mínimo de 1 Mbps para llamada grupal y 0,6 Mbps para teleconferencia; Amazon recomienda 2 Mbps para *streaming* de música HD; con base en estimaciones de Cisco para voz HD y estimación de *web browsing* basado en un consumo básico de 24 MB por minuto de *web surfing* + email, se tiene un requerimiento de 3 Mbps.

Tabla III.2. Alternativas tecnológicas de red de acceso

Alternativa tecnológica	Descripción general
Red mayorista de fibra óptica (Open FTTH – tecnología GPON)	Red FTTH pasiva (desde OLT hasta red del usuario y enlace de <i>backhaul</i>) abierta para uso por múltiples ISP en localidades con más de 200 hogares e interconectadas con Leticia por red eléctrica
Infraestructura pasiva para desarrollo de redes inalámbricas	Implementación y operación de infraestructura de soporte (torre, energía y enlace de <i>backhaul</i>) para instalación de soluciones inalámbricas por parte de ISP en localidades entre 20 y 500 hogares
Red FWA (4G/5G) mayorista rural	Red de acceso con tecnologías IMT (infraestructura activa y pasiva de radio acceso y enlace de <i>backhaul</i>) para uso por ISP para servicios FWA
Enlaces ópticos inalámbricos (FSO) para <i>backhaul</i> y soluciones corporativas	Uso de enlaces ópticos de alta capacidad (hasta 1 Gbps) para conectividad a nodos de red de acceso y clientes corporativos cercanos a nodos de conectividad de alta velocidad

Fuente: elaboración propia.

Análisis de alternativas tecnológicas para red de transporte

Opción 1: Fortalecimiento de la red del PNCVA

El fortalecimiento de la red de microondas del PNCVA permitiría ampliar la capacidad para beneficiar 15.000 personas adicionales con conexiones de 10 Mbps por hogar y expandir la cobertura a zonas donde residen más de 17.000 habitantes (ver figura 30). El fortalecimiento de la red de microondas existente en el departamento del Amazonas se basa en tres aspectos: i) duplicar las capacidades de la red existente (30 saltos entre Leticia y Solano) para obtener la máxima velocidad disponible con la tecnología empleada mediante la implementación de canales de transmisión de mayor capacidad que optimicen el uso del espectro y la disponibilidad del sistema, con lo cual se podría brindar conectividad a cerca de 4.000 hogares adicionales con tasas de transmisión de datos de 10 Mbps; ii) mayor cobertura poblacional mediante la implementación de 10 nuevos saltos de microondas y tendido de fibra óptica aérea que dé capilaridad a

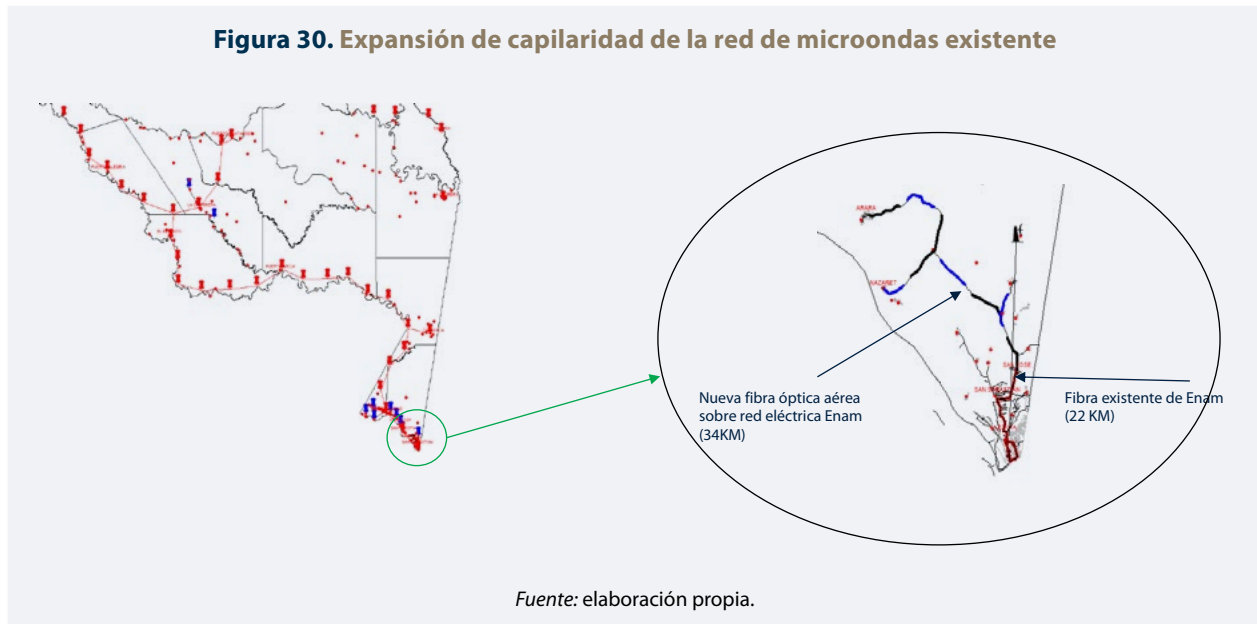
la red y acceso a nuevos centros poblados en la zona, con una población beneficiada de cerca de 17.000 habitantes adicionales a los 54.000 hoy cubiertos por la red que se ubican a menos de 5 km de un punto de conexión del *backbone* de la red; iii) alternativas para incrementar redundancia de la red considerando las fallas de disponibilidad reportadas por los usuarios de la misma, principalmente enfocadas en soluciones satelitales.

Para mejorar las prestaciones de la actual red de microondas es necesario actualizar la base tecnológica, construir nueva infraestructura de radio y desplegar fibra óptica. El fortalecimiento de la PNCVA implica una actualización de los radios de microondas existentes, la construcción de nueva infraestructura de radio para expandir capilaridad y el despliegue de 34 kilómetros de fibra óptica en las localidades cercanas a Leticia que están interconectadas por red eléctrica, además del uso de la red de fibra de Enam. La tabla III.3 resume los requerimientos estimados a nivel de infraestructura y el impacto esperado.

Tabla III.3. Requerimientos de infraestructura para fortalecimiento de la PNCVA

Ítem	Requerimiento de infraestructura	Impacto esperado
1	Ampliación de capacidad en 32 radio enlaces	Suscriptores residenciales soportados con conexión de 10 Mbps → de 3.600 a 7.300 hogares Población beneficiada → de 14.900 a 30.300 habitantes
2	10 saltos microondas para beneficiar 12 localidades intermedias	3.600 nuevos habitantes (700 hogares)
3	Conectividad por fibra óptica a 9 localidades (34 km)	4.700 nuevos habitantes (1.016 hogares)

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Expansión de capilaridad de la red de microondas existente

Fuente: elaboración propia.

Opción 2: Nuevas rutas de conectividad mediante cabeceras satelitales o fibra óptica subfluvial

Con soluciones satelitales de alta velocidad es posible brindar mayor capacidad y redundancia a más de 62.000 habitantes y expandir la cobertura a 9.000 habitantes del departamento. En el marco del presente estudio se propone la instalación de cabeceras satelitales de alta capacidad para brindar conectividad a internet y al *backbone* IP nacional mediante la provisión de una capacidad dedicada a la red de acceso que se implemente (ver figura 31). En términos generales, la solución bajo análisis consiste en la instalación de una estación terrena de alta capacidad integrada a un servidor de distribución de contenido y caché para optimizar el uso de la capacidad satelital y brindar un canal dedicado a la red de acceso. Así mismo, se plantea el despliegue de tres tipos de cabeceras según la demanda esperada:

- Cabecera tipo 1 o de alta capacidad: cabecera equipada con una capacidad de hasta 10 Gbps operando con satélites en órbita media o baja para atender demanda a la población de Leticia y alrededores.
- Cabecera tipo 2 o de media capacidad: cabecera equipada con una capacidad de hasta 1 Gbps operando con satélites en órbita media o baja para atender la demanda en localidades principales como Puerto Nariño, Tarapacá y El Encanto.
- Cabecera tipo 3 o de baja capacidad: cabecera tipo VSAT con capacidad de hasta 250 Mbps operando con satélites en órbita GEO o media.

Se estima una necesidad potencial de 26 cabeceras satelitales de alta capacidad para mejorar las condiciones de conectividad en el departamento del Amazonas y alcanzar al 87 % de la población. La tabla III.4 resume la necesidad identificada de cabeceras satelitales de alta velocidad en el departamento, así como el impacto esperado.

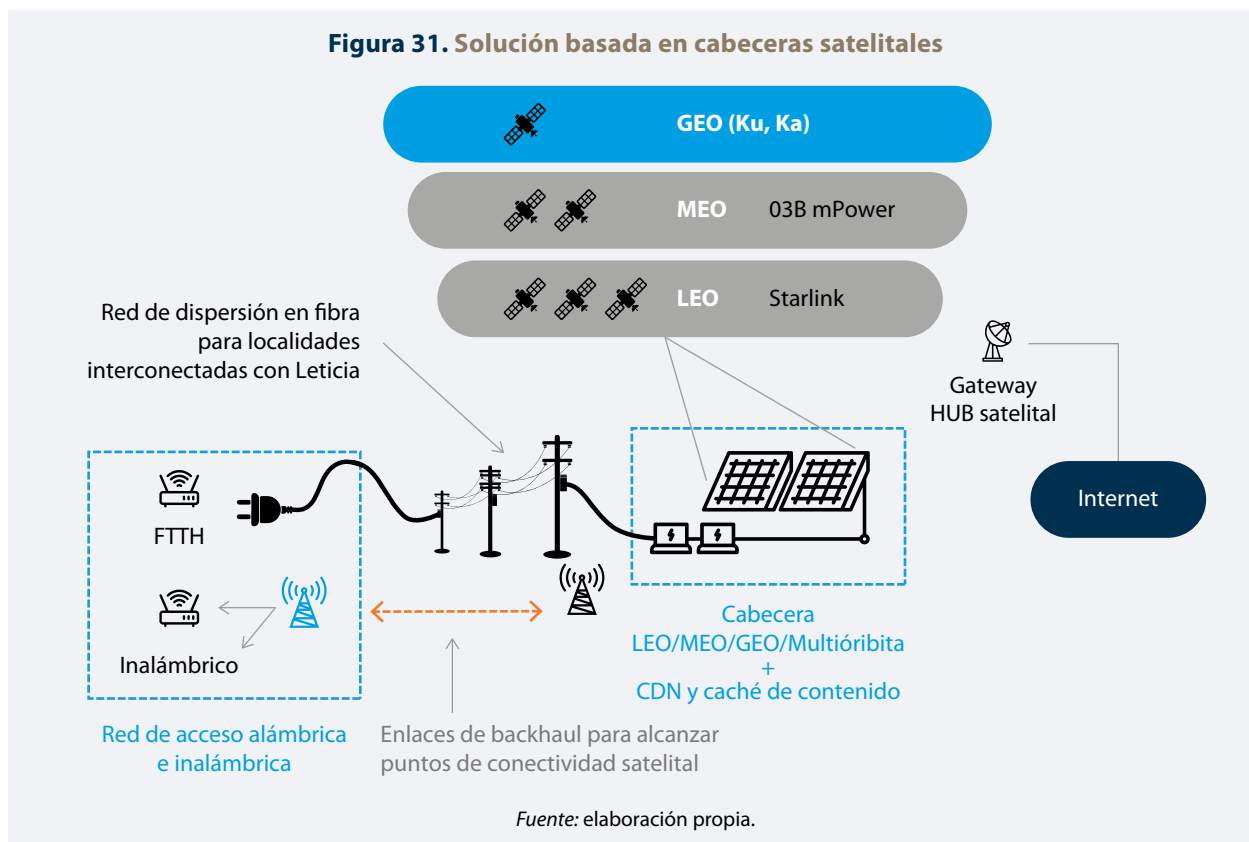


Tabla III.4. Requerimiento potencial de cabeceras satelitales

Ítem	Solución	Impacto
1	1 - Cabecera satelital tipo 1 de hasta 10 Gbps + 56 km de red de dispersión (Leticia + 17 localidades cercanas)	46.000 habitantes (redundancia y mayor capacidad)
2	3 - Cabeceras satelitales tipo 2 de hasta 1 Gbps (6 localidades con presencia de la PNCAV)	12.000 habitantes (redundancia y mayor capacidad)
3	22 - Cabeceras satelitales tipo 3 de hasta 250 Mbps (15 localidades con presencia de la PNCAV y 31 nuevas coberturas)	13.400 habitantes (9.000 habitantes con nueva cobertura)

Fuente: elaboración propia a partir de diseño de escritorio.

El departamento del Amazonas cuenta con ríos caudalosos con potencial para el despliegue de fibra óptica que permita mejorar la conectividad en el departamento con una tecnología de muy alta capacidad, baja latencia y mejor desempeño que las redes inalámbricas y las satelitales. Con base en la experiencia regional observada en Brasil, con el proyecto de Infovías, y en el Perú, con el tendido de la fibra subfluvial entre Yurimaguas e Iquitos a cargo de Grupo Satelital, se identifica un potencial para desple-

gar fibra óptica a través de los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas con el objetivo de mejorar la conectividad en las localidades ribereñas y dar una alternativa de redundancia a la red de microondas existente. El punto más cercano al departamento del Amazonas con acceso a fibra óptica se encuentra en el municipio de Solano en el Caquetá, del cual se estima que existen 1.600 km hasta Leticia en el Amazonas, en una ruta distribuida de la siguiente manera:

- 171 km fluviales desde el municipio de Solano en el Caquetá hasta La Tagua, en Puerto Leguísimo, Putumayo; se estima tendido de fibra óptica subfluvial en este trayecto.
- 23 km terrestres desde La Tagua hasta el casco urbano de Puerto Leguísimo en el Putumayo; se estima tendido de fibra óptica aérea o subterránea en este trayecto.
- 1.213 km fluviales desde el municipio de Puerto Leguísimo hasta Tarapacá en el Amazonas; se estima tendido de fibra óptica subfluvial en este trayecto.
- 118 km terrestres desde el municipio de Tarapacá hasta Puerto Nariño en el Amazonas. Debido a la no existencia de red de transporte terrestre, vías o carretera alguna, y dado que actualmente existe una red de microondas perteneciente al PNCV, este tramo se conectaría a través de esta red actualizada y se convertiría en el cuello de botella para la conectividad de Leticia y Puerto Nariño.
- 68 km fluviales desde Puerto Nariño hasta Leticia en el Amazonas; se estima tendido de fibra óptica subfluvial en este trayecto, conectar los dos principales municipios del departamento y habilitar así su potencial conexión a futuro a través de las soluciones de Brasil o Perú.

Esta solución brindaría redundancia y alta capacidad a 15 localidades ribereñas al río Putumayo con una población beneficiada de 3.000 habitantes y la conectividad de más de 48.000 habitantes en localidades de Leticia y Puerto Nariño. Estos dos municipios quedarían conectados entre sí con potencial para conectividad futura a través de los proyectos de países fronterizos.

Opción 3: Conectividad a través de redes de transporte terrestre en países fronterizos

Conectividad a través de fibras ópticas subfluviales de Perú o de Brasil. La llegada de fibra óptica tendida a lo largo del río Amazonas desde Brasil o desde Perú permitiría la conexión de los cascos urbanos de Leticia y Puerto Nariño y, desde allí, se podría extender la conexión a las localidades aledañas de estos municipios con potencial para beneficiar a más de 54.000 habitan-

tes. Entre las opciones de conectividad internacional posibles –es decir, el proyecto de Infovías del Brasil, cofinanciado por el Estado y presupuestado para finales del 2024, o el nuevo tramo de fibra que está siendo instalado por la iniciativa privada de Grupo Satelital desde Iquitos hasta Triple Frontera, proyectado para el tercer trimestre de 2023–, se identifica que hacerlo a través de Perú tiene la ventaja de que su fibra óptica subfluvial se extiende hasta la ciudad de Yurimaguas, donde ya existe conectividad con Colombia por medio de fibra óptica de Internexa. Esta solución de conectividad requiere complemento mediante alguna otra de las alternativas descritas para la conexión de las localidades restantes del departamento.

Opción 4: Conectividad a través de nuevas tecnologías disruptivas

Otras soluciones disruptivas, como el uso de plataformas estratosféricas, se descartan por su baja madurez comercial y limitaciones en la factibilidad técnica. Las plataformas de gran altitud (HAP) son aeronaves, generalmente no tripuladas, o aviones situados en alturas de 20 a 50 km, en la estratosfera, con el fin de componer una red de telecomunicaciones o para servicios de teledetección en un radio de cobertura de hasta 300 km. La operación de este tipo de soluciones requiere de la existencia de un telepuerto dentro del radio de cobertura de la plataforma para la gestión de la aeronave y la conexión con el *backbone* IP, lo cual es una condición técnica de poca factibilidad en el departamento del Amazonas. Así mismo, actualmente el desarrollo de este tipo de soluciones se encuentra en fase de pruebas experimentales, de manera que aún no cuentan con la madurez apropiada para considerar su aplicación en el departamento del Amazonas.

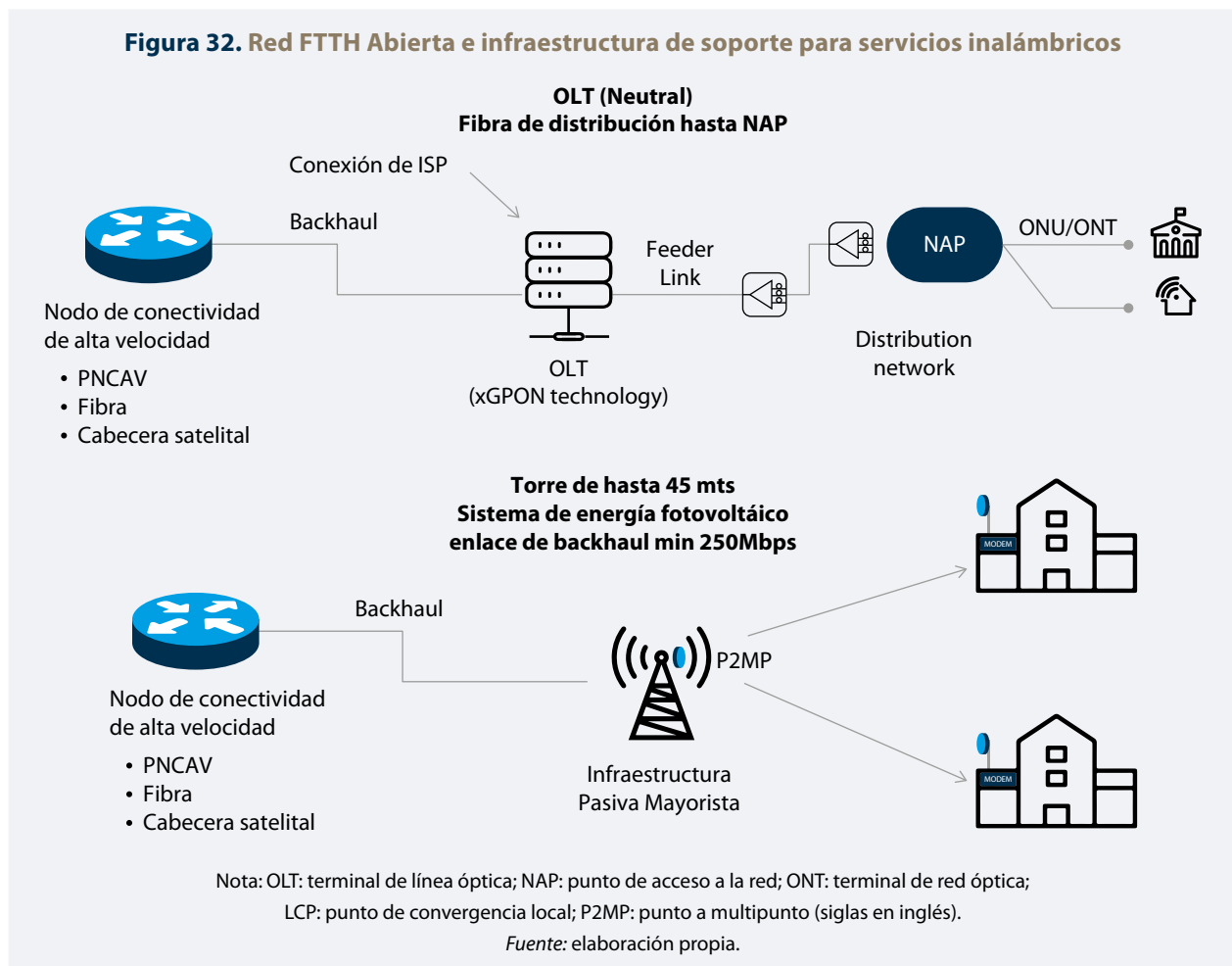
Análisis de alternativas tecnológicas para la red de acceso

Las soluciones tecnológicas basadas en redes abiertas para acceso fijo a internet, como soluciones de fibra al hogar (FTTH por sus siglas en inglés) abiertas e infraestructura pasiva para el despliegue de redes inalámbricas, fomentan el ecosistema de ISP al eliminar altos requerimientos de inversión inicial y mitigar riesgos asociados

con despliegue y operación. Las soluciones FTTH basadas en redes pasivas, como GPON, se caracterizan por brindar un enlace de alta capacidad y sin riesgos de interferencia al usuario final. El despliegue de este tipo de redes puede llevarse a cabo bajo la modalidad de red abierta (*open network*) en la que un agente despliega la red, desde la terminal de línea óptica (OLT por sus siglas en inglés) hasta la caja de punto de acceso de red (NAP por sus siglas en inglés), y otros agentes, haciendo uso de dicha infraestructura, proveen el servicio y gestionan el usuario. Esta alternativa elimina barreras de entrada asociadas con costos de inversión inicial y estimula el desarrollo de un ecosistema de pequeños ISP, quienes serían responsables de instalar y operar la red del usuario (i. e., *drop link*, el terminal de red óptica [ONT], módem, etc.) y de pro-

veer el servicio de acceso a internet, así como servicios complementarios (ver parte superior de figura 32). Por otro lado, en centros poblados de poca población, en los que tecnologías inalámbricas, como soluciones punto a multipunto (P2MP) operando en banda no licenciadas, espacios en blanco de televisión (TVWS por sus siglas en inglés) y la versión inalámbrica de DOCSIS (WDOCSIS), resultan suficientes para atender la demanda de conectividad, se propone el despliegue de infraestructura de soporte apropiada para la instalación y operación de soluciones para servicios de acceso fijo inalámbrico por parte de los pequeños ISP. La infraestructura de soporte incluye la torre, obra civil, suministro eléctrico y enlace de *backhaul* hasta el nodo de conectividad de la red de transporte (ver parte inferior de la figura 32).

Figura 32. Red FTTH Abierta e infraestructura de soporte para servicios inalámbricos



Las soluciones de acceso basadas en redes abiertas podrían beneficiar a cerca de 21 localidades con aproximadamente 14.000 hogares conectados con fibra óptica y 43 localidades cubiertos con soluciones inalámbricas. La solución de FTTH abierta tiene aplicabilidad en las poblaciones más grandes del departamento del Amazonas, lo que incluye la cabecera municipal de Leticia y centros poblados cercanos, así como las cabeceras municipales de Puerto Nariño, Tarapacá y El Encanto, que en conjunto suman 23 localidades que pueden ser atendidas con este tipo de solución. Por otro lado, el despliegue de infraestructura de soporte es aplicable a aquellas localidades de menos de 200 habitantes cercanas a puntos de conectividad de la red de transporte. Se estima que un total de 19 localidades, con entre 20 y 50 hogares sin ningún tipo de cobertura, y 24 localidades, con más de 50 hogares, podrían ser cubiertas con esta alternativa.

El despliegue de enlaces ópticos de espacio libre (FSO por sus siglas en inglés) y redes mayoristas de acceso fijo inalámbrico basado en tecnologías 4G y/o 5G tienen poca factibilidad técnica debido las condiciones del terreno y climáticas del Amazonas y el perfil de los ISP. Las comunicaciones ópticas incluyen alternativas de FSO, que consiste en la transmisión de la luz, o de señales ópticas similar a las transmitidas a través de cables de fibra óptica, pero a través del aire o espacio libre. Esta solución presenta limitaciones ante situaciones climáticas y atmosféricas como neblina, nubosidad, humo, entre otros, por lo que han tenido un enfoque principalmente en ambientes urbanos para el desarrollo de redes metropolitanas, como respaldo de enlaces de fibra óptica o para conectar diferentes ubicaciones de empresas en una misma ciudad, por lo que su aplicabilidad al presente caso es baja. Por otro lado, gracias al desarrollo de las técnicas de compartición activa de infraestructura de radio acceso móvil, como redes de cuarta generación LTE, se ha habilitado el desarrollo de nuevos modelos de negocios enfocados en la provisión de capacidad

de red de acceso inalámbrico a nivel mayorista.⁴⁶ En este último caso, la provisión de servicios mayoristas a varios operadores de red se hace bajo la figura de compartición de la red de radio acceso (*RAN Sharing*), permitiendo que se haga uso compartido de la infraestructura de acceso 3G y 4G, enviando el tráfico de manera diferenciada al *core network* de cada uno de los operadores de red vinculados. Conforme las reuniones realizadas en el marco del presente estudio con actores relevantes del mercado de telecomunicaciones en el Amazonas en Colombia, así como el *Manifiesto rural* publicado por Telefónica (s. f.), existe interés en expandir el modelo de IpT a Colombia incluyendo dentro del alcance poblaciones del departamento del Amazonas; sin embargo, el foco de esta iniciativa es brindar servicios móviles a estas poblaciones a través de los operadores de red existentes en el país, lo que excluye la participación de pequeños ISP o la provisión de servicios fijos.

Escenarios de despliegue

No es factible implementar una única tecnología en todas las localidades del departamento debido a la concentración poblacional en dos municipios y a diferentes condiciones de acceso a los puntos de conectividad con el backbone IP. Se han identificado tres posibles escenarios para desplegar soluciones tecnológicas en el Amazonas: i) solución basada en plataformas satelitales; ii) solución basada en el fortalecimiento y redundancia de las plataformas existentes; y iii) solución disruptiva basada en fibra óptica subfluvial, ya sea a través del territorio nacional (escenario 3A) o a través del proyecto de fibra óptica subfluvial en el Perú (escenario 3B).

El primer escenario tecnológico se basa en la implementación de las cabeceras satelitales de alta velocidad. Se propone desplegar una cabecera tipo 1 con capacidad equipada de 10 Gbps para atender la demanda de Leticia y localidades cercanas, estas últimas conectadas a través de una red de dispersión de fibra óptica de aproximadamente 56 km; 3 cabece-

⁴⁶ En la región se destacan los casos de la red compartida desplegada y operada por ALTAN en México sobre la banda de 700 MHz y de Internet para Todos (IpT) en el Perú, una iniciativa privada soportada en la figura de operador de infraestructura móvil rural (OIMR) creada por la Ley 30083.

ras tipo 2 para atender la demanda de 14 localidades en los municipios de Puerto Nariño, El Encanto, La Chorrera y La Pedrera y 22 cabeceras satelitales tipo 3 con tecnología VSAT para atender la demanda de 46 localidades de poca población. Estas cabeceras brindarían otra alternativa de conectividad y más capacidad en cerca de 24 localidades ya cubiertas con la red de microondas del PNCAV y expandirían cobertura a 48 nuevos centros poblados. En este escenario se mantienen las restricciones de ancho de banda propias de la tecnología satelital, al igual que los criterios de disponibilidad. Dadas las limitantes de transmisión por ondas de radio se desconoce si en actualizaciones futuras de la tecnología sería posible el crecimiento de capacidades acorde con incrementos de la demanda.

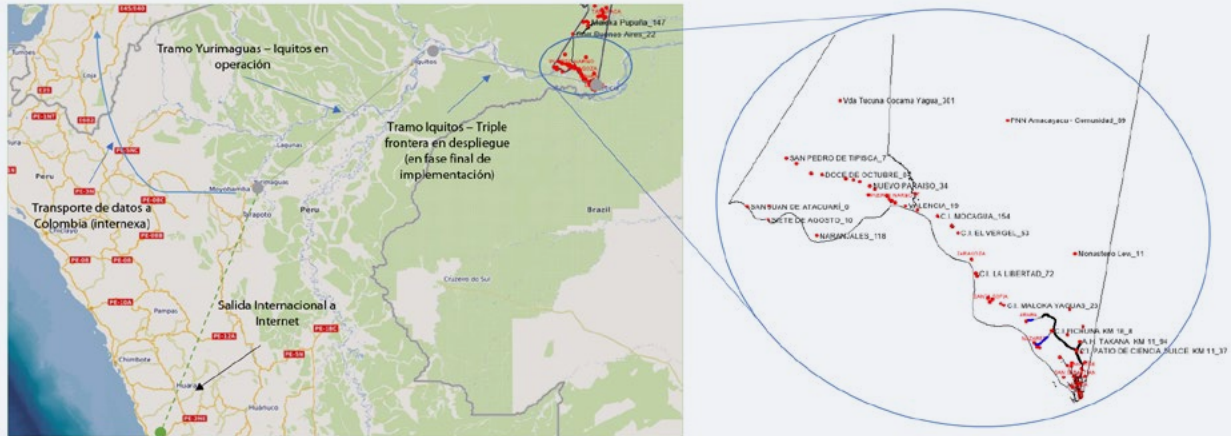
El segundo escenario aprovecha la red de microondas en operación. Mediante la actualización y adición de los elementos activos se duplica la capacidad existente, además de expandir cobertura a cerca de 17.000 habitantes efectuando el despliegue de 10 nuevos saltos microondas y el tendido de una red de dispersión de 56 km de fibra óptica cerca de Leticia. Adicionalmente, como redundancia a la red microondas, se propone implementar 4 cabeceras satelitales de alta capacidad (1 cabecera tipo 1 y 3 cabeceras tipo 2), así como 17 cabeceras satelitales tipo 3 para lograr una mayor cobertura poblacional. Debido a que la plataforma se encuentra en operación, se plantea como la solución de más rápido despliegue para garantizar el transporte. Ahora bien, acorde con la información técnica del fabricante de la tecnología de microondas, mediante esta actualización se llega a la máxima capacidad disponible para el sistema cerrando posibles futuros escenarios de actualización.

Para aprovechar el acceso y cauce de los ríos Caquetá y Putumayo se plantea el tendido de fibra óptica subfluvial a lo largo de 1.500 km. Esta solución se complementa con la red de microondas existente para brindar así redundancia a la misma hasta el municipio de Tarapacá. En el caso de Leticia y Puerto

Nariño, aunque se propone conectarlos a través de fibra subfluvial por el río Amazonas, existe un cuello de botella para continuar una conectividad por fibra entre Leticia y Tarapacá, por lo que la capacidad estaría limitada al enlace microondas existente o a futuros proyectos de conectividad a través de Perú o Brasil. Adicionalmente, se plantea la instalación y puesta en marcha de 17 cabeceras satelitales en centros poblados no conectados. Se considera esta solución como disruptiva al permitir entregar datos e internet de alta velocidad por medio de una red de transporte altamente escalable mediante actualizaciones de ancho de banda a medida que la demanda así lo obligue.

La red de fibra óptica subfluvial en el Perú y la conectividad desde este país a Colombia mediante la red de Internexa representan una alternativa técnicamente factible para mejorar la conectividad en las poblaciones de Leticia y Puerto Nariño. Grupo Satelital proyecta finalizar en el segundo semestre de 2023 el despliegue del segundo tramo de fibra óptica subfluvial desde la población de Iquitos, en Loreto (Perú), hasta la isla de Santa Rosa, en la triple frontera con Brasil y Colombia. Esto se complementa con el tramo de fibra existente entre Iquitos y Yurimaguas, punto donde se cuenta con nodos de conectividad para la salida internacional a internet o para transportar el tráfico al *backbone* de Colombia a través de la red del operador Internexa (ver figura 33). Esta alternativa brindaría conectividad de alta velocidad a los cascos urbanos de Leticia, Puerto Nariño y las localidades cercanas. Las localidades interconectadas con infraestructura vial y/o eléctrica con Leticia pueden ser atendidas mediante el despliegue de fibra óptica aérea como se describió previamente. Otras localidades más alejadas de las cabeceras municipales de Leticia y Puerto Nariño serían alcanzadas mediante enlaces microondas que podrían usar, en la mayoría de los casos, la infraestructura existente del proyecto del PNCAV. Para la conexión de otras localidades del departamento se propone un complemento mediante la instalación de cabeceras satelitales.

Figura 33. Conectividad de Leticia y Puerto Nariño a través de Perú



Fuente: elaboración propia con base en comunicación personal con Grupo Satelital (5 de mayo de 2023).

La solución de acceso para conectar al usuario final es igual para todos los escenarios. La conexión al usuario final se desarrollaría a través de la implementación de redes abiertas FTTH en 23 localidades y de infraestructura de soporte pasiva para la provisión

de servicios de acceso inalámbrico a internet en 43 localidades de poca población.

A modo de resumen, se presenta en la figura 34 un análisis cualitativo de los escenarios propuestos.

Figura 34. Análisis de los escenarios propuestos

	Alcance	QoS	Riesgo Implem.	Inversión	Sostenibilidad/escalabilidad
1. Solución soportada en cabeceras satelitales	●	●	●	●	●
2. Solución soportada en fortalecimiento de red de microondas + expansión por satélite	●	●	●	●	●
3A. Solución disruptiva (fibra subfluvial a través de ríos colombianos)	●	●	●	●	●
3B. Solución disruptiva (fibra subfluvial del Perú para conectar Leticia y Puerto Nariño)	●	●	●	●	●

Menos favorable ● ● ● ● ● Más favorable

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de un IXP para el Amazonas

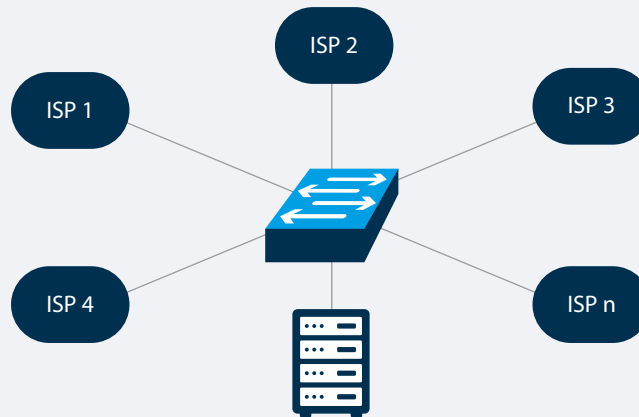
Únicamente en Leticia habría múltiples ISP con posibilidad de interconectarse a través de un IXP (ver figura

35). Al corte del tercer trimestre de 2022, Leticia era el único municipio o ANM donde más de un ISP prestaba servicio de internet fijo residencial. Debido al reducido tamaño de otras localidades del departamento, se pre-

vé que no más de un ISP prestará servicio de acceso a internet en cada una de dichas localidades, razón por la cual no habría aplicabilidad de un IXP en ellas. La

implementación de un IXP departamental no evitaría el costo y uso de las alternativas de transporte disponibles en el departamento (red de microondas o satelital).

Figura 35. Esquema de conexión de un IXP



Fuente: elaboración propia.

Técnicamente, es posible implementar un IXP en Leticia, pero no hay evidencia que indique que el beneficio sea significativo. No existe información sobre la magnitud del tráfico de internet con puntos de inicio y terminación dentro de Leticia, pero estudios y encuestas indican que entre los servicios más utilizados en Colombia a través de internet se encuentran videos y TV en línea, video bajo demanda, *streaming* de música (Kantar IBOPE Media, 2022), cuyos contenidos estarían almacenados fuera de departamento del Amazonas. Esto indica que no se obtendría mayor provecho de la implementación de un IXP en este municipio.

Viabilidad regulatoria

Un proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas puede desarrollarse bajo el marco normativo vigente. En efecto, el marco normativo permite inferir que no existen barreras legales que impidan el desarrollo de las actividades de un proyecto. Cabe precisar que el PRST debe estar inscrito en el registro TIC que administra el MinTIC. Esta disposición es aplicable para cualquier persona jurídica (nueva o existente) que brinde los servicios de conectividad a terceros. Con la inscripción en el Registro Único de TIC

se surtirá la habilitación general para la instalación, ampliación, modificación, operación y explotación de redes para la prestación de los servicios de telecomunicaciones. Adicionalmente, de requerirse el uso de espectro radioeléctrico, el trámite de asignación es sencillo y hasta un 90 % de las contraprestaciones económicas podrán ser pagadas mediante obligaciones de hacer, y deberá cumplirse con las obligaciones regulatorias que tiene todo proveedor de servicios de acceso a internet, excepto aquellas obligaciones exentas para proveedores que tengan menos de 30.000 accesos y las obligaciones de cumplimiento de indicadores de calidad que están exentas para el municipio de Leticia.

El proveedor de segmento satelital debe cumplir con lo establecido en la Resolución MinTIC 376 de 2022 para la obtención del permiso, el cual, en concordancia con el régimen comunitario, impone el deber de registrar los satélites en la Lista Andina Satelital de la Comunidad Andina de Naciones. La mencionada resolución establece las obligaciones y responsabilidades para los titulares de permisos de uso del espectro asociado a los servicios de radiocomunicaciones por satélite y crea un permiso asociado a los servicios de radiocomunicaciones por satélite a través de estaciones terrenas otorgado por el MinTIC.

Este se puede obtener si el proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones se encuentra autorizado por el operador satelital, o una persona jurídica autorizada por este, para acceder a las frecuencias del segmento espacial.

La integración vertical de los servicios portador y minorista no está sujeta a regulación ex ante, lo cual implica que el operador podrá prestar servicios portadores en el *backbone*, bien sea mediante la instalación de redes o la compra mayorista de capacidades de transmisión de datos, servicios de acceso a través de redes cableadas y/o inalámbricas, así como servicios de acceso a internet al usuario final. La integración de estos servicios está permitida en la normatividad vigente. No obstante, el MinTIC ejerce funciones de control y vigilancia en aquellas operaciones que impliquen integración vertical mediante la exigencia de reportes de información que den cuenta de las tarifas y de las transacciones contables entre estos dos servicios. El modelo de separación contable, adoptado por la CRC, considera que las redes de telecomunicaciones poseen 4 subsistemas: red de núcleo, red de transmisión, red de conmutación y red de acceso, y por lo tanto los reportes de información financiera del modelo de separación contable deben atenderse a dicha consideración.

No existe ninguna restricción regulatoria para la cofinanciación estatal del proyecto y fijación del precio del servicio mayorista que se defina para el pago de los servicios prestados. Si el Estado cofinancia un proyecto, no se observan limitaciones legales o regulatorias que le impidan sugerir los precios de dicha infraestructura, dado que está invirtiendo en las redes de transporte y acceso. La reglamentación de los contratos de aporte que se ejecutan con recursos del FUTIC está en cabeza del MinTIC.

Como no existe competencia en la zona donde se prestará el servicio, el contrato que se diseñe para la ejecución de la política de conectividad del departamento del Amazonas podrá incorporar las tarifas marco. Si bien existe una libertad tarifaria, en el contrato se puede determinar que en el marco de un proyecto que tiene un objetivo social las tarifas

pueden ser subsidiadas, para lo cual se determinará el valor de las mismas en el contrato que se suscriba con el operador seleccionado. Asimismo, el operador deberá cumplir con el marco regulatorio y las disposiciones que sobre el particular determine el regulador.

Las autoridades territoriales exigen el cumplimiento de requisitos para el despliegue de infraestructura de redes de telecomunicaciones. Estos requisitos comprenden el certificado de inscripción en el Registro Único de TIC y el plano de localización del predio donde se instalará la estación. Cuando sea necesario adelantar obras de construcción, ampliación, modificación o demolición de edificaciones, se deberá adjuntar la respectiva licencia urbanística de construcción expedida por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente. Estos trámites se ejecutan en plazos razonables que no ponen en riesgo la ejecución del proyecto.

La ley no considera expresamente el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones como una actividad sujeta a la obtención de licenciamiento ambiental. Las telecomunicaciones no se encuentran taxativamente enunciadas en los proyectos, obras y actividades sujetas a la obtención de licencia ambiental en los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015. No obstante, en caso de que se deban realizar obras de infraestructura en parques nacionales naturales se deberá contar con la respectiva licencia que otorgue la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y deberá acreditarse el cumplimiento de las obligaciones establecidas en dicha licencia en cuanto a la altura de las torres y demás elementos de infraestructura que se desplieguen en los espacios protegidos.

El despliegue de infraestructura de telecomunicaciones en territorios de comunidades étnicas deberá someterse a concepto de la Autoridad Nacional de Consulta Previa. La realización de trabajos en territorios de comunidades étnicas deberá remitirse a la Autoridad Nacional de Consulta Previa para que dicho organismo determine la procedencia o no de la consulta. La Autoridad Nacional de Consulta Previa realiza un estudio cartográfico y geográfico para establecer si las actividades de un proyecto, obra o activi-

dad son susceptibles de generar afectaciones directas a comunidades de pueblos étnicos y da respuesta en un plazo comprendido entre los entre 4 y los 6 meses a partir de la fecha de la solicitud. Cabe anotar que la Ley 2294 de 2023 (artículo 356) incorpora el carácter

vinculante que tienen los acuerdos de la consulta previa con los pueblos indígenas cuando encuentre evidencia razonable que indique la posibilidad de causar afectaciones directas a comunidades étnicas.

Tabla III.5 Viabilidad regulatoria de cada uno de los trámites u obligaciones y su nivel de complejidad (bajo, medio o alto)

Trámite/obligación	Complejidad
El proyecto de conectividad regional puede desarrollarse con el marco normativo existente.	●
La integración vertical de los servicios de portador y minorista no está sujeta a regulación ex ante.	●
No existe ninguna restricción regulatoria para que el Estado cofinancie el proyecto y fije el precio del servicio mayorista.	●
Las autoridades territoriales exigen el cumplimiento de requisitos para la instalación de antenas y, en general, para el despliegue de infraestructura de redes.	●
El despliegue de infraestructura no requiere de licenciamiento ambiental (a menos que se requiera de obras en parques naturales).	●
El despliegue de infraestructura de telecomunicaciones está sometido al deber de consulta previa con comunidades étnicas.	●

● El color azul representa nivel de complejidad bajo, lo cual significa que no requiere modificaciones legales y puede ser implementada en un tiempo razonable.

Fuente: elaboración propia.

Análisis de impacto de los escenarios de despliegue propuestos

Las alternativas tecnológicas evaluadas y los escenarios de despliegue propuestos fueron analizados con base en su factibilidad técnica y regulatoria, así como en el potencial impacto que generarían en la reducción de la brecha de conectividad en el departamento del Amazonas. Para priorizar los escenarios de despliegue propuestos, los cuales incluyen y combinan las alternativas tecnológicas identificadas como factibles desde el punto de vista técnico, se toman en consideración los riesgos y ventajas técnicas asociadas a cada uno, así como la cantidad de población beneficiada, contemplando la nueva población a ser cubierta, el potencial de atender nuevos usuarios, la escalabilidad y las mejoras en calidad de servicio, principalmente asociadas con velocidad de conexión, latencia y disponibilidad.

La alternativa tecnológica basada en sistemas satelitales permite extender la cobertura de red de transporte y reducir así la necesidad de desplegar infraestructuras de soporte de alta complejidad.

La instalación de puntos de conectividad de alta velocidad basados en cabeceras satelitales requiere que el equipamiento electrónico y las obras requeridas se implementen dentro de las áreas geográficas donde reside la población a beneficiar, lo cual reduce el riesgo de interrupciones del servicio ocasionadas por terceros o la necesidad de complejas infraestructuras de soporte en zonas selváticas alejadas de asentamientos humanos. Por otro lado, se destaca que las constelaciones satelitales disponibles en la actualidad sobre el departamento del Amazonas en órbitas media y baja ofrecen capacidades del orden de gigabits por segundo y permiten el acceso a internet con latencias de 120 y 40 milisegundos, respectivamente.⁴⁷ Estas características facilitan el acceso a aplicaciones digitales en tiempo real por parte de los usuarios finales.

47 Como referencia, las soluciones típicas de órbita geoestacionaria alcanzan latencias superiores a los 600 milisegundos.

La expansión de la red de microondas permite el aprovechamiento de la infraestructura ya instalada y de la red en operación, con cubrimiento de la mayor parte de la población del departamento, aunque con capacidad limitada. Con más de 100 sitios con radio enlaces microondas y cobertura de más del 65 % de la población, la red de microondas del PNCAV es una infraestructura fundamental para la conectividad del departamento. Se destaca que la tecnología base de esta red cuenta con alta robustez al proporcionar niveles de disponibilidad cercanos a 99,99 %; sin embargo, su extenso recorrido y la topología en cadena la hacen vulnerable a interrupciones por fallas en cualquiera de sus nodos. Adicionalmente, el estado del arte de la tecnología permite la expansión de capacidad hasta el doble de la actual, aunque siempre estará limitada por la disponibilidad de espectro en bandas de frecuencias apropiadas para las distancias de cada salto (i. e., mayor a 20 km) y capacidades técnicas de los equipos. Dicha limitante impide que se atienda la totalidad de la demanda de tráfico actual y futura del departamento.

La solución de fibra óptica subfluvial es la alternativa con mejores posibilidades de crecimiento futuro, pero su implementación demanda mayor inversión y no existe experiencia previa de este tipo de despliegues en el país. A pesar de que las redes de fibra óptica son las más apropiadas para atender altos volúmenes de demanda de tráfico y brinda escalabilidad para el crecimiento de dicha demanda en el largo plazo, la solución evaluada para el departamento del Amazonas favorecería un bajo porcentaje de la población. El aprovechamiento completo de la capacidad de una red de transporte de fibra óptica entre Leticia y Puerto Nariño dependería de la eventual llegada a Leticia de fibra óptica proveniente de Brasil o de Perú, como se propone en el siguiente numeral, o la ejecución del proyecto de infraestructura vial entre Leticia y Tarapacá como base para el tendido del tramo de fibra entre estas dos poblaciones.

La conectividad mediante fibra óptica proveniente de Perú o de Brasil brinda una solución de alta velocidad, y escalable en el tiempo, a localidades de Leticia y Puerto Nariño, pero requiere una

solución complementaria para otras localidades del departamento. Esta alternativa permitiría llevar conectividad de alta calidad a aproximadamente el 60 % de la población del departamento, mientras que la cobertura de localidades no pertenecientes a los municipios de Leticia y Puerto Nariño se efectuaría mediante soluciones satelitales con las características previamente descritas.

Los escenarios satelitales y de fortalecimiento de la red de microondas permitirían que 73 localidades cuenten con un punto de conectividad a una red de transporte, 35 de las cuales corresponden a nueva cobertura, adicionales a las ya alcanzadas por la red de microondas existente. Tanto la solución de red de transporte basada en cabeceras satelitales como el escenario de fortalecimiento de la red de microondas pretenden alcanzar una huella de cobertura similar. En el segundo caso, las poblaciones no alcanzadas por la red de microondas y su expansión serían atendidas mediante soluciones satelitales. Así mismo, en este escenario se contemplan cabeceras satelitales que dan redundancia y cargan el tráfico que excede la capacidad de la red de microondas. La red de acceso se contempla con un alcance de 66 localidades tomando en consideración criterios de población, disponibilidad de energía eléctrica comercial y existencia previa de cobertura 4G conforme se detalló en el literal C.

La cobertura proyectada en los dos escenarios mencionados en el punto anterior alcanza al 87 % de la población del departamento. Entre las 66 localidades que se cubren con el aumento de capacidad y capilaridad de la red microondas del PNCAV o mediante el despliegue de cabeceras satelitales, así como la red de acceso prevista, se llega a 17.825 viviendas y 71.325 personas, que representan el 87 % de la población total del departamento del Amazonas. El escenario 3B –conectividad mediante redes de fibra en países fronterizos– se complementa con la red de microondas existente y el despliegue de cabeceras satelitales en las poblaciones intermedias y más alejadas para alcanzar la misma huella de cobertura de estos escenarios, como se resume en la tabla III.6.

Tabla III.6 Análisis de impacto de los escenarios de despliegue

Escenario	Descripción	Impacto respecto de la situación actual	Población cubierta y conectada
1	Conectividad basada en cabeceras satelitales	<ul style="list-style-type: none"> • Más cobertura a 14.200 habitantes • Mayor redundancia y capacidad a 54.000 habitantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas cubiertas: 17.800 • Población cubierta: 71.300 • Potencial población a conectar: 50.000
2	Fortalecimiento de la red de microondas del PNCV	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor cobertura en 14.000 habitantes • Mayor capacidad para soportar 15.000 habitantes • Mayor redundancia en 16 localidades principales 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas cubiertas: 17.800 • Población cubierta: 71.300 • Potencial población a conectar: 50.000
3B	Conectividad por fibra óptica subfluvial del Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor redundancia y capacidad para 54.000 habitantes en Leticia y Puerto Nariño • Más cobertura a 14.000 habitantes de localidades alejadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas cubiertas: 17.800 • Población cubierta: 71.300 • Potencial población a conectar: 50.000

Fuente: elaboración propia.

Con la cobertura proyectada, se estima que la población conectada puede alcanzar las 49.928 personas, que representan el 61 % de la población del departamento. Con base en la capacidad tecnológica de los escenarios de despliegue analizados, la máxima cobertura poblacional que se alcanza, suponiendo una penetración del 70 %, podría ascender a 49.928 personas, equivalente al 61 % de la población del departamento del Amazonas. Con ello, si tomamos como base las 625 conexiones a hogares reportadas en el Boletín trimestral de las TIC del tercer trimestre de 2022 publicado por el MinTIC (2023a), se brinda conectividad a 47.428 personas más. Adicionalmente, en las 66 localidades cubiertas se proyecta conectividad de 822 empresas y 126 instituciones, con base en una penetración del 70 % en estos segmentos.

F. Evaluación financiera y de riesgos

Requerimientos financieros

El modelamiento financiero realizado indica que la alternativa de transporte satelital requiere un financiamiento total de USD 104.219.971; la alternativa de fortalecimiento de la red microondas existente, un financiamiento total de USD 96.695.264; la alternativa de fibra subfluvial desde Perú, un financiamiento de USD 112.790.289 (ver tabla III.7). Estos resultados incluyen el Capex y el dé-

ficit operativo derivado del cálculo de Opex e ingresos. Se aplicó la metodología de flujos de fondos descontados, por lo que en requerimiento financiero es el valor actual neto (VAN) de las operaciones de transporte y acceso. La alternativa de transporte satelital requiere un financiamiento de USD 91.358.990 para la solución de la red de transporte y de USD 12.860.981 para la solución de red de acceso mayorista. La alternativa de transporte que involucra el fortalecimiento del PNCV requiere un financiamiento de USD 83.834.283 para la solución de la red de transporte y de USD 12.860.981 para la solución de red de acceso mayorista. La alternativa de transporte mediante fibra proveniente de Perú requiere un financiamiento de USD 99.929.308 para la solución de transporte y de USD 12.860.981 para la solución de acceso mayorista.

En las 3 soluciones de transporte, el concepto que demanda mayor requerimiento financiero es el Opex. El Opex tiene mayor peso en las soluciones de transporte satelital y fibra subfluvial desde Perú por el mayor costo de la capacidad satelital y del transporte de fibra subfluvial. En el caso de fortalecimiento del PNCV, por otra parte, el Capex es más alto por la necesidad de inversión en aumento de capacidad y capilaridad.

La red de acceso tiene mayor peso del Capex. En los tres escenarios se supone la misma red de acceso. El ISP que opera la red de acceso minorista no requiere financiamiento adicional, ya que se adapta-

ron los precios que debe pagar por la capacidad de transporte y por alquiler de la red de acceso para que su operación sea económicamente viable. Sin embargo, el operador mayorista de la red de acceso sí requiere financiamiento del Opex. De estos resultados

se desprende una conclusión relevante: tanto en la red de transporte como en la red de acceso mayorista no es suficiente un cofinanciamiento del Capex, también requieren un cofinanciamiento del Opex.

Tabla III.7. Resultados del modelamiento

Escenario 1. Transporte satelital Resultados modelo financiero. VAN en USD		Escenario 2. Fortalecimiento PNCVA Resultados modelo financiero. VAN en USD		Escenario 3. Fibra fluvial-Perú Resultados modelo financiero. VAN en USD	
Transporte	91.358.990	Transporte	88.834.283	Transporte	99.929.308
Ingresos	611.084	Ingresos	611.084	Ingresos	611.084
Opex	87.717.447	Opex	60.459.127	Opex	98.316.719
Capex	4.243.664	Capex	23.977.277	Capex	2.214.710
Capital de trabajo	8.963	Capital de trabajo	8.963	Capital de trabajo	8.963
Acceso	12.860.981	Acceso	12.860.981	Acceso	12.860.981
Ingresos	1.422.423	Ingresos	1.422.423	Ingresos	1.422.423
Opex	2.732.611	Opex	2.732.611	Opex	2.732.611
Capex	11.529.910	Capex	11.529.910	Capex	11.529.910
Capital de trabajo	20.884	Capital de trabajo	20.884	Capital de trabajo	20.884
Acceso minorista	124.427	Acceso minorista	124.427	Acceso minorista	124.427
Total	104.219.971	Total	96.695.264	Total	112.790.289

Fuente: elaboración propia.

El requerimiento financiero por vivienda conectada en el escenario de transporte satelital es de USD 8.353, en el escenario de fortalecimiento de la red microondas, de USD 7.750, y en el escenario de fibra subfluvial proveniente de Perú, de USD 9.039. El requerimiento financiero por vivienda conectada es el resultado de dividir el requerimiento financiero total de cada escenario por las viviendas co-

nectadas, suponiendo una penetración del 70% sobre la huella de cobertura de 17.825 viviendas.

Los resultados del modelamiento son altamente sensibles al costo del transporte (satelital o fibra) y menos sensibles al precio final del servicio vendido y a la contraprestación del espectro (ver tabla III.8).

Tabla III.8. Análisis de sensibilidad del modelo

Escenario 1. Transporte satelital Análisis de sensibilidad		Escenario 2. Fortalecimiento PNCVA Análisis de sensibilidad		Escenario 3. Fibra fluvial-Perú Análisis de sensibilidad	
Costo internet satelital en USD/Mbps/mes		Costo internet satelital en USD/Mbps/mes		Costo transporte fibra en USD/Mbps/mes	
160	104.219.971	160	96.695.264	190	112.790.289
100	72.869.669	100	77.747.261	160	93.646.823
60	51.969.468	60	65.115.259	100	64.608.731
Precio servicio internet 10 Mbps. En COP/mes		Precio servicio internet 10 Mbps. En COP/mes		Precio servicio internet 10 Mbps. En COP/mes	
160	104.219.971	160	96.695.264	25000	112.790.289
100	102.370.871	100	94.846.164	40000	110.941.189
60	101.116.623	60	93.591.916	50000	109.686.941
Contraprestación espectro		Contraprestación espectro			
		Actual	96.695.264		
		Cero	96.689.801		

Fuente: elaboración propia.

Riesgos

Regulatorios

Cambios normativos, legales o regulatorios pueden generar impactos en la ejecución de las propuestas que se estén ejecutando o desarrollando para llevar la conectividad a zonas de difícil acceso, en este caso particular en el departamento del Amazonas. En efecto, cambios normativos en materia de cumplimiento de requisitos u obligaciones para los PRST, en el uso de recursos como el espectro, acceso a infraestructuras de terceros o el relacionamiento con comunidades puede afectar los proyectos. Se resalta, especialmente, que cualquier modificación relacionada con las consultas previas realizadas con comunidades étnicas puede afectar el tiempo de ejecución de los proyectos. De otro lado, es posible que una vez surtida la consulta los resultados puedan afectar el desarrollo del proyecto; esto es, que no se pueda contar con la autorización respectiva por la comunidad para la instalación de la infraestructura necesaria, lo cual podría llevar a un rediseño del mismo, aumentando los costos, nuevos escenarios de socialización y, por consiguiente, una alteración en los cronogramas diseñados para el despliegue y puesta en marcha de la alternativa seleccionada para llevar a la conectividad al territorio.

Manejo de las comunidades involucradas en el proyecto. Uno de los aspectos relevantes del proyecto es que requiere de un trabajo articulado y mancomunado con las comunidades étnicas que serán impactadas con la iniciativa de llevar conectividad al departamento del Amazonas. De allí que se requiere contar con los permisos respectivos de las autoridades departamentales y municipales y con los líderes de cada una de estas comunidades para el diseño de una estrategia de socialización de la alternativa, los beneficios que esta pueda traer para cada una de sus actividades. No contar con un modelo de socialización con las comunidades étnicas podrá tener incidencia en la consulta y la aprobación del proyecto por parte de los integrantes de los resguardos y de su incorporación en la consulta previa.

Riesgos ambientales. En atención a la naturaleza y particularidades que tiene el departamento del Amazonas, el cual cuenta con áreas protegidas como el Parque Nacional Natural Amacayacu, el Parque Nacional Natural Cahuinarí, el Parque Nacional Natural La Serranía de Chiribiquete, el Parque Nacional Natural Río Puré y el Parque Nacional Natural Yaigojé Apaporis, podrían requerirse licencias ambientales para que se pueda realizar el despliegue de la infraestructura necesaria para la puesta en marcha de la iniciativa seleccionada.

Del proceso

Las soluciones tecnológicas evaluadas requieren de la participación de ISP interesados en gestionar el servicio en todas las localidades a atender. El proceso para llevar a la práctica las soluciones consideradas debe contar con los incentivos adecuados para que los ISP estén dispuestos a llevar el servicio a todas las localidades consideradas en el estudio.

El despliegue de elementos de red y la continuidad del servicio pueden resultar afectados por la acción de grupos al margen de la ley. Algunos de los PRST entrevistados indicaron que sus operaciones se veían afectadas por este tipo de organizaciones.

Operativos

Las condiciones naturales propias del departamento y las carencias mencionadas a lo largo del presente estudio implican dificultades que deben ser reconocidas y abordadas durante el despliegue de las soluciones y la operación de las mismas. Para algunas localidades, la solución de telecomunicaciones debe complementarse con una alternativa de suministro de energía eléctrica que, al igual que el servicio de telecomunicaciones, requerirá de soporte técnico, el cual deberá suministrarse en sitio, cuando así se requiera, con las dificultades de desplazamiento presentes en el departamento.

La gestión administrativa de los usuarios ubicados en localidades remotas puede representar una dificultad que requerirá de condiciones especiales durante la operación. Aspectos tales como el pago del servicio de internet suministrado pueden resultar

complejos para la población que habita localidades aisladas y que, seguramente, no cuenta con productos financieros que permitan efectuar transacciones en línea.

Financiamiento

La disponibilidad de fondos de FUTIC para el proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas depende de decisiones que tome el MinTIC en cuanto a la priorización de proyectos de conectividad a financiar. Si existen otros proyectos en el portafolio de MinTIC con mayor prioridad en los próximos 10 años, la asignación de fondos para el proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas se puede ver comprometida. Asimismo, cualquier cambio importante en el plan de trabajo de MinTIC puede afectar la asignación de fondos de FUTIC al proyecto en mención.

FUTIC cuenta con una serie de condiciones y procedimientos que por ley deben cumplirse para avalar la financiación de un proyecto de conectividad. Por lo tanto, recursos en términos de tiempo deben estar disponibles para realizar todos los trámites necesarios para lograr la exitosa asignación de fondos de FUTIC para el proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas. Posiblemente, vigencias futuras tendrán que ser aprobadas para el proyecto, lo cual también involucraría un tiempo para su aprobación.

Debe existir coordinación y apoyo de diferentes financiadores para llevar a cabo la implementación y operación del proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas. Un solo actor no podría financiar todos los componentes del proyecto, ya que ninguno cuenta con la experiencia para financiar exitosamente todos los componentes (transporte y acceso mayorista y redes de acceso minoristas). FUTIC y el Banco Mundial cuentan con la capacidad de financiar la red de transporte y acceso mayorista. Así mismo, el enfoque de Bancóldex es el apoyo a pequeños y medianos empresarios, dentro de su misión no se encuentra financiar grandes proyectos de infraestructura de conectividad.

Sin apoyo de financiamiento, los ISP locales podrían no llegar a cumplir la misión de entregar el servicio al usuario final. Se debe garantizar la puesta en marcha de modelos de financiamiento dedicados a los ISP locales. Es preciso que Bancóldex y otras organizaciones como iNNpulsa o el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) apoyen a los ISP locales en su formalización, fortalecimiento de capacidades internas, desarrollo de negocio y acceso a créditos con condiciones favorables para lograr que estos actores cumplan con su misión y garanticen la entrega de un servicio de calidad a los usuarios finales. Sin el apoyo necesario, los ISP locales no lograrían acceder a los créditos necesarios.

El acceso de los ISP locales a mejores condiciones de crédito se puede ver afectada si los diferentes actores gubernamentales no logran trabajar en conjunto para implementar soluciones, como, por ejemplo, acuerdos interadministrativos que resulten en mejores tasas de interés para los ISP.

Estrategia financiera para la implementación

Mensajes principales

- Se identificaron tres potenciales fuentes de financiamiento para el proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas: (i) la banca de desarrollo multilateral; (ii) el MinTIC a través del FUTIC; y (iii) microfinancieras que pudieran movilizar pequeñas cuantías de recursos para apoyar los requerimientos de los ISP locales.
- Los fondos proyectados e identificados en cada uno de estos actores serían suficientes para financiar el proyecto de cierre de la brecha digital planteado en este informe.
- Las 3 fuentes potenciales de financiamiento pueden ser movilizadas de forma coordinada para financiar diversos componentes del proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas.
- El Banco Mundial y FUTIC tienen la capacidad e interés para financiar el componente de transporte y acceso (red mayorista), mientras que Bancóldex

podría ofrecer microfinanciamiento a los ISP locales que se espera prestarán servicios a los usuarios finales (acceso minorista).

Instrumentos disponibles

Se identificaron 3 potenciales fuentes de financiamiento para el proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas. A partir del análisis desarrollado, incluyendo entrevistas con los principales actores del mercado, 3 de las 8 categorías de actores identificados están posicionados para

participar en el proyecto: (i) la banca de desarrollo multilateral; (ii) el MinTIC a través del FUTIC; y (iii) microfinancieras que pudieran movilizar pequeñas cuantías de recursos para apoyar los requerimientos de los ISP locales (ver figura 36). Con base en el análisis y entrevistas realizadas, estos son los actores que cuentan con interés, fondos, capacidad y experiencia para ofrecer diferentes tipos de financiamiento a los actores que desplegarían redes de transporte y acceso (mayorista y minorista) en el departamento del Amazonas.

Figura 36. Resumen de revisión de potenciales actores para el financiamiento

Categoría	Actores	Interés	Financiación	Segmento de mercado
Operadores Móviles de Red	Claro, Movistar, WOM, Tigo	●	●	Ⓐ
Transporte terrestre	Andired	●	●	Ⓓ
Transporte satelital	Skynet, SES, Starlink	●	●	Ⓓ
ISP locales	Conéctate	●	●	Ⓐ
Microfinancieras	Bancóldex	●	●	Ⓐ
MinTIC	FUTIC	●	●	Ⓓ Ⓐ
Banca desarrollo nacional	Financiera de Desarrollo Nacional	●	●	Ⓓ Ⓐ
Banca desarrollo multilateral	Banco Mundial	●	●	Ⓓ Ⓐ

● Alto
 ● Medio
 ● Bajo
 Ⓓ Redes de transporte
 Ⓐ Redes de acceso

Fuente: elaboración propia.

Las 3 fuentes de financiamiento potencial pueden ser movilizadas de forma coordinada para financiar diversos componentes del proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas. El Banco Mundial y FUTIC tienen la capacidad e interés de financiar el componente de transporte

y acceso (red mayorista), mientras que Bancóldex podría ofrecer microfinanciamiento a los ISP locales que se espera prestarán servicios a los usuarios finales (acceso minorista). Los fondos identificados serían suficientes para financiar un proyecto de cierre de brecha digital planteado en este documento (ver tabla III.9).

Tabla III.9. Consolidado de fondos proyectados por potencial fuente de financiamiento

Potencial fuente de financiamiento	Fondos potencialmente disponibles	Segmento de mercado
FUTIC	Proyectos de conectividad: USD 1,7 billones (10 años) Excedentes financieros: hasta USD 771 millones (10 años)	Red de transporte y acceso (mayorista)
Banco Mundial	Hasta USD 250 millones (para conectividad y otros proyectos)	Red de transporte y acceso (mayorista)
Bancóldex	Aprox. USD 500.000 – 1 millón (anual)	Redes de acceso minoristas
Costo escenario 1 (transporte satelital)	USD 104,2 millones (10 años)	Red de transporte y acceso (mayorista)
Costo escenario 2 (fortalecimiento PNCV)	USD 96,7 millones (10 años)	Red de transporte y acceso (mayorista)
Costo escenario 3 (Fibra fluvial – Perú)	USD 112,8 millones (10 años)	Red de transporte y acceso (mayorista)

Fuente: elaboración propia.

Fondos disponibles esperados

Banca de Desarrollo Multilateral

El Banco Mundial ha desarrollado para el MinTIC este estudio de prefactibilidad y es un aliado clave para la puesta en marcha del proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas. Como resultado del desarrollo del estudio de prefactibilidad, el Banco Mundial entiende bien las necesidades y objetivos del GdC en torno al proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas. A través de este estudio, el Banco Mundial ha identificado los requerimientos específicos, los retos y limitaciones para poner en marcha el proyecto; por lo mismo, resulta ser un aliado idealmente posicionado para el diseño, implementación y financiación del proyecto descrito.

El Banco Mundial podría llegar a ofrecer financiamiento para proyectos de conectividad y actividades relacionadas con el fortalecimiento de capacidades para la apropiación de las TIC en Amazonas y en otros departamentos con condiciones de brecha digital similares. Con estos recursos el Banco Mundial podría apoyar el programa Conecta TIC 360 del MinTIC para conectar áreas rurales de Colombia, en donde solo el 28,9 % de la población tiene internet (MinTIC, 2023c). El programa Conecta TIC 360 se alinea con los objetivos del Banco Mundial

de conectar a los desconectados a través de ofrecer conectividad a internet rápida, confiable, segura y asequible (Banco Mundial, s. f.). Existen otros bancos multilaterales (p. ej., el Banco Interamericano de Desarrollo [BID] y el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe [CAF]) que podrían estar interesados en apoyar, con financiamiento, proyectos de cierre de brecha digital en Colombia.

FUTIC

Estimaciones realizadas para el presente informe indican que FUTIC tendría una disponibilidad promedio de USD 176 millones anuales para financiar proyectos de conectividad y un total de USD 1,7 billones entre 2024 y 2033. Estas estimaciones se hicieron con base en cálculos de la Oficina para la Gestión de Ingresos del Fondo, que ha proyectado un crecimiento compuesto anual promedio del ingreso de FUTIC de 4 % anual para el periodo 2024-2033.⁴⁸ La disponibilidad de fondos identificada (ver tabla III.10) sería suficiente para financiar Capex y Opex de los tres escenarios del proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas descrito en este informe. Cabe anotar que en 2023 no existe disponibilidad de fondos suficientes del FUTIC para proyectos de conectividad y solo habría fondos disponibles a partir del 2024.

48 Cifra resultante del cálculo de la tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR por su sigla en inglés).

Tabla III.10. Proyección de ingresos FUTIC y disponibilidad para proyectos de conectividad, 2023-2033 (USD millones)

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Total ingresos FUTIC	361	408	447	397	426	446	474	458	556	577	598
Gastos funcionamiento	99	110	115	119	122	126	130	134	138	142	146
Programas de conectividad existentes⁴⁹	86	45	40	43	46	50	53	27	12	0	0
Otros proyectos TIC	163	122	134	119	128	134	142	138	167	173	179
Total disponible – proyectos de conectividad	13	131	158	116	130	137	149	160	240	262	272
Escenario 1 - Transporte satelital		25	20	19	18	18	17	16	16	15	15
Escenario 2 - Fortalecimiento PNCAV		34	16	15	15	14	14	14	13	13	13
Escenario 3 – Fibra subfluvial - Perú		25	22	21	20	19	19	18	18	17	16

Fuente: elaboración propia con base en información de FUTIC.

En caso de reducir el nivel de excedentes transferidos a la nación, se proyecta que el FUTIC podría contar con hasta USD 77 millones adicionales anualmente en el periodo 2024-2033 para invertir en proyectos de conectividad. Un análisis detallado de los estados financieros de FUTIC evidencia que el fondo anualmente realiza transferencias de excedentes financieros a la nación por sumas significativas de dinero. Estos son fondos propios de FUTIC que no han sido ejecutados o presupuestados para cumplir con los objetivos y/o misión de FUTIC y, por tanto, son

transferidos al fisco nacional mediante acuerdo con el Ministerio de Hacienda. Si FUTIC destinará los fondos que transfiere anualmente a la nación para proyectos de conectividad, se proyecta una potencial disponibilidad de hasta USD 771 millones adicionales en los próximos 10 años para el financiamiento de proyectos de conectividad. Como se observa en la tabla III.11, en promedio estos montos permitirían cubrir el Opex y Capex estimado del proyecto de cierre de la brecha digital en el departamento del Amazonas durante el periodo 2024-2033.

Tabla III.11. Proyección de fondos adicionales por concepto de reducción de excedentes financieros de FUTIC, 2024-2033 (USD millones)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Transferencias de excedentes financieros a la nación	63	70	72	74	76	78	81	83	86	88
Escenario 1 - Transporte satelital	25	20	19	18	18	17	16	16	15	15
Escenario 2 - Fortalecimiento PNCAV	34	16	15	15	14	14	14	13	13	13
Escenario 3 – Fibra subfluvial - Perú	25	22	21	20	19	19	18	18	17	16

Fuente: elaboración propia con base en información de FUTIC.

Actualmente, FUTIC carece de experiencia en el financiamiento de proyectos de pequeña escala que puedan apoyar directamente a ISP locales. Si

bien FUTIC, por su misión, experiencia y disponibilidad de fondos, resulta ser un actor natural a considerar para la estructuración financiera de proyectos

49 Los programas incluidos en esta categoría tienen vigencias futuras aprobadas hasta 2031.

de conectividad de gran envergadura, como el proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas, el fondo carece de la experiencia y los procesos internos necesarios para el desembolso de pequeñas sumas de dinero (aproximadamente USD 2.000) a beneficiarios con limitada capacidad interna y variados niveles de formalización, como es el caso de los ISP locales. El financiamiento de este tipo de actores sería más eficiente con la intervención de instituciones de microcréditos, como se discute en el apartado siguiente.

*Bancóldex*⁵⁰

Bancóldex está bien posicionado para ofrecer facilidades de microfinanciamiento y para apalancar la movilización del capital privado de ISP locales

en el departamento del Amazonas. Bancóldex, como institución financiera de segundo piso (ver figura 37), ofrece microcréditos consistentes con la escala y requerimientos típicos de pequeñas empresas en el sector de telecomunicaciones (promedio de USD 2.200 [COP 10,5 millones] por crédito). De ofrecerse condiciones atractivas, el canal de microcréditos podría apoyar el despliegue de redes de acceso y/o componentes como equipos transmisores/receptores, así como capital de trabajo para los ISP locales. Aunado a ello, la suscripción de acuerdos interadministrativos entre MinTIC y Bancóldex podría ser un vehículo para mejorar las condiciones de microcrédito asociadas con el proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas (p. ej., vía la reducción de tasas de interés) (Bancóldex, comunicación personal, 6 y 21 de marzo de 2023).

Figura 37. Proceso de movilización de recursos por Bancóldex



Se espera que Bancóldex continúe otorgando microcréditos para el sector de telecomunicaciones por el orden de los USD 500.000 a USD 1 millón anuales durante los próximos 10 años. Durante 2022, Bancóldex desembolsó a través de sus aliados montos dentro de este rango a microempresas del sector de las telecomunicaciones a nivel nacional. Si bien no realizó desembolsos en este sector en el departamento del Amazonas en 2022, Bancóldex desembolsó a través de sus aliados microcréditos en otros departamentos identificados por MinTIC con alta brecha de conectividad incluyendo el Chocó, Cauca, Putumayo, San Andrés y Vaupés (MinTIC, 2023c, p. 4). Entrevistas realizadas con Bancóldex indican que sus

aliados cuentan con presencia en el departamento del Amazonas y, por tanto, tienen capacidad de movilizar recursos en dicho departamento (Bancóldex, comunicación personal, 21 de marzo de 2023). Se estima que esta fuente de microcréditos sería suficiente para financiar los costos estimados de USD 124.000 para el despliegue de redes de acceso minoristas para el proyecto en el departamento del Amazonas por los próximos 10 años.

ISP locales

Los ISP locales han movilizado capital privado para cubrir brechas de conectividad extendiendo principalmente redes de acceso a internet fijo

50 El Banco de Desarrollo Empresarial de Colombia (Bancóldex) es un banco comercial de propiedad estatal que se enfoca en mejorar la productividad de empresas en Colombia, con énfasis en micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), apoyando el desarrollo sostenible y la internacionalización de las empresas, actuando como instrumento de política pública. Actualmente, Bancóldex apoya a mipymes mediante programas de microcréditos destinados a la inversión, capital de trabajo o modernización (p. ej., digitalización) de los beneficiarios. Ver Bancóldex (s. f.).

(de fibra e inalámbricas) en zonas apartadas y no servidas de Colombia. En la actualidad se estima que existen más de 3.000 ISP locales en el país (Lorduy, 2023). Estos actores responden a la demanda local de cada región y típicamente despliegan redes de acceso propias para ofrecer servicios en comunidades donde identifican oportunidades comerciales. Los ISP locales son actores que presentan una alta heterogeneidad en términos de tamaño, tipo de tecnología, capacidades organizacionales y formalización (ISP Corporación, comunicación personal, 14 de febrero de 2023). Entrevistas realizadas por el equipo de trabajo sugieren que, de existir redes de transporte que ofrecen tránsito IP a precios competitivos (USD 2-3 Mbps/mes), un ISP local puede entrar a ofrecer servicios inalámbricos en una zona específica si identifica demanda de al menos 20 usuarios (ISP Corporación, comunicación personal, 14 de febrero de 2023). Si la demanda es de al menos 80 usuarios y existen postes eléctricos en la zona, el ISP local podría ver justificado el tendido de fibra al hogar (ISP Corporación, comunicación personal, 14 de febrero de 2023).

El análisis realizado en este estudio indica que los ISP locales no tienen capacidad para participar con recursos propios en la financiación del proyecto de cierre de brecha digital en el departamento del Amazonas en sus componentes de transporte y/o acceso mayorista (en zonas que no sean rentables). Sin embargo, estos actores invierten fondos privados para desplegar redes y ofrecer servicios de acceso a internet a usuarios finales en zonas previamente no servidas en las que exista viabilidad comercial. En lo que concierne al departamento del Amazonas, se identificaron varios ISP (alrededor de 6 posibles prestadores) con presencia al menos en Leticia y Puerto Nariño (Conéctate, comunicación personal, 22 de febrero de 2023). Si bien los ISP locales podrían estar posicionados para ofrecer el servicio de internet a usuarios finales en zonas más allá de estas poblaciones principales, mayor investigación de campo es necesaria para identificar la existencia del interés de este tipo de operadores.

Dada su escala y limitaciones internas, los ISP locales históricamente han tenido limitado acceso

a fuentes de financiamiento. Estos actores generalmente han financiado sus operaciones con recursos propios, apalancándose en su flujo de caja para acometer inversiones para el despliegue de sus redes. Este es el caso de los ISP locales entrevistados en el departamento del Amazonas. En otros casos, los ISP locales han accedido a créditos de la banca comercial/microcréditos u obtenido financiamiento extendido por sus proveedores de componentes de red.

Los ISP locales cuentan con capacidad interna limitada para identificar y obtener financiamiento privado y público. Estos operadores son organizaciones pequeñas con limitados recursos humanos y económicos y típicamente carecen de estructuras internas que soporten actividades dirigidas a la búsqueda activa de oportunidades de financiamiento o para la estructuración de proyectos. Ello genera cierto grado de informalidad en las operaciones de los ISP locales que se espera dificultaría el cumplimiento de las formalidades y los procesos de diligencia debida para la entrega de financiamiento. Por tanto, el éxito del proyecto de cierre de brecha digital descrito en este informe requerirá de iniciativas dirigidas a la divulgación de sus características, requerimientos y beneficios, así como la capacitación y apoyo a los ISP locales para la participación activa en las oportunidades que se generarán.

Los ISP locales en Colombia tienen requerimientos de financiamiento que se estima no superan en promedio los USD 13.000 (COP 58 millones), lo que dificulta su financiamiento directo por entidades como FUTIC y los bancos de desarrollo (Bancóldex, comunicación personal, 21 de marzo de 2023). Se espera que los bajos requerimientos financieros harán altamente compleja la gestión y vigilancia de los recursos que pudieran ser entregados a estos actores por parte del Gobierno, por ejemplo, a través de FUTIC, o por parte de banca de desarrollo local o multilateral. Teniendo en cuenta los montos mínimos de financiamiento típicamente empleados por estas entidades, la movilización de recursos hacia los ISP locales requeriría de intermediarios financieros que distribuyan los fondos en cuestión.



IV. PROPUESTAS DE POLÍTICA PÚBLICA

Mensajes principales

- Diseñar, desarrollar y ejecutar una estrategia regulatoria integral que contemple la elaboración de un marco normativo diferencial para las zonas rurales o apartadas de los centros urbanos del país.

- Diseñar una política de espectro regional y flexible que permita la incorporación de varios agentes en la prestación de los servicios de comunicaciones en las zonas apartadas, vulnerables o rurales.
- Para incentivar el despliegue de la infraestructura de comunicaciones se requiere de una estrategia orientada a la simplificación de los trámites municipales. De igual manera, se recomienda el diseño de un procedimiento ágil y expedito para dar trámite a los procedimientos de determinación de procedencia y consulta previa.
- Es importante que las estrategias de política pública se acompañen con una revisión regulatoria, por parte de la CRC, en lo que se refiere a las fallas de mercado en la cadena de valor que afectan los proyectos de conectividad en las zonas rurales o apartadas de la geografía nacional.

Propuestas para el desarrollo de la conectividad en las regiones apartadas, rurales o vulnerables de Colombia

Tabla IV.1. Propuestas de Política Pública

Propuestas	Acciones	Entidad	Plazo	Complejidad
Creación de un marco normativo diferencial para las zonas rurales o apartadas de los centros urbanos del país	Establecer un conjunto de normas para establecer zonas geográficas en donde existan niveles diferenciables de calidad, interconexión y/o protección al usuario.	Comisión de Regulación de Comunicaciones	Mediano plazo	●
Simplificación de trámites que exigen los municipios para el despliegue de infraestructura	Simplificar y/o virtualizar los trámites que exigen las entidades municipales para fomentar el despliegue de infraestructura en espacio público, bienes comunales o públicos y uso del mobiliario urbano.	CRC, MinTIC, autoridades locales	Corto plazo, 6 meses	●
	Diseñar un procedimiento ágil y expedito para dar trámite a los procedimientos de determinación de procedencia y consulta previa.	Autoridad Nacional de Consulta Previa, MinTIC	Corto plazo, 10 meses	●
Corrección de fallas de mercado en la cadena de valor que afectan los proyectos de conectividad	Formular acciones regulatorias en el marco del proyecto de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) Análisis de los Mercados de Internet Fijo y su Relación con el Mercado Mayorista Portador para incentivar el desarrollo de redes neutrales, evitar abusos de posición de dominio o desequilibrios competitivos que afecten la viabilidad financiera de los proyectos de conectividad.	CRC	Corto plazo, 10 meses	●

● El color azul representa complejidad baja, significa que no requiere modificaciones legales y puede ser implementada en un tiempo razonable.

Fuente: elaboración propia.

Las 3 alternativas del proyecto son viables bajo el marco regulatorio vigente. No obstante, se sugieren las siguientes propuestas en la ejecución de un proyecto de cierre de brecha digital:

(i) Diseño, desarrollo y ejecución de una estrategia regulatoria integral que contemple la elaboración de un marco normativo diferencial para las zonas rurales o apartadas de los centros urbanos del país

El diseño de una estrategia regulatoria diferencial para el desarrollo social y económico de las zonas rurales, vulnerables o apartadas, como es el caso del departamento del Amazonas. Se sugiere que esta regulación sea coordinada por el MinTIC, con el apoyo técnico de la CRC y de la ANE, e incluya un conjunto de normas para que, en estas zonas ale-

jadas, se diseñe una regulación diferencial (Ley 1978 de 2019, artículo 31) que promueva el desarrollo de la conectividad digital. La regulación que expida el MinTIC y la CRC podría establecer zonas geográficas en donde existan niveles diferenciables de calidad, interconexión y/o protección al usuario.

Para lograr este propósito, es necesario que el MinTIC y la CRC adelanten un inventario de la información técnica sobre la oferta de los servicios de comunicaciones en los departamentos alejados a los centros urbanos, como es el caso del departamento del Amazonas, para identificar los aspectos que deben ser regulados, y el mecanismo de regulación que debe aplicarse. En este contexto, se sugiere que el ente regulador continúe con el ejercicio de

aglomeración de municipios que soportó la Resolución CRC 6755 de 2022⁵¹ para identificar la agregación de la demanda, las restricciones que enfrentan los operadores para no aumentar la cobertura y las condiciones sociales de los usuarios que habitan las zonas rurales o vulnerables, y que se deben superar a través de nuevas líneas de política pública.

(ii) Estrategia enfocada en la simplificación de los trámites que expiden los municipios para incentivar el despliegue de la infraestructura de comunicaciones

Con la creación de un trámite uniforme con carácter nacional para el despliegue de las redes de comunicaciones, previsto en el PND 2022-2026 (Ley 2294 de 2023, artículo 147), liderado por el MinTIC con el apoyo técnico de la CRC, se podrían superar las restricciones que tienen varios municipios de Colombia para el desarrollo de las redes de comunicaciones. No obstante, es importante que este proceso normativo se acompañe con una estrategia digital que permita simplificar o virtualizar los trámites que exigen las entidades municipales, en conjunto con una activa articulación con las autoridades municipales para fomentar el despliegue en espacio público, bienes comunales o públicos y uso del mobiliario urbano.

De igual manera, se propone que el MinTIC, el Ministerio del Interior y la Autoridad Nacional de Consulta Previa (ANCP) diseñen un procedimiento ágil y expedito para dar trámite a los procedimientos de determinación de procedencia y consulta previa. Con este procedimiento se busca acortar tiempos en el desarrollo de proyectos de despliegue de infraestructura TIC. En el mismo procedimiento puede contemplarse que se evite el trámite ante la ANCP de procedencia o no de consulta previa en los eventos en los cuales se disponga previamente de una autorización de la comunidad étnica.

(iii) Revisión regulatoria, por parte de la CRC, en lo que se refiere a las fallas de mercado en la ca-

dena de valor que afectan los proyectos de conectividad en las zonas rurales o apartadas de la geografía nacional

Es necesario que la política pública que defina el GdC se articule con la revisión regulatoria de la cadena de valor que adelanta la CRC. Esto facilita la identificación de los “cuellos de botella” o las fallas de mercado en el componente de portador (transporte) para que, eventualmente, la CRC determine el grado de intervención sobre este componente y de esta manera se proteja a los usuarios que habitan las zonas rurales o con difíciles condiciones de prestación de servicios de comunicaciones, como ocurre en el departamento del Amazonas. En este sentido, se recomienda que en el proyecto “Análisis de los mercados de internet fijo y su relación con el mercado mayorista portador” (CRC, s. f.b), previsto en la agenda regulatoria CRC 2023, se contemple la revisión de las restricciones que enfrenta el componente de transmisión y se formulen las eventuales acciones regulatorias sobre este componente, de acuerdo con las competencias legales de la CRC, bajo la perspectiva de desarrollar redes neutrales y evitar abusos de posición de dominio o desequilibrios competitivos que afecten la viabilidad financiera de los proyectos de conectividad que se planeen ejecutar en el departamento del Amazonas.

Se sugiere al MinTIC el diseño e implementación de redes neutrales para el fomento de la conectividad en el país. Para ello, el MinTIC puede iniciar los estudios técnicos para implementar mecanismos de compartición de espectro, infraestructura u Open RAN, tal como ha sucedido en otros países de la región como Perú.⁵² De esta manera, se aborda la principal restricción que tienen varios proyectos de conectividad en zonas rurales o alejadas, asociada con el costo de transmisión o de transporte que deben asumir los operadores de última milla que prestan el servicio en las zonas alejadas de los centros urbanos o rurales.

51 Por la cual se definen condiciones regulatorias diferenciales para promover la conectividad a internet en zonas rurales, apartadas y de difícil acceso en Colombia y se dictan otras disposiciones.

52 El programa Internet para Todos (IpT) es una iniciativa colaborativa creada por Telefónica del Perú, Facebook (Meta), BID Invest y CAF para democratizar el acceso al internet en Latinoamérica y Perú (Perú21, 2022).

REFERENCIAS

- ARCADIS. (2015). *Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015*. file:///Users/manuelgo-
mezvega/Downloads/PLAN%20MAESTRO%20FLUVIAL%20-%20Version%20
Final%20201115%20-%20ARCADIS%20-%20DNP%20-%20MINTRANSPOR-
TE%20(1).pdf
- Asociación Colombiana de Petróleo. (2013). *Buenas prácticas en Consulta Previa*.
[https://acp.com.co/web2017/images/pdf/buenaspracticassocial/
ACP_Toolkit-PIEZA_Buenas_practicas_en_consulta_previa.pdf](https://acp.com.co/web2017/images/pdf/buenaspracticassocial/ACP_Toolkit-PIEZA_Buenas_practicas_en_consulta_previa.pdf)
- Banco Mundial. (s. f.). *Digital Development*. [https://www.worldbank.org/en/topic/
digitaldevelopment/overview](https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment/overview)
- Banco Mundial. (2023). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. Recuperado el 11 de
febrero de 2023 de <https://datos.bancomundial.org/pais/colombia?view=chart>
- Bancóldex. (s. f.). *Estrategia corporativa*. [https://www.bancoldex.com/es/
sobre-bancoldex/quienes-somos/estrategia-corporativa-4294](https://www.bancoldex.com/es/sobre-bancoldex/quienes-somos/estrategia-corporativa-4294)
- Ceragon Networks. (s. f.). *FibeAir IP-20C-HP*. [https://www.ceragon.com/products/
fibeair-ip-20c-hp](https://www.ceragon.com/products/fibeair-ip-20c-hp)
- Claro. (s. f.). *Planes de internet*. Claro. Recuperado el 11 de febrero de 2023 de [https://
www.claro.com.co/personas/servicios/servicios-hogar/internet/](https://www.claro.com.co/personas/servicios/servicios-hogar/internet/)
- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). (s. f.). *Análisis de los mercados
de internet fijo y su relación con el mercado mayorista portador*. Comisión de
Regulación de Comunicaciones. Recuperado el 25 de mayo de 2023 de [https://
www.crcm.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-38-3-6](https://www.crcm.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-38-3-6)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *Cen-
so Nacional de Población y Vivienda 2018*. DANE. [https://www.dane.
gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/
censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018)
- DANE. (2021a). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida*. DANE. Recuperado el 19 de julio
de 2023 de [https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/
calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2021](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2021)
- DANE. (2021b). *Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en
Hogares (ENTIC - Hogares)*. DANE. [https://www.dane.gov.co/index.php/
estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-infor-
macion-y-las-comunicaciones-tic/encuesta-de-tecnologias-de-la-informa-
cion-y-las-comunicaciones-en-hogares-entic-hogares](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic/encuesta-de-tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-en-hogares-entic-hogares)
- DANE. (2022a). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2021*. DANE. [https://www.
dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/
encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2021](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2021)
- DANE. (2022b). *Resultados del CNPV 2018 y certificación de la población indígena:
Departamento de Amazonas, municipios Leticia y Puerto Nariño*. DANE. ht-

- [tps://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/220501-Resguardos_Amazonas_CNPV2018.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/220501-Resguardos_Amazonas_CNPV2018.pdf)
- DANE. (2022c). *La información del DANE para la toma de decisiones regionales. Leticia - Amazonas*. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/220502-InfoDane-Leticia-Amazonas-fin.pdf>
- DANE. (2022d). *Directorio Estadístico de Empresas 2019-2021*. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/registro-estadistico/boletin-directorio-estadistico-empresas-2019-2021.pdf>
- DANE. (2023a). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2022*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2022>
- DANE. (30 de junio de 2023b). *Geovisor de Consulta de Codificación de la Divipola*. DANE. Recuperado el 28 de agosto de 2023 de <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/consulta-divipola-division-politico-administrativa-de-colombia/>
- Econometría Consultores. (2023). *Encuesta a hogares y negocios sobre conectividad en el Amazonas. Consultoría para el Banco Mundial*.
- GSMA. (2023). *Network Coverage Maps*. GSMA. Recuperado el 19 de julio de 2023 de <https://www.gsma.com/coverage/#119>
- Invias. (2019). *Programa Colombia Fluvial*. https://onl.dnp.gov.co/sites/comunidad-virtual/Documentos%20red%20fluvial/Presentaci%C3%B3n%20Programa%20Colombia%20FLUVIAL_2507.pdf
- Instituto Nacional de Vías (Invias). (2023). *Sistema de Información Vial*. Invias. https://hermes2.invias.gov.co/Sistema_de_Informacion_Vial/
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas. (s. f.). *Mapas de contexto energético de la ZNI* [mapa]. Recuperado el 14 de febrero de 2023 de <https://sigipse.ipse.gov.co/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=7311912671854e758db206cdf0e46b00>
- Kantar IBOPE Media. (2022). *Target Group Index (TGI)*. Kantar IBOPE Media. <https://www.kantaribopemedia.com.co/medios.html>
- Lorduy, J. (20 de febrero de 2023). *Las vías para proveer más Internet rural en Colombia*. Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/tecnologia-las-vias-para-proveer-mas-internet-rural-en-colombia-578765>
- MapInfo. (2023). Cartografía OpenStreet WMS [Cartografía de base de datos online integrada a licencia de MapInfo]. *MapInfo Pro 2021. OpenStreet - MapInfo Pro 2021*. <http://ows.terrestris.de/osm/service>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT). (diciembre de 2022). *Perfiles Económicos Departamentales (Amazonas)*. MinCIT. <https://www.mincit.gov.co/estudios-economicos/perfiles-economicos-por-departamentos>

- Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC). (16 de diciembre de 2021). *Colombia cierra 2021 con 545 municipios 'libres de barreras' para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones*. MinTIC. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/196772:-Colombia-cierra-2021-con-545-municipios-libres-de-barreras-para-el-despliegue-de-infraestructura-de-telecomunicaciones.%20Enlace%20consultado%20el%2023%20de%20mayo%20de%202023>
- MinTIC. (2022a). Índice de brecha digital regional. Resultados 2021. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-238354_presentacion.pdf
- MinTIC. (2022b). Índice de brecha digital regional. Metodología 2021. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-238353_recurso_4.pdf
- MinTIC. (2023a). *Boletín trimestral de las TIC. Cifras tercer trimestre de 2022*. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-274258_archivo_pdf.pdf
- MinTIC. (abril de 2023b). *Proyecto Nacional de Fibra Óptica*. MinTIC. <https://www.datos.gov.co/Ciencia-Tecnolog-a-e-Innovaci-n/Proyecto-Nacional-de-Fibra-ptica/jvrr-9xst>
- MinTIC. (marzo de 2023c). *Con "Conecta TIC 360" el Gobierno del Cambio conectará el 85 % del país*. MinTIC. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/274307:Con-Conecta-TIC-360-el-Gobierno-del-Cambio-conectara-el-85-del-pais>.
- MinTIC. (2023d). *Análisis de impacto normativo – árbol de problema*. https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-276370_recurso_1.pdf
- MinTIC. (2 de febrero de 2023e). *MinTIC publica la versión final de la modificación del Anexo sobre precios de inversión en telecomunicaciones móviles de Resolución que reglamenta Obligaciones de Hacer*. MinTIC. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/274129:MinTIC-publica-la-version-final-de-la-modificacion-del-Anexo-sobre-precios-de-inversion-en-telecomunicaciones-moviles-de-Resolucion-que-reglamenta-Obligaciones-de-Hacer>. Enlace consultado el 23 de mayo de 2023.
- MinTIC-WB. (2023). *Capacidad Enlaces Ruta Amazonas* [información suministrada en el marco del proyecto].
- Movistar. (s. f.). *Internet hogar*. Recuperado el 11 de febrero de 2023 de <https://www.movistar.com.co/hogar/planes-internet-hogar>
- OCDE. (s. f.). *OECD Broadband database*. Recuperado el 11 de febrero de 2023 de https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=BROADBAND_DB#
- Ortiz Laverde, S. (2021). Nuevos modelos regulatorios. Sandboxes regulatorios como instrumentos para garantizar la innovación y conectividad en Colombia. En Universidad Externado de Colombia (ed.), *La TIC y la sociedad digital: doce años después de la ley*. Tomo I, Las TIC y las telecomunicaciones y el derecho a la competencia. 10.57998/bdigital.handle.001.4596

- Parques Nacionales de Colombia. (2023). *Parque Nacionales de Colombia*. Parques Nacionales. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://mapas.parquesnacionales.gov.co/>
- Perú21. (17 de mayo de 2022). *'Internet para Todos': Tercer año consecutivo llevando progreso y conectividad a zonas rurales del Perú*. Perú21. Recuperado el 25 de mayo de 2023 de <https://peru21.pe/peru/internet-para-todos-tercer-ano-consecutivo-llevando-progreso-y-conectividad-a-zonas-rurales-del-peru-ipt-internet-peru-noticia/>
- Phoenix Tower International. (s. f.). *Ubicaciones de sitios en todo el mundo*. <https://www.phoenixintl.com/es/pti-sitios>
- SES. (s. f.). *O3b mPOWER: Technology*. SES. <https://www.ses.com/o3b-mpower/o3b-mpower-technology>
- Starlink. (s. f.). *Starlink Specifications*. Starlink. <https://www.starlink.com/legal/documents/DOC-1002-69942-69?regionCode=US>
- Superintendencia de Transporte. (2021). *Guía para prestar de forma práctica y segura el servicio público de transporte fluvial*. https://www.supertransporte.gov.co/documentos/2021/Octubre/Puertos_28/Guia-fluvial-Delegatura-Puertos.pdf
- Telefónica. (s. f.). *Manifiesto rural*. <https://www.telefonica.com/es/wp-content/uploads/sites/4/2022/11/manifiesto-rural-conectividad-para-todos-telefonica.pdf>
- Tigo. (s. f.). *Planes de internet*. Recuperado el 11 de febrero de 2023 de <https://www.tigo.com.co/internet/planes>
- UIT. (2015). *Recomendación UIT.R V.431-8 (08/2015). Nomenclatura de las bandas de frecuencias y de las longitudes de onda empleadas en telecomunicaciones*. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.431-8-201508-!!!PDF-S.pdf
- UIT. (s. f.). *ICT prices*. ITU. Recuperado el 10 de febrero de 2023 de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/ICTprices/default.aspx>
- UIT & A4AI. (2022). *The affordability of ICT services 2021*. https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/prices2021/ITU_A4AI_Price_Brief_2021.pdf
- United Nations Broadband Commission for Sustainable Development. (s. f.). *Our Advocacy Targets*. Recuperado el 12 de febrero de 2023 de <https://www.broadbandcommission.org/advocacy-targets/>
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2023). Anexo 4. *Plan Indicativo de Expansión de Cobertura Energía Eléctrica PIEC 2019-2023*. <https://www1.upme.gov.co/siel/Pages/Plan-indicativo-expansion-cobertura-EE-PIEC.aspx>

REFERENCIAS NORMATIVAS

- Circular CRC 126 de 2019. Instructivo para la expedición de concepto sobre barreras al despliegue de infraestructura para servicios de comunicaciones y acreditación para la inclusión en el listado de potenciales candidatos a ser beneficiados con las obligaciones de hacer que el MinTIC puede imponer a los PRST - art. 193 ley 1753 de 2015, modificado por el artículo 309 de la ley 1955 de 2019.
- Circular CRC 131 de 2020. Promoción al despliegue de infraestructura de redes de telecomunicaciones y actualización de lineamientos de buenas prácticas.
- Convenio n.º 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales. Organización Internacional del Trabajo. 2014.
- Corte Constitucional. Sentencia de Unificación SU-123. M. P. Alberto Rojas Ríos y Rodrigo Uprimny Yepes. 15 de noviembre de 2018.
- Decreto MinTIC 825 de 2020. Por el cual se subroga el título 15 de la parte 2 del libro 2 del Decreto número 1078 de 2015, para establecer los criterios para la formulación, presentación, autorización, ejecución, cuantificación de la inversión y verificación de las obligaciones de hacer como forma de pago por el uso del espectro radioeléctrico y la prestación de los servicios postales. 8 de junio de 2020.
- Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26 de mayo de 2015.
- Decreto 1078 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. 26 de mayo de 2015.
- Decreto 1448 de 2022. Por el cual se adiciona el Título 25 a la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1078 de 2015, Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para determinar las condiciones generales para la aplicación del Sandbox Regulatorio por parte del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y del Sandbox Regulatorio Sectorial. 3 de agosto de 2022.
- Ley 643 de 2001. Por la cual se fija el régimen propio del monopolio rentístico de juegos de suerte y azar. D. O. n.º 44.294, de 17 de enero de 2001.
- Ley 679 de 2001. Por medio de la cual se expide un estatuto para prevenir y contrarrestar la explotación, la pornografía y el turismo sexual con menores, en desarrollo del artículo 44 de la Constitución. D. O. n.º 44.509 del 4 de agosto de 2001.
- Ley 1341 de 2009. Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones. D. O. n.º 47.426 del 30 de julio de 2009.

- Ley 1753 de 2015. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”. D. O. n.º 49.538 de 9 de junio de 2015.
- Ley 1955 de 2019. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”. D. O. n.º 50.964 de 25 de mayo 2019.
- Ley 1978 de 2019. Por la cual se moderniza el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se distribuyen competencias, se crea un regulador único y se dictan otras disposiciones. D. O. n.º 51.025 de 25 de julio 2019.
- Ley 2069 de 2020. Por medio de la cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. D. O. n.º 51.544 de 31 de diciembre de 2020.
- Ley 2108 de 2021. “Ley de Internet como servicio público esencial y universal” o por medio de la cual se modifica la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones. D. O. n.º 51.750 de 29 de julio de 2021.
- Ley 2294 de 2023. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022- 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”. D. O. n.º 52.400 de 19 de mayo de 2023.
- Resolución ANE 737 de 2022. Por medio de la cual se modifica la Resolución número 105 de 2020 y se actualiza el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias. 21 de noviembre de 2022.
- Resolución ANE 774 de 2018. Por la cual se adoptan los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, se reglamentan las condiciones que deben reunir las estaciones radioeléctricas para cumplirlos y se dictan disposiciones relacionadas con el despliegue de antenas de radiocomunicaciones. 29 de diciembre de 2018.
- Resolución CRC 175 de 2021. Por la cual se modifica la Resolución 3484 de 2012. 29 de enero de 2021.
- Resolución CRC 4245 de 2013. Por medio de la cual se definen condiciones de acceso, uso y remuneración para la utilización de la infraestructura del sector de energía eléctrica en la prestación de servicios de telecomunicaciones y/o de televisión, y se dictan otras disposiciones. 25 de junio de 2013.
- Resolución CRC 5050 de 2016. Por la cual se compilan las Resoluciones de Carácter General vigentes expedidas por la Comisión de Regulación Comunicaciones. 21 de noviembre de 2016.
- Resolución CRC 5161 de 2017. Por la cual se establecen las definiciones y condiciones regulatorias de banda ancha en el país, y se dictan otras disposiciones.
- Resolución CRC 5321 de 2018. Por la cual se modifican algunas disposiciones del Régimen de Calidad para los Servicios de Telecomunicaciones dispuesto en el Capítulo I del Título V de la Resolución CRC 5050 de 2016. 22 de febrero de 2018.
- Resolución CRC 5890 de 2020. Por medio de la cual se da cumplimiento a lo previsto en el numeral 5 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 19 de la Ley 1978 de 2019, se modifican algunas condiciones de acceso, uso

y remuneración para la utilización de la infraestructura del sector de energía eléctrica en el despliegue de redes o la prestación de servicios de telecomunicaciones contenidas en el Capítulo 11 del Título IV de la Resolución CRC 5050 de 2016, y se dictan otras disposiciones. 24 de enero 2020.

Resolución CRC 5980 de 2020. Por la cual se adiciona el Título XII Aplicación de Mecanismos Alternativos de Regulación a la Resolución CRC 5050 de 2016. 19 de mayo de 2020.

Resolución CRC 6755 de 2022. Por la cual se definen condiciones regulatorias diferenciales para promover la conectividad a Internet en zonas rurales, apartadas y de difícil acceso en Colombia y se dictan otras disposiciones. 27 de mayo de 2022.

Resolución CRC 6890 de 2022. Por la cual se modifican algunas disposiciones del régimen de calidad para los servicios de telecomunicaciones contenidas en los capítulos 1 y 2 del Título V de la Resolución CRC 5050 de 2016 y se dictan otras disposiciones. 19 de julio de 2022.

Resolución CRC 7008 de 2022. Por la cual se establece la tarifa de contribución a la CRC para la vigencia del año 2023. 14 de diciembre de 2022.

Resolución Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 1274 de 2014. Por la cual se modifica la Resolución 1527 de 2012. 6 de agosto de 2014.

Resolución MinTIC 290 de 2010. Por la cual se fija el monto de las contraprestaciones establecidas en los artículos 13 y 36 de la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones. 12 de abril de 2010

Resolución MinTIC 376 de 2022. Por la cual se establecen los requisitos y el trámite para el otorgamiento del permiso para el uso del espectro radioeléctrico asociado a los servicios de radiocomunicaciones por satélite, se fija la contraprestación por dicho uso, se deroga la Resolución 106 de 2013 y se modifican unas disposiciones de la Resolución 290 de 2010. 7 de febrero de 2022

Resolución MinTIC 917 de 2015. Por la cual se determinan las garantías para cubrir riesgos en materia de telecomunicaciones y de servicios postales. 27 de mayo de 2015.

Resolución MinTIC 2715 de 2020. Por la cual se establece la metodología, el procedimiento y los requisitos para la formulación, presentación, autorización, ejecución, cuantificación y verificación de las obligaciones de hacer, se deroga parcialmente la Resolución 895 de 2016 y se deroga la Resolución 2878 de 2017. 22 de diciembre de 2020.



