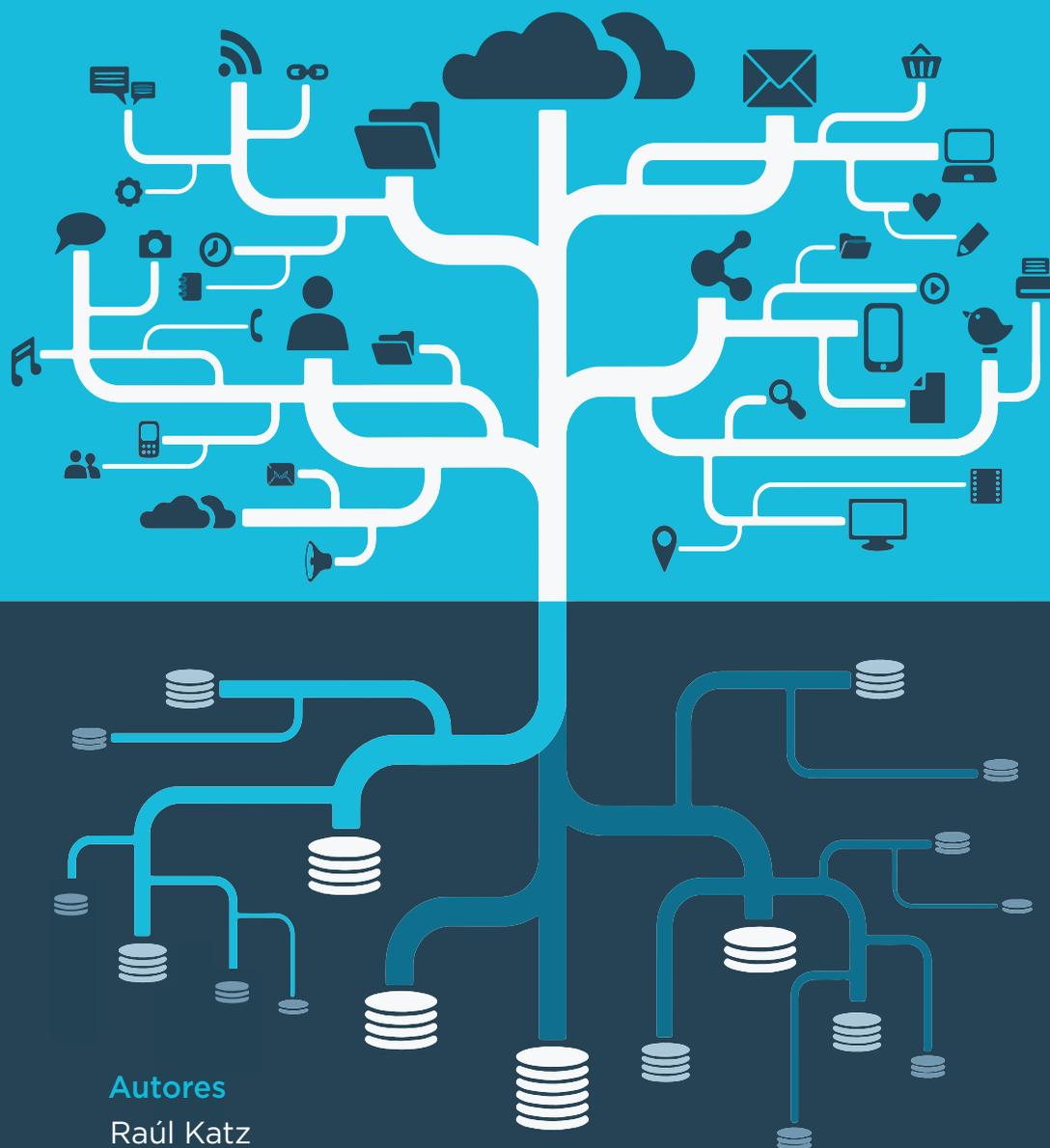


IMPACTO DEL USO COMPARTIDO DE INFRAESTRUCTURA EN LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES



Autores

Raúl Katz
Fernando Callorda
Enrique Iglesias Rodríguez
Pau Puig Gabarró
Maribel Dalio
Antonio García Zaballos

IMPACTO DEL USO COMPARTIDO DE INFRAESTRUCTURA EN LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES

Autores:

Raúl Katz

Fernando Callorda

Enrique Iglesias Rodríguez

Pau Puig Gabarró

Maribel Dalio

Antonio García Zaballos



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

Impacto del uso compartido de infraestructura en la adopción de tecnologías digitales / Raúl Katz, Fernando Callorda, Enrique Iglesias Rodríguez, Pau Puig Gabarró, Maribel Dalio, Antonio García Zaballos.

p. cm. – (Monografía del BID ; 1143)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infrastructure (Economics)-Latin America. 2. Infrastructure (Economics)-Caribbean Area. 3. Information technology-Economic aspects-Latin América. 4. Information technology-Economic aspects-Caribbean Area. 5. Digital communications-Economic aspects-Latin America. 6. Digital communications-Economic aspects-Caribbean Area. 7. Broadband communication systems-Economic aspects-Latin America. 8. Broadband communication systems-Economic aspects-Caribbean Area. I. Katz, Raúl. II. Callorda, Fernando. III. Iglesias Rodríguez, Enrique. IV. Puig Gabarró, Pau. V. Dalio, Maribel. VI. García Zaballos, Antonio. VII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. VIII. Serie. IDB-MG-1143

Códigos JEL: F23, H54, L25, L51, L96

Palabras clave: conectividad, infraestructura, compartición, telecomunicaciones, sostenibilidad financiera

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

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



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

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

Colaboradores externos:

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

Revisión editorial: Julia Gomila

Diagramación: The Word Express, Inc.

Índice

Resumen ejecutivo.....	v
Introducción.....	xi
1. Análisis de la literatura de investigación	1
1.1. Análisis de los beneficios económicos	2
1.2. Mejores prácticas regulatorias.....	5
1.3. Obstáculos a la compartición.....	5
1.4. Conclusión.....	6
2. Difusión del marco regulatorio de uso compartido de infraestructura en América Latina y el Caribe	9
2.1. Difusión de modelos regulatorios.....	9
2.2. Difusión de modelos y políticas de uso compartido de infraestructura en ALC	14
2.3. Probabilidad de adopción de uso compartido de infraestructura por parte de operadores.....	16
3. Impacto en la región del uso compartido de infraestructura.....	21
3.1. Impacto económico del uso compartido de infraestructura.....	21
3.1.1. Marco teórico	22
3.1.2. Resultados de los modelos econométricos.....	26
3.1.3. Conclusiones.....	28
3.2. Impacto económico de la compartición de infraestructura a partir del uso de microdatos	30
3.2.1. Marco teórico	31
3.2.2. Resultados de los modelos econométricos.....	35
3.2.3. Conclusiones.....	45

4. Impacto del uso compartido de infraestructura en Perú	47
4.1. Internet para Todos como modelo de compartición	47
4.2. Marco de análisis empírico.....	50
4.3. Estadísticas descriptivas	53
4.4. Modelos de análisis y resultados.....	61
4.4.1. Acceso a internet en el hogar.....	62
4.4.2. Acceso a internet desde el celular.....	65
4.4.3. Acceso a internet a través de banda ancha móvil.....	73
4.5. Resumen de resultados empíricos y verificación de las hipótesis	76
5. Impacto del uso compartido de infraestructura en Ecuador	81
5.1. Contexto de la compartición de infraestructura inalámbrica en Ecuador.....	81
5.2. Marco de análisis empírico.....	84
5.3. Estadísticas descriptivas	87
5.4. Modelos de análisis y resultados.....	88
5.4.1. Usuarios de celular.....	89
5.4.2. Usuarios de smartphone.....	91
5.4.3. Usuarios de internet desde el celular.....	93
5.5. Resumen de los resultados empíricos y verificación de las hipótesis	95
Conclusiones e implicancias	97
Referencias.....	101

Resumen ejecutivo

El propósito general de este estudio es estimar empíricamente cuál ha sido hasta el momento la contribución de las acciones de compartición de infraestructura a la adopción y el uso de tecnologías digitales en América Latina y el Caribe (ALC).

La investigación realizada a la fecha en el ámbito de la compartición de infraestructura ha permitido sintetizar beneficios económicos, extraer enseñanzas de las mejores prácticas a nivel mundial e identificar posibles barreras a la implementación de acuerdos:

- Si bien el ahorro en inversión de capital y costos operativos varía en función del número de operadores que comparten infraestructura, diversas investigaciones demuestran, a partir de modelos económicos *ex ante*, beneficios netos sustanciales en el despliegue de infraestructura pasiva (torres celulares, fibra óptica) (Martínez Garza, Iglesias Rodríguez y García Zaballos, 2020; Vidal, 2017; Kazi, Memon, Saba *et al.*, 2020; Yanbin *et al.*, 2011; Deloitte y APC, 2015).
- Este ahorro es también significativo, y facilita el despliegue de redes 5G, aunque la compartición activa puede erosionar la calidad del servicio en términos de aumento de la latencia si el espectro no es también compartido (Tognisse, Kora y Degila, 2021).
- Los resultados también fueron validados por medio de estudios empíricos. Por ejemplo, en una muestra de países a nivel global, Hounghonon, Rossotto y Strusani (2021) demostraron que la compartición de infraestructura puede acelerar la conectividad digital a menor costo, reducir los costos de inversión y los gastos operativos para los operadores, al tiempo que beneficia a los consumidores al mejorar la competencia, reducir los precios y aumentar la calidad del servicio.
- A nivel de mejores prácticas, la GSMA (2018) puntualiza la necesidad de permitir y estimular la compartición de componentes activos (como *switches* y enrutadores) y pasivos (como las torres) de manera voluntaria. Asimismo, el estudio recomienda

no introducir un sesgo regulatorio a la compartición activa, sobre todo en lo referente al control de las tendencias anticompetitivas que pueden desencadenarse en una compartición sin controles.

- Además, Marino García y Kelly (2015) mencionan que si bien el uso compartido de infraestructura puede reducir las barreras de entrada a las redes de acceso, también puede crear problemas o distorsiones en mercados adyacentes o relacionados. Por ejemplo, la compartición puede ocasionar una reducción de incentivos a invertir en redes o innovar en el desarrollo de productos dado que, en principio, la empresa que invierte en infraestructura puede verse obligada a compartir a un precio incierto con competidores que no han invertido.
- En términos de obstáculos a la implementación de reglamentos de uso compartido, Martínez Garza *et al.* (2020) explican que la ausencia de compartición está principalmente ligada a la falta de reglamentación en la compartición intersectorial, sobre todo con empresas de electricidad, y a la ausencia de marcos regulatorios estables y transparentes.
- Si bien el tema no se ha estudiado cabalmente, la falta de adopción de acuerdos de uso compartido también puede estar asociada a dinámicas competitivas: si un operador ha invertido sustancialmente en el despliegue de una red nacional, se mostrará renuente a compartir infraestructura con un competidor en tanto estaría reduciendo las barreras de entrada (Eisenmann, 2008; Shapiro y Varian, 1999).
- Otro obstáculo raramente abordado en la literatura se refiere a las barreras técnicas al uso compartido; por ejemplo, diferentes abordajes a la planificación y gestión de redes, y a diferentes proveedores de equipamiento (Paolini, 2010).

En coincidencia con la evidencia teórica y empírica, a pesar de que existe un consenso sobre los beneficios del uso compartido de infraestructura de telecomunicaciones, el estado de su reglamentación no ha avanzado de manera consistente a nivel mundial:

- Si bien la mayoría de los países ya han adoptado marcos de compartición de telecomunicaciones móviles orientadas a la compra mayorista de capacidad, solamente un 89% de países de Europa y un 52% de los de Asia Pacífico han reglamentado la compartición voluntaria de sitios, mientras que un 71% en Europa y un 55% en Asia Pacífico obligan a la compartición de infraestructura pasiva.
- En ALC, el modelo más difundido (que ha sido adoptado por 29 de 33 países) es la adopción de marcos que permiten la compartición de servicios móviles en base a la adquisición de capacidad al por mayor. Por otro lado, el uso compartido de sitios o infraestructura pasiva está menos reglamentado, y lo han implementado 25 países (76%).

- Corresponde en este contexto plantear la pregunta de si la regulación sobre uso compartido, tal como está formulada, está contribuyendo a resolver la tensión natural debida a la falta de incentivos para abordar la coinversión en un contexto oligopólico de industrias de red.

Más allá de los beneficios económicos para los operadores, el análisis empírico efectuado en el marco de este estudio para la región de ALC indica que el avance de la reglamentación del uso compartido de infraestructura contribuye a la adopción de banda ancha móvil, aun cuando se descuentan las posibles reducciones en inversión debido a los ahorros netos, e indirectamente al crecimiento económico:

- Si un país pasa a obligar o estimular de forma proactiva la compartición de infraestructura, esto se asocia con un incremento en los niveles de cobertura 4G de 13,02 puntos porcentuales.
- A su vez, el aumento de la cobertura 4G de 10 puntos porcentuales se correlaciona con un aumento de la adopción de banda ancha móvil de 1,19 puntos porcentuales.
- Por último, un incremento de la penetración de banda ancha móvil de 1% se asocia con un aumento del producto interno bruto (PIB) per cápita de 0,16%.

La evidencia generada a nivel agregado también es confirmada por un análisis regional basado en microdatos:

- El marco regulatorio que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva está asociado con un aumento de 35,41% en el porcentaje de la población que accede a internet desde el hogar, aunque en el mundo rural este incremento está correlacionado en un 50,98%, lo que confirma la relación positiva y significativa de esta regulación en la reducción de la brecha digital.
- Por ejemplo, la introducción de una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva en un área subsoberana rural con un nivel de adopción de internet en el hogar de 20% se correlaciona con un incremento en el nivel de adopción de internet en el hogar que asciende a 30,20%.
- De manera similar, la regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva está asociada con un aumento de 4,91% en el porcentaje de la población que adopta telefonía celular; en zonas rurales, este incremento se correlaciona en un 5,59%, mientras que el efecto no es significativo en zonas urbanas.
- Por último, el marco regulatorio de compartición de infraestructura pasiva implementado en una etapa inicial de difusión del servicio de banda ancha móvil está correlacionado con un aumento de 218% en la población que accede a internet desde el celular.

Los resultados generados a nivel regional también se confirman con base en el estudio de la experiencia “Internet para Todos” (IPT) en Perú:

- Entre 2016 y 2021, la cobertura poblacional de IPT se incrementó de 0% a 4,01%; en el departamento de Huancavelica, alcanzó 24,14%; en Apurímac, 22,35%, y en Ayacucho, 16,73%.
- Para el mismo período, según la encuesta de hogares, el acceso a internet en el hogar aumentó 23,25 puntos porcentuales; el acceso a internet desde dispositivos celulares, 35,23 puntos porcentuales, y el acceso con banda ancha móvil, 35,59 puntos porcentuales.
- Los modelos econométricos desarrollados para este estudio indican que un incremento de 1 punto porcentual en la población cubierta por IPT está asociado con un aumento de 1,65% en la población que accede a internet desde el hogar; de 3,37% en la población que accede a internet desde dispositivos celulares, y de 3,12% en la población que accede a internet a través de banda ancha móvil.
- El impacto del modelo de IPT en el ámbito rural peruano es más importante que en el urbano: un incremento de 1 punto porcentual de la población rural cubierta por IPT se correlaciona con un aumento de 1,52% en la población que accede a internet desde el hogar; de 4,09% en la población que accede a internet desde el celular, y de 3,96% en la población que accede con banda ancha móvil.
- El impacto del modelo de IPT contribuye a la reducción de las brechas de género y de nivel educativo. Al analizar el resultado desagregado por género y nivel educativo también se encuentran diferencias: el género femenino obtiene mayor beneficio resultante de la compartición, mientras que los sectores de menor nivel educativo (mayormente ubicados en zonas rurales) se benefician más que aquellos con ocho años de educación o más.

Si bien el efecto del uso compartido en Ecuador en tanto solución para resolver la sobrepoblación de infraestructura móvil está más concentrado en contextos urbanos que rurales, el beneficio de su reglamentación también deriva en resultados positivos:

- Como resultado de cambios en el marco normativo, entre 2015 y 2019 el número total de parroquias que tienen al menos un sitio compartido aumentó de 79 a 104 (sobre un total de 942), con lo cual se alcanzan 242 sitios compartidos (sobre un total de 2.700).
- Como en el caso de IPT, el uso compartido contribuye a la adopción de telecomunicaciones: si una parroquia implementa la compartición, esto se asocia con un aumento en el uso de telefonía celular de 27,01%, lo que genera un uso mayor de smartphones de 24,72% y un acceso a internet desde el celular de 26,06%.

- Estos efectos son principalmente urbanos dado que la compartición prevalece en las ciudades. De todas formas, el mayor impacto de la compartición en contextos urbanos puede deberse, por ejemplo, al mayor tráfico de datos, lo que requiere un despliegue mayor, combinado con el sobredespliegue de torres.

La evidencia generada en este estudio plantea que, más allá del beneficio económico que el uso compartido de infraestructura representa para los operadores de telecomunicaciones, este genera un impacto socioeconómico fundamental, que es el aumento en la adopción de tecnologías digitales:

- Los gobiernos de ALC deben avanzar en la reglamentación de la compartición de infraestructura, sobre todo en lo referente a tecnologías inalámbricas, dado que estas contribuyen al cierre de la brecha digital rural.
- En este sentido, el modelo de IPT representa una combinación ideal entre el acuerdo entre operadores móviles y plataformas de internet y la contribución del sector público y de bancos de desarrollo.
- Sin embargo, la posibilidad de extender el modelo a otros países de la región es pequeña porque en otros países aún no existe la figura regulatoria de Operador de Infraestructura Móvil Rural (OIMR), como se reglamentó en Perú, ni tampoco se han estipulado condiciones de despliegue e incentivos en zonas rurales en aspectos como calidad, tarifas por uso de frecuencias, compartición de espectro, etc.
- De todas formas, el uso compartido de infraestructura también puede resolver temas en el contexto urbano, como pueden ser la sobrepoblación de torres celulares y el consiguiente aumento de la adopción de tecnologías digitales, tal como lo demuestra la experiencia ecuatoriana.

El análisis de las posibles fallas de coordinación en la aplicación de los modelos de uso compartido es una condición previa para determinar los incentivos que deberán desplegarse para fomentar el uso compartido:

- Aunque los acuerdos de red compartida son la forma correcta de abordar el reto de la conectividad en zonas rurales, se reconoce que son difíciles de aplicar sin la intervención del gobierno.
- Al más alto nivel, una cuestión clave es si el gobierno debe ordenar o simplemente autorizar el uso compartido de redes.
- Si la compartición de redes no es obligatoria sino permitida, teniendo en cuenta una posible falla de coordinación, probablemente podría requerir una aportación legisla-

tiva, una intervención reguladora u otros incentivos. Un posible incentivo podría ser añadir a las condiciones de subasta del espectro la necesidad de lograr cobertura rural mediante el uso compartido de redes de infraestructura. Esta iniciativa podría al menos fomentar la compartición sin disminuir los incentivos a invertir e innovar, una preocupación planteada en la literatura de investigación.

- Otra posibilidad es que los gobiernos creen las condiciones necesarias y permitan a los operadores formalizar acuerdos por su cuenta. Las políticas en este ámbito incluyen permitir el uso compartido activo de infraestructura entre operadores de telecomunicaciones, y entre estos y otros proveedores de infraestructura, como las empresas eléctricas. De esta forma, podrían resolverse fallos de coordinación en la compartición intersectorial.
- Otro enfoque para implantar la compartición de redes y de ese modo ampliar la cobertura rural es a través de “especialistas” mayoristas. Este modelo se basa en la creación de empresas independientes centradas en etapas específicas de la cadena de valor, capturando así las economías de escala y de alcance necesarias para que el despliegue sea viable desde el punto de vista financiero. Los ejemplos son numerosos a nivel de infraestructura e incluyen empresas de torres y fibra.
- Desde el punto de vista regulatorio, es importante extender los análisis y las conclusiones de este estudio a la reglamentación de redes de acceso.

Introducción

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la industria de las telecomunicaciones a la hora de abordar la brecha digital –sobre todo en zonas rurales y aisladas– es la falta de infraestructura. Desplegar una red en una zona rural o aislada puede resultar económicamente imposible para un solo operador, tornando negativo el rendimiento de la inversión. En este contexto, el uso compartido de infraestructura puede reducir la inversión de capital y explotación por operador, con lo cual la rentabilidad comercial del despliegue se torna positiva. Más allá de la implicancia de costo-beneficio en las tecnologías legadas como la 4G, el uso compartido de infraestructura puede suponer una ventaja para facilitar el despliegue de tecnologías avanzadas, como la 5G. En apoyo de la función que desempeña el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en la expansión del acceso a la infraestructura digital, el objetivo principal de este estudio es ahondar en las condiciones que favorecen el uso compartido de redes y estimar su impacto en el despliegue de infraestructura de última milla y su adopción.

En este sentido, el propósito general del estudio es estimar el impacto del uso compartido de infraestructura entre operadores en el despliegue y la adopción de infraestructura digital. Más concretamente, se encaran los siguientes análisis empíricos:

- Tomando como punto de partida la lista de países de la región que han implementado políticas y regulaciones de compartición de infraestructura de manera efectiva, se identifican los municipios para los que se han alcanzado acuerdos, y se determina cuándo se implementaron y si se están utilizando para prestar servicios. El análisis se ha centrado en dos experiencias nacionales como casos de estudio: el proyecto Internet para Todos (IPT) en Perú y la implementación de la Norma

Técnica para Uso Compartido de Infraestructura Física de los Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones en Ecuador.¹

- Paralelamente al estudio de los dos casos nacionales, se llevó a cabo un análisis a nivel regional en el que se evaluó el impacto de las políticas nacionales de uso compartido de infraestructura y de su regulación frente a una muestra agrupada de datos subnacionales-municipales de penetración, calidad, precio y accesos de nueva generación.² El análisis considera el año de introducción de la compartición por país y analiza su impacto en la adopción de banda ancha por país.

El estudio está estructurado de la siguiente manera: el capítulo 1 presenta la revisión de la literatura de investigación sobre uso compartido de infraestructura, la cual sienta las bases de las áreas de interés para el análisis empírico. El capítulo 2 analiza la difusión de marcos regulatorios y reglamentos de compartición en la región, identificando los países que más han avanzado en establecer las condiciones que permiten celebrar acuerdos entre operadores. El capítulo 3 presenta dos análisis empíricos del impacto regional de la compartición: el primero se enfoca en la estimación del impacto económico a partir del aporte que la contribución representa para el avance de la cobertura 4G y consecuentemente la adopción de banda ancha móvil y su impacto en el desarrollo; el segundo analiza el impacto de la compartición en el uso de tecnologías móviles, incluido el acceso a internet basado en el uso de microdatos. Los análisis regionales se complementan con dos estudios de caso de experiencias nacionales: el capítulo 4 presenta el análisis del impacto de IPT en Perú, con incidencia particular en el ámbito rural, y el capítulo 5 presenta los resultados del estudio de la experiencia de compartición ecuatoriana, con un impacto preponderante en el ámbito urbano. Por último, el capítulo 6 expone las conclusiones y las implicancias en torno al desarrollo del uso compartido de infraestructura en la región.

¹ Estas dos experiencias nacionales fueron seleccionadas una vez que se analizaron otros casos de estudio posibles (el proyecto de Red Compartida en México y la Expansión de la Red de Fibra Óptica ENATREL en Nicaragua). En estos últimos casos, no se disponía de datos suficientes para evaluar el impacto.

² La metodología utilizada fue similar a la recientemente completada para el BID en el estudio de evaluación del impacto de última milla (véase Puig Gabarró, Katz, Galperin *et al.*, 2022).



Análisis de la literatura de investigación

El uso compartido de infraestructura pasiva puede realizarse de acuerdo con varios modelos. En el segmento móvil, en su nivel más básico, supone compartir la ubicación geográfica de las radiobases, por lo que todos los componentes de la red en el emplazamiento pertenecen a cada operador. Este modelo esencialmente ahorra el costo de alquiler o compra de un emplazamiento, aunque a veces es difícil encontrar una ubicación fija que responda a las necesidades de ingeniería de red de todos los operadores. El siguiente nivel de compartición pasiva de redes móviles se refiere a las torres, en las que cada operador despliega sus propios equipos y tiene el control sobre ellos. En este caso, aunque el acuerdo de compartición se firma entre dos o más operadores, este puede incluir a empresas independientes que actúan como anfitriones neutrales. En este modelo, los costos pueden reducirse significativamente cuando los operadores comparten activos físicos y redes de transporte. En este escenario, la compartición puede ser gestionada por el propietario de la torre, que actúa como terrateniente para los operadores que la alquilan. El propietario puede ser un operador que comparte el emplazamiento o una empresa de torres independiente que proporciona la infraestructura. En el sector de la telefonía o de la banda ancha fija, la compartición pasiva puede incluir el uso de ductos proporcionados por un operador de infraestructura (compañía eléctrica, compañía de agua, metro, etc.) o postes de una empresa de distribución de electricidad que cobra un canon por su uso.

La compartición activa se extiende a los componentes electrónicos de la red y al espectro radioeléctrico, según diferentes modelos. En el modelo RAN, el equipo compartido incluye las estaciones base, el Nodo B y los controladores de la red radioeléctrica, y puede

CUADRO 1 TIPOS DE COMPARTICIÓN DISPONIBLES

Tipo de compartición	Pasiva		Activa		
	Compartición de sitio	Compartición de <i>backhaul</i>	Acceso a red de multioperadores	Compartición de <i>Radio Access Network</i>	Compartición de <i>Core Network</i>
<i>Core Network</i>					X
Radiocontrolador			X	X	X
<i>Backhaul</i>		X	X	X	X
Estación radio base			X	X	X
Sitio	X	X	X	X	X
Espectro				X	X

Fuente: GSMA (2019).

extenderse a los cables de alimentación y las antenas, dejando que la red de transmisión y la red central funcionen de forma independiente. Bajo este modelo, los operadores controlan las celdas de su red central y tienen una operación independiente. El modelo de compartición *backhaul* añade a la infraestructura RAN compartida el canal de transmisión punto a punto. Este enfoque es útil para acelerar el despliegue y centrarse en la prestación de servicios de calidad. En el escenario de compartición *backhaul* existen varias opciones: el *backhaul* puede ser desplegado por una empresa conjunta de los operadores móviles participantes o por un tercero que desplegaría y operaría la infraestructura y la ofrecería a los operadores a través de un modelo de “plataforma como servicio”. El nivel más alto de compartición es el de la red básica, en la que pueden compartirse el registro de localización de hogares, la plataforma de facturación y los sistemas de valor añadido (cuadro 1).

La investigación sobre el uso compartido de infraestructura realizada hasta la fecha puede categorizarse en tres áreas:

1. Análisis de los beneficios económicos asociados a la compartición de infraestructura para los operadores.
2. Mejores prácticas regulatorias que propician un uso compartido exitoso.
3. Estudio de las barreras que obstaculizan el avance de la compartición.

1.1. Análisis de los beneficios económicos

La investigación ha logrado demostrar los beneficios económicos para los operadores que comparten infraestructura en el caso de tecnologías legadas y avanzadas, tanto desde el punto de vista teórico como a partir de investigaciones empíricas.

Desde el punto de vista teórico, los análisis están típicamente basados en una desagregación de costos de los componentes, calculando ahorros a partir del número de operadores que estarían compartiendo la inversión y las operaciones. Por ejemplo, Deloitte y APC (2015) plantean beneficios económicos para el despliegue de tecnologías fijas como la fibra óptica de largo alcance y las torres de redes inalámbricas. El estudio estipula que el costo anualizado de capital amortizado y operativo de una torre urbana es de USD 67.000 y de una rural, de USD 82.000. Con base en estas estimaciones, se asume un ahorro de USD 38.000 y USD 45.000 para dos operadores. Del mismo modo, el costo de despliegue de 1 km de fibra óptica (en este caso en África) es de un rango entre USD 4.000 (para el despliegue aéreo) y USD 20.000 (para el despliegue en trinchera). El ahorro por operador depende del número de empresas que acuerdan compartir la infraestructura.

Análogamente, en una encuesta de operadores de la República Dominicana, Vidal (2017) reporta que si bien solo 10% del total de torres en dicho país se comparte entre operadores, las empresas consultadas señalan que obtienen ahorro en inversión y operaciones. El uso compartido también se extiende a las empresas de banda ancha fija que comparten postiería con empresas de distribución eléctrica. Asimismo, sobre la base de los modelos económicos del estudio de Deloitte (2015) citado anteriormente, el autor estima una reducción de 50% en el costo de construcción de una torre de 20 metros de altura compartida entre dos operadores.

Como confirmación del impacto económico en el negocio de los operadores, Martínez Garza *et al.* (2020) estudian los beneficios económicos en el despliegue de infraestructura no solo en telecomunicaciones (por ejemplo, las torres) sino también en el apalancamiento de infraestructura de otros sectores (ferroviario, alcantarillado, gas y electricidad).

En un análisis específico para Pakistán, un mercado sin compartición de infraestructura regulada, Kazi *et al.* (2020) demuestran que la compartición reduce los costos de despliegue, disminuye la emisión de gases de carbono provenientes de generadores diésel para alimentar las radiobases, y mejora la polución ambiental ocasionada por la sobrepoblación de torres.

Si bien no se estimó cuantitativamente, el estudio de Yanbin (2011) confirma la ventaja económica de la compartición, que a su vez puede cumplir un papel importante en la extensión de la cobertura en países en desarrollo de la región Asia-Pacífico.

En el caso de la tecnología 5G, Tognisse *et al.* (2021) construyeron un modelo económico con el objetivo de estimar el beneficio de la compartición de infraestructura pasiva y activa para desplegar una red en zonas rurales. Usando como métrica comparativa el costo total de la propiedad (*Total Cost of Ownership*), el uso compartido de sitios y torres implica una reducción de CAPEX del 40%, aunque los beneficios se

incrementan si la compartición se extiende a componentes activos de la red. En contrapartida, la compartición activa puede erosionar la calidad del servicio en términos de un aumento de la latencia. Sin embargo, el estudio no considera la posibilidad de uso compartido de espectro.

El análisis empírico de los beneficios del uso compartido se enfoca en los efectos de la compartición con base en datos históricos. Por ejemplo, Claussen, Kretschmer y Oehling (2012) examinaron en una muestra de 50 operadores de redes móviles en 28 países, en el período 2000–09, cómo la externalización de un servicio básico afecta el rendimiento de una empresa de telecomunicaciones móviles. Los autores constataron que los operadores de redes móviles disminuyen sus costos, aumentan los ingresos y mejoran su rentabilidad al tercerizar los servicios de explotación de las redes móviles. De acuerdo con este estudio, en términos acumulados de hasta cuatro años después de la aplicación de los acuerdos de tercerización, la relación entre EBITDA y los ingresos aumenta en 8 puntos porcentuales. En la revisión de la literatura empírica sobre la externalización de la gestión de las tecnologías de información y su impacto en las operaciones de telecomunicaciones —un concepto similar a la compartición activa de infraestructura—, Patil y Patil (2013) confirman las pruebas sobre el impacto del uso compartido de infraestructura en el ahorro de gastos operativos, la inversión, la posición competitiva y el riesgo y la rentabilidad, entre otros. La GSMA (2012) añadió a estos mismos efectos estratégicos y comerciales una contribución positiva a la sostenibilidad medioambiental.

Más recientemente, Hounghonon *et al.* (2021) presentaron un análisis que demostraba cómo la compartición de infraestructura puede acelerar la conectividad digital a menor costo (especialmente en los mercados menos desarrollados, donde el rendimiento de la inversión puede ser limitado), reducir los costos de inversión y los gastos operativos para los operadores, al tiempo que beneficia a los consumidores al mejorar la competencia, disminuir los precios y aumentar la calidad del servicio. Del mismo modo, Cabello, Rooney y Fernández (2021) llegaron a proyectar que la compartición de infraestructura aumentaría hasta en 16 puntos porcentuales de aquí a 2030. Esto se verá impulsado, por un lado, por la creciente cuota de mercado de las empresas de infraestructura (naturalmente más propensas a la compartición que los operadores de redes móviles), que se prevé que alcance más de 67% para el total de los emplazamientos, y, por otro, por un mayor nivel de compartición de redes a medida que los espacios públicos estén más fácilmente disponibles y se celebren acuerdos con otros sectores, como los servicios públicos (Cabello *et al.*, 2021). En esta línea, Wang y Sun (2022), centrándose en la industria de las telecomunicaciones móviles de China, demostraron que el uso compartido de infraestructura de telecomunicaciones promueve la inversión total en redes de la industria.

1.2. Mejores prácticas regulatorias

BEREC (2018) compila las mejores prácticas en términos de compartición de infraestructura, tanto pasiva como activa. Asimismo, el estudio apunta a mencionar que si bien la compartición es fundamental para el despliegue de tecnología 5G, existe incertidumbre en Europa sobre su impacto económico y las implicancias regulatorias.

Al intentar responder en parte a esa incertidumbre, la GSMA (2018) puntualiza la necesidad de permitir y estimular la compartición de componentes activos y pasivos de manera voluntaria. Asimismo, el estudio recomienda no introducir un sesgo regulatorio a la compartición activa, sobre todo en lo referente al control de las tendencias anticompetitivas que pueden desencadenarse en una compartición sin controles. Siguiendo con el tratamiento prescriptivo, Macmillan Keck y el Columbia Center on Sustainable Investment (2017) puntualizan no solo los beneficios del uso compartido sino también especifican los impedimentos de la compartición erigidos por reguladores (control de precios *ex ante*, tratamiento de ingresos de la compartición, silos institucionales y propiedad del Estado de determinada infraestructura). Este tema está también planteado por Marino García y Kelly (2015) cuando mencionan que si bien la compartición de infraestructura puede suprimir las barreras de entrada en las redes de acceso, al mismo tiempo puede crear problemas o distorsiones en mercados adyacentes. Por ejemplo, la compartición puede ocasionar una reducción de los incentivos a invertir en redes o limitar la innovación en el desarrollo de productos.

1.3. Obstáculos a la compartición

En el estudio de Martínez Garza *et al.* (2020) enfocado en el ámbito latinoamericano, se documenta la adopción limitada de compartición. Las hipótesis planteadas para explicar la ausencia de uso compartido en la región están principalmente definidas por la falta de reglamentación de la compartición intersectorial, sobre todo con las empresas de electricidad, así como por la ausencia de marcos regulatorios estables y transparentes.

Uno de los aspectos raramente abordados en la literatura de investigación se refiere al estudio del efecto que pueden tener las dinámicas competitivas en el condicionamiento de operadores para firmar acuerdos de compartición. De hecho, la experiencia en el terreno demuestra que la firma de acuerdos de uso compartido entre operadores no se produce de manera automática una vez que este es reglamentado por los reguladores. Analistas del mercado de las telecomunicaciones coinciden en estipular que, independientemente del discurso público, la compartición de infraestructura no es

un movimiento “natural” para los operadores (ITU, 2021). Este tema ha sido estudiado en el negocio de las plataformas de internet y los negocios en red. Por ejemplo, Eisenmann (2018) propone que si un operador ha invertido sustancialmente en el despliegue de una red nacional, este será renuente a compartir infraestructura con un competidor en tanto estaría reduciendo las barreras de entrada.³ En teoría, este comportamiento podría extenderse al caso de la tecnología 5G, aunque la capacidad de 5G para acomodar una diversidad de operadores, combinada con la oferta de computación en la nube en el centro y la periferia de las redes, debería aumentar la voluntad de los operadores de compartir infraestructura.

Esta es la conclusión a la que precisamente llegan Andrews, Bradonjic y Saniee (2017) cuando estudian el beneficio generado para dos competidores que cooperan para compartir infraestructura en el despliegue de tecnología 5G. Para ello, analizan el equilibrio competitivo en juegos teóricos de dos partes, cooperando y no cooperando. El resultado indica que, si uno de los dos operadores se comporta de manera agresiva, no compartiendo y tratando de doblegar al segundo, esto genera una reacción agresiva por parte del segundo, lo cual afecta el valor de la compartición para ambos. De acuerdo con lo anterior, un juego teórico de cooperación entre dos oferentes de 5G demuestra que la compartición es positiva tanto para el incumbente como para el desafiante. En principio, esto implicaría que, dado que la compartición en 5G es un equilibrio de juego cooperativo, los operadores que invierten en 5G estarían migrando naturalmente a la compartición.

Otro obstáculo raramente abordado en la literatura se refiere a las barreras técnicas a la compartición. El estudio de Deloitte (2015) previamente mencionado las aborda. Por otra parte, Paolini (2010) se enfoca en barreras técnicas tales como diferentes abordajes a la planificación y gestión de redes, y diferentes proveedores de equipamiento. Todo ello requiere de un estudio previo que permita armonizar los factores antes de que se conviertan en obstáculos para la implementación del acuerdo.

1.4. Conclusión

La literatura de investigación sobre el concepto de compartición de infraestructura es particularmente rica en la estimación teórica de los beneficios económicos para operadores, y en la enumeración de prácticas regulatorias que pueden estimular la firma de acuerdos. Asimismo, existen algunas investigaciones donde se estudian las posibles barreras a la compartición, tanto desde el punto de vista de cuestiones regulatorias como de aspectos competitivos o tecnológicos de la industria y los operadores.

³ Véanse Shapiro y Varian (1999) y, particularmente, Eisenmann (2008).

Curiosamente, ninguno de los estudios relevados aborda el análisis del impacto socioeconómico del uso compartido. En otras palabras, si bien la compartición redundaría en beneficios económicos para los operadores, ¿cuál será su resultado en el mercado? Ese es precisamente el tema principal planteado en los capítulos que siguen, tanto en el análisis econométrico de impacto a nivel regional en ALC, como en los estudios de caso de dos experiencias latinoamericanas: Internet para Todos en Perú y la compartición de sitios y torres en Ecuador.



Difusión del marco regulatorio de uso compartido de infraestructura en América Latina y el Caribe

Como en toda política pública y marco regulatorio, la implementación es parte de un proceso que va de la formulación reglamentaria a la adopción por parte de agentes del sector privado, en este caso los operadores de telecomunicaciones. El capítulo siguiente se enfoca en un análisis del proceso que abarca desde la formulación de políticas de participación por parte de los gobiernos a su adopción por parte de los operadores. Ambos procesos no son automáticos e inmediatos: la definición del marco regulatorio responde a un proceso de difusión de modelos que es análogo a la adopción de innovaciones y asume características diferentes para cada país. La implementación de acuerdos de participación está guiada por dinámicas de cooperación y competencia entre operadores.

2.1. Difusión de modelos regulatorios

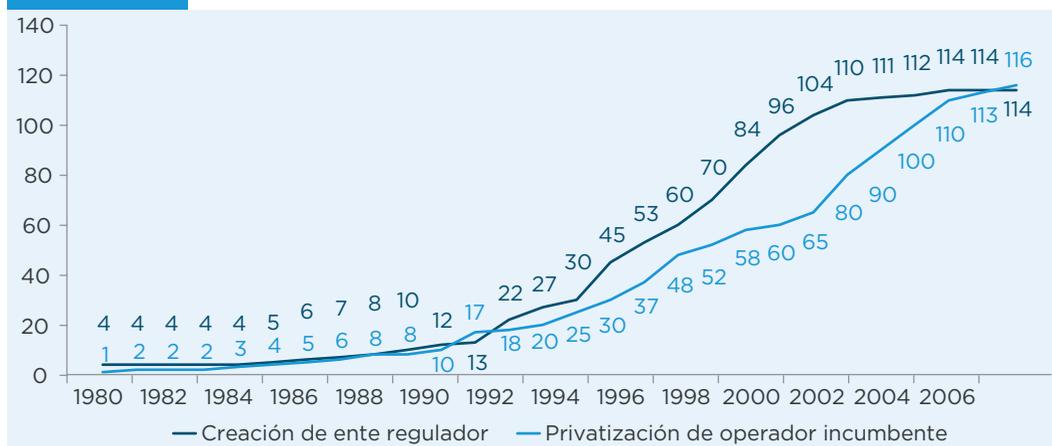
Desde la década de 1980 la convergencia en políticas públicas y marcos regulatorios en la industria de las telecomunicaciones ha estado guiada por un proceso de difusión de modelos típicamente implementados en países avanzados y asimilados con posterioridad por países en desarrollo. De acuerdo con este proceso, la implantación de políticas públicas tiende a seguir un modelo predeterminado de imitación condicionado

por parámetros institucionales, políticos y de proximidad geográfica, así como por un efecto conocido como el “comportamiento de manada” (Levi-Faur, 2002). Por ejemplo, la adopción de dos modelos regulatorios clásicos de la industria de las telecomunicaciones —en este caso, la creación de un ente regulador de telecomunicaciones y la privatización del operador incumbente— puede graficarse en una curva en S similar a la observada en la difusión de innovaciones (gráfico 1).

El gráfico 1 muestra que, en el caso de la creación de un regulador sectorial y la privatización del operador incumbente, después de un periodo de incubación a nivel mundial que se extiende desde 1980 hasta 1992, el cambio se acelera a nivel mundial, culminando la etapa de difusión acelerada en 2002 en el caso de la creación de agencias regulatorias independientes y en 2005 en el de las privatizaciones. Así, en un lapso de 25 años estos dos cambios clave del marco regulatorio de las telecomunicaciones se difunden a nivel mundial y finalmente alcanzan a 120 países.

Si bien la difusión de políticas públicas entre gobiernos está basada en comportamientos de comunicación similares a los que ocurren entre individuos en el proceso de difusión de innovaciones y nuevos productos (y que el proceso puede graficarse en una curva en S), es importante remarcar que esto no significa que la difusión de modelos regulatorios esté guiada por interacciones sociales aleatorias. En efecto, consideramos que existen tres mecanismos que explican la difusión de marcos regulatorios y de políticas públicas entre países. El primero es el que se conoce como efecto de proximidad geográfica, conforme al cual la difusión de políticas públicas está predeterminada por la similitud de situaciones y desafíos entre los gobiernos. Así, si un país está enfren-

GRÁFICO 1 DIFUSIÓN DE MODELOS REGULATORIOS EN TELECOMUNICACIONES



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

tado a necesidades y problemas similares a los de un país vecino (por ejemplo, resolver problemas asociados con la brecha digital), es altamente probable que el gobierno del primero adopte políticas que han sido implementadas con anterioridad por el segundo. Parte de la explicación de este mecanismo se debe a la proximidad geográfica que permite que los encargados de formular las políticas públicas interactúen frecuentemente. Este proceso se denomina “copiar al vecino” y fue aplicado por primera vez en la década de 1960 para explicar la difusión de políticas de tratamiento de agua en las administraciones municipales estadounidenses (Crain, 1966).

El segundo mecanismo de difusión de modelos regulatorios se denomina “difusión lateral”. En este caso, la imitación de modelos se debe a que ciertos países comparten el mismo bagaje institucional u operan dentro del mismo contexto socioeconómico. La diferencia entre la proximidad geográfica y la difusión lateral es que en este último mecanismo, dos países no tienen que ser necesariamente vecinos pero pueden tener estructuras socioeconómicas e institucionales similares.

El tercer mecanismo de difusión de modelos regulatorios se conoce como “efecto de difusión jerárquica”. Este, como su nombre lo indica, establece que las políticas públicas son introducidas inicialmente por países centrales y adoptadas *a posteriori* por países periféricos.

Así, lo que podría considerarse como un proceso aleatorio de difusión de políticas públicas —como lo es el cambio en el marco regulatorio de las telecomunicaciones— es en realidad una evolución determinada por la combinación de tres modelos de difusión de políticas entre Estados.

Ahora bien, puede considerarse que los procesos arriba descritos están guiados por cierta racionalidad en la toma de decisiones. En efecto, esta se materializa tal como se presenta en el cuadro 2.

CUADRO 2 RACIONALIDAD EN LA ADOPCIÓN DE MARCOS REGULATORIOS

Modelo de difusión	Racionalidad en la elección del marco regulatorio
Proximidad geográfica	Si el país vecino con problemas comunes ha adoptado un modelo regulatorio determinado es altamente probable que el mismo se adapte a las necesidades del país que está tratando de definirlo.
Difusión lateral	Si países que comparten un bagaje socioeconómico e institucional con el país que tiene que elegir un modelo han adoptado previamente un tipo de modelo regulatorio es altamente probable que ese tipo se adapte al país que debe definir el modelo.
Difusión jerárquica	Si los países centrales han adoptado previamente cierto modelo, es probable que el mismo sea adoptado por el país periférico ya que le permitirá alcanzar condiciones de desarrollo similares a las del país central.

Fuente: Telecom Advisory Services.

Cuando el proceso de difusión se generaliza en términos de países que adoptan el cambio preconizado implícitamente por los países líderes, se observa el comportamiento que Levi-Faur denomina de “manada”. El efecto de “manada” puede estar guiado por la necesidad de reducir la incertidumbre en la toma de decisiones asociada a la definición de una política (que es producto de la imitación de un país líder), la reducción de costos de información (al imitar se reduce la necesidad de analizar la realidad del país) y la legitimización provista por los líderes de opinión (Levi-Faur y Jordana 2005). De acuerdo con el efecto de “manada”, la elección de un modelo regulatorio está determinada no por la información y el análisis a disposición de un encargado de formular políticas públicas, sino por un proceso imitativo. En este sentido, las señales emitidas por los países líderes (bajo el concepto de *benchmark*) ejercen una influencia en el comportamiento y el marco cognitivo de la administración de gobierno que debe adoptar una nueva política pública. Cuando estas señales y modificaciones de política llevan a la convergencia de un importante número de países, nos encontramos en presencia de un efecto de manada.

El comportamiento de manada en la transferencia de marcos regulatorios muestra una serie de efectos peculiares. En primer lugar, numerosos países con diferencias importantes toman decisiones similares (por ejemplo, la privatización del operador de telecomunicaciones dominante) en un período muy corto de tiempo. En este sentido, puede observarse un mecanismo de contagio que facilita la difusión del modelo. Segundo, en la difusión por efecto de manada se pueden observar uno o más incentivos al comportamiento imitativo. Por ejemplo, cuantos más países adoptan una política determinada, mayor es el valor del ejemplo (en otras palabras, “si todos estos países han privatizado, no nos podemos equivocar al imitarlos”). Esto se conoce como el estímulo a la reducción de incertidumbre. Otro incentivo identificado en el efecto de manada es el mejoramiento de la reputación del funcionario del país que adopta la nueva política (“al privatizar el operador, nos comportamos como todos estos otros países importantes que ya lo han hecho”). Por último, el efecto de manada permite reducir los costos de la información requerida para tomar una decisión de política pública (“no es necesario llevar a cabo un análisis detallado de la conveniencia de privatizar en la medida en que los ejemplos de otros países son tan contundentes”).⁴

En el proceso de difusión de políticas públicas, la adopción de determinados modelos también está determinada por el comportamiento de algunos países; es decir, por las señales que estos producen, que, en última instancia, influyen en los formuladores de

⁴ Ciertos sociólogos neoinstitucionalistas (Jepperson y Meyer, 1991; Meyer, Boli, Thomas *et al.*, 1997) han estudiado el efecto mediante el cual agentes políticos tienden a imitar a sus pares en otros países para reducir los costos de búsqueda y ganar en legitimización.

políticas de otros países. Así, en el proceso de difusión existen países líderes y países “seguidores”. Levi-Faur señala que los países pueden categorizarse en tres tipos: i) los “instigadores” de políticas regulatorias; ii) los “seguidores”, y iii) los “rezagados”⁵. Los instigadores son aquellos cuyos formuladores de políticas no necesitan modelos apriorísticos o ejemplos precedentes para introducir cambios en el marco regulatorio. Los instigadores pueden, a su vez, ser categorizados como líderes o radicales. Los líderes son aquellos Estados cuya adopción de cierto modelo regulatorio se produce al comienzo de un proceso de difusión, originando una fuente de influencia significativa en términos de imitación y legitimidad. Los países seguidores del ejemplo de los instigadores son aquellos que no quieren asumir el riesgo de la innovación en la formulación de marcos regulatorios y tienden a adaptarse a las normas colectivas formuladas por instituciones supranacionales. Entre los seguidores, se pueden contar a los moderados y a los indecisos. Los países moderados son aquellos cuyos administradores públicos y políticos adoptan una actitud pragmática más que ideológica cuando se trata de formular políticas regulatorias. De hecho, estos países poseen capacidad regulatoria pero la adopción de nuevos modelos en general se realiza después de un profundo proceso de evaluación de necesidades y de ejemplos de casos de países instigadores. Los otros países seguidores, denominados indecisos, son aquellos que no disponen de capacidad regulatoria o marco de referencia que les permitan formular políticas de telecomunicaciones como en el caso de los moderados. Por último, los países rezagados son aquellos que necesitan una gran cantidad de ejemplos de países que hayan adoptado un cambio en el marco regulatorio para luego proceder a modificar el suyo propio.

Más allá de los factores mencionados anteriormente, la difusión y convergencia de políticas públicas está determinada por las características de cada país y las instituciones a las que este pertenece. Este último factor es fundamental (en la medida en que se refiere directamente al papel de los espacios regionales). En este caso, las políticas públicas y los mecanismos regulatorios se difunden gracias a redes que actúan como instituciones facilitadoras de transferencia de modelos. Las instituciones involucradas en la difusión de políticas públicas y marcos regulatorios de telecomunicaciones son de tres tipos. En primer lugar, están las instituciones supranacionales (Comisión Europea; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE; Banco Mundial⁶; Naciones Unidas; Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL;

⁵ Esta categorización se basa en el trabajo de Levi-Faur “Herding towards a New Convention: on herds, shepherds and lost sheep in the liberalization of the telecommunications and electricity industries”.

⁶ Véase, por ejemplo, el papel que tuvo el Banco Mundial en la promoción y el desarrollo de instituciones financieras en la región andina.

Organización de Estados Americanos, OEA; Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF); Banco Interamericano de Desarrollo, BID), que desempeñan un papel de correa de transmisión en la promoción de recomendaciones sobre marcos regulatorios y políticas públicas.⁷ En segundo lugar, se cuentan los “emprendedores” de política pública (consultores, expertos, organizaciones no gubernamentales) considerados como los promotores de “mejores prácticas” y “*benchmarks*”. En tercer lugar, están las organizaciones internacionales, tanto del sector (Regulatel, Berec) como plurisectoriales (Alianza del Pacífico, Mercosur). Así, el factor institucional (en otras palabras, los “espacios regionales de regulación”) desempeña un papel fundamental en la promoción de la convergencia de políticas públicas y marcos regulatorios.

El marco conceptual presentado en este apartado será utilizado para entender la difusión del modelo de compartición de infraestructura en América Latina y el Caribe (ALC).

2.2. Difusión de modelos y políticas de uso compartido de infraestructura en ALC

El proceso de difusión de marcos regulatorios de compartición de infraestructura de telecomunicaciones puede estudiarse con base en tres modelos monitoreados por el índice del ICT Regulatory Tracker:

1. Compartición móvil permitida: en términos generales, este marco permite la firma de acuerdos para la adquisición de minutos o megabytes a precio mayorista en el contexto de Operadores Móviles Virtuales.
2. Compartición de sitios obligada o estimulada: definida como el modelo más simple de compartición de equipamiento pasivo en un único sitio. Por ejemplo, los operadores pueden compartir un sitio físico en el que instalan antenas, mástiles, gabinetes o vínculos de *backhaul* separados.
3. Compartición de infraestructura obligada: este estadio es más avanzado que la simple compartición de sitios, involucrando la compartición de otros componentes pasivos como torres, postes y ductos.

Estos tres componentes son evaluados para cada país a partir de información reportada a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) desde entes regulatorios locales. Las estadísticas demuestran que si bien existe un consenso sobre los beneficios del

⁷ Los entes reguladores de telecomunicaciones de Brasil y Argentina están diseñados bajo los estándares de mejores prácticas del Banco Mundial.

CUADRO 3 ADOPCIÓN DE MODELOS DE COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA POR REGIÓN (2022)

	Total de países	Compartición móvil permitida	Compartición de sitios obligada o estimulada	Compartición de infraestructura obligada
África	44	41 (93%)	31 (70%)	34 (77%)
Estados Árabes	22	16 (73%)	16 (73%)	14 (64%)
CIS	9	6 (67%)	3 (33%)	3 (33%)
Asia Pacífico	29	23 (79%)	15 (52%)	16 (55%)
Europa	45	42 (93%)	40 (89%)	32 (71%)
ALC	33	29 (88%)	25 (76%)	25 (76%)
América del Norte	2	2 (100%)	2 (100%)	2 (100%)
Asia meridional	9	8 (89%)	4 (44%)	6 (67%)
TOTAL	193	167 (87%)	136 (70%)	132 (68%)

Fuente: ICT Regulatory Tracker.

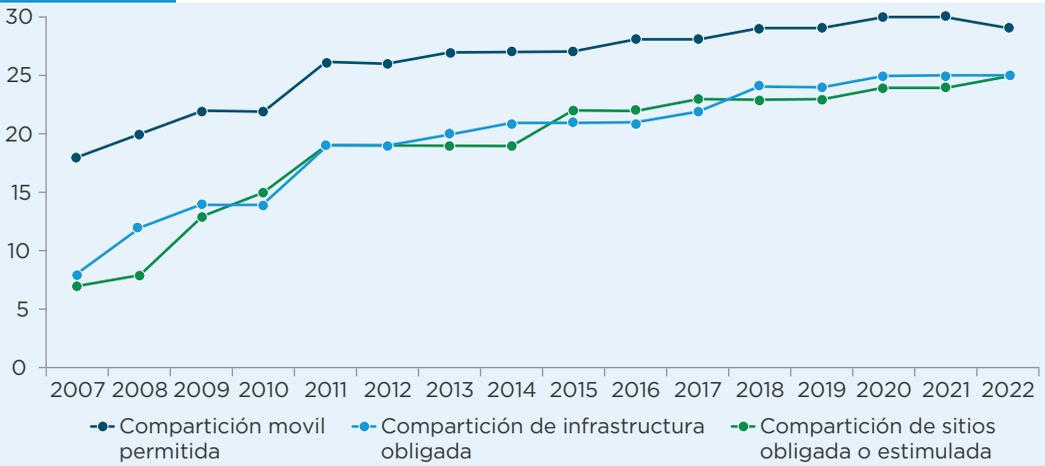
uso compartido de infraestructura de telecomunicaciones —tal como ha sido documentado en la literatura de investigación (presentada en el capítulo 1)—, la adopción de cada uno de los tres modelos varía sustancialmente por región (cuadro 3).

Como se indica en el cuadro 3, cada región del mundo presenta diferencias en torno a los modelos de compartición reglamentados. Si bien la mayoría de los países ya han adoptado marcos regulatorios de telecomunicaciones móviles, la compartición de sitios o de infraestructura pasiva no ha sido implementada en todas las regiones. Por ejemplo, si bien el 89% de los países europeos estimulan la compartición de sitios, tan solo 71% obliga a la compartición de infraestructura pasiva. En el resto de las regiones no existen diferencias sustanciales entre el número de países que estimula la compartición de sitios y el número de países que obliga a la compartición de infraestructura pasiva. En ALC en particular ese porcentaje es igual para ambos indicadores (76%).

La diferencia entre regiones también puede ser entendida en términos de adopción de modelos de compartición en el tiempo. El gráfico 2 presenta el número de países de ALC que ha adoptado cada uno de los tres modelos entre 2007 y 2020.

En un universo de 33 países, la adopción de marcos que permiten el uso compartido de servicios móviles en base a la adquisición de capacidad al por mayor es el modelo más difundido (habiendo sido adoptado por 29 países). Por otro lado, la compartición de sitios o de infraestructura pasiva está menos reglamentada, y ha sido implementada por 25 países. Como puede observarse en el gráfico 3, el crecimiento en la tasa de

GRÁFICO 2 DIFUSIÓN DE MODELOS DE COMPARTICIÓN EN ALC



Fuentes: ICT Regulatory Tracker; análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: La reducción en compartición móvil registrada en 2022 se debe a un país que provee una respuesta negativa respecto de su adopción en el último informe.

adopción de modelos de compartición se aceleró en el período 2007-14, estabilizándose con posterioridad.⁸

El cuadro 4 presenta los países que ya habían adoptado reglamentos de compartición en 2007 y que podrían ser considerados los más innovadores en esta área.

No obstante, es importante remarcar que a pesar de la generalización de modelos, cada país presenta ciertas variaciones en términos de reglamentación de la compartición (cuadro 5).

2.3. Probabilidad de adopción de uso compartido de infraestructura por parte de operadores

Una vez que los reguladores aprueban un determinado marco de compartición, la responsabilidad para la firma de acuerdos es transferida a los operadores. Es común observar que una vez que los reguladores han aprobado la compartición pasiva de infraestructura entre operadores, algunos operadores de redes muestran resistencia a optar por esta opción, salvo en el caso del uso compartido de emplazamientos, que está muy extendida. El costo de explotación y mantenimiento de los emplazamientos rurales crece exponencialmente por su lejanía y la falta de infraestructura adecuadas para acceder a

⁸ Lamentablemente, no puede medirse la adopción con anterioridad a 2007, dado que la UIT no monitoreaba el índice con anterioridad a ese año.

CUADRO 4 PAÍSES ADOPTANTES DE REGLAMENTOS DE COMPARTICIÓN EN 2007

Compartición móvil permitida	Compartición de sitios obligada o estimulada	Compartición de infraestructura obligada
<ul style="list-style-type: none"> Argentina Barbados Brasil Chile Colombia República Dominicana Ecuador El Salvador Haití Jamaica Nicaragua Paraguay Perú Santa Lucía San Vicente y las Granadinas Trinidad y Tobago Uruguay Venezuela 	<ul style="list-style-type: none"> Barbados Belice Brasil Colombia Ecuador Granada Perú San Vicente y las Granadinas 	<ul style="list-style-type: none"> Colombia República Dominicana Ecuador Granada San Vicente y las Granadinas Trinidad y Tobago Venezuela

Fuentes: ICT Regulatory Tracker; análisis de Telecom Advisory Services.

CUADRO 5 ALC: REGLAMENTOS DE COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA PASIVA

	Compartición de sitios, espacios o emplazamientos	Torre	Backhaul
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> Mediante convenio libre (Resolución ENACOM 105/2020). 	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria. RESOL-2019-2537-APN-ENACOM#JGM (Operador independiente de infraestructura pasiva). 	<ul style="list-style-type: none"> Concesión de red troncal pública.
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria. (ANATEL 2017, Ley 13.116 y Resolución 683). 	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria. (ANATEL 2017, Ley 13.116, Decreto 10.480 y Resolución 683). 	<ul style="list-style-type: none"> Concesión de red troncal pública.
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria, (Resolución CRC de 2016 y 2017). Obligatoria con redes eléctricas (Resolución CRC 5.890/2020). Régimen para ductos y postes con precios en base a costos. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponible a través de la Ley 1.753 de 2015. 	<ul style="list-style-type: none"> Abierta y promovida por intervención del Estado (art. 4, numeral 4 - Ley 1.341 de 2009)^a.
Chile	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria en redes 4G en ciertas localidades (Ley 18.168). 	<ul style="list-style-type: none"> Reglamentada de acuerdo con condiciones de despliegue (Ley 20.599 y Decreto 22-2013). 	<ul style="list-style-type: none"> No regulada

(continúa en la página siguiente)

CUADRO 5 ALC: REGLAMENTOS DE COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA PASIVA *(continuación)*

	Compartición de sitios, espacios o emplazamientos	Torre	Backhaul
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria (Resolución ARCOTEL 807 de 2017). 	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria. Resolución ARCOTEL 806 de 2017. 	<ul style="list-style-type: none"> No regulada
México	<ul style="list-style-type: none"> Incentiva a través del art. 139 de la LFTR. Obligatorio para el agente preponderante (art. 138 #V y 267 LFTR). 	<ul style="list-style-type: none"> Disponible a través del art. 115 de la Constitución y el art. 15 de la LFTR. 	<ul style="list-style-type: none"> Concesión de red troncal pública.
Perú	<ul style="list-style-type: none"> Obligatoria para operadores importantes (Decreto Legislativo 1.019). 	<ul style="list-style-type: none"> Regulada desde 2021. 	<ul style="list-style-type: none"> Concesión de red troncal pública.
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> Ley Nro. 843-2013 y Decreto Ejecutivo 15-2014; Reglamento para la ubicación, construcción e instalación de estructuras de soporte para equipos de telecomunicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Ley Nro. 843-2013 y Decreto Ejecutivo 15-2014; Reglamento para la ubicación, construcción e instalación de estructuras de soporte para equipos de telecomunicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> No regulada

Fuente: Compilación de Telecom Advisory Services.

Nota: ^a <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>.

ellos. Además, un análisis costo-beneficio de la compartición de infraestructura determina que no es económicamente viable para un operador de redes móviles poseer una torre en solitario en el caso del despliegue de nuevas tecnologías como la 5G; en este escenario, se podría tardar más de 10 años en rentabilizar la inversión.

El uso compartido de infraestructura no es una estrategia natural para los operadores, que pueden encontrarse en distintas fases de despliegue de la red y, por tanto, pueden tener actitudes diferentes a la hora de valorar la infraestructura de red como una ventaja competitiva. En principio, si un operador ha invertido considerablemente en una red nacional, es probable que sea reacio a ofrecer a sus competidores acceso a esa ventaja. En algunas condiciones de mercado competitivo, los operadores podrían, por su cuenta, organizar soluciones socialmente óptimas. En cambio, los propietarios de infraestructura que confieren posiciones dominantes serán reacios a compartirlas. Se espera que el diferenciador competitivo inherente a la inversión y el despliegue de redes aumente con la tecnología 5G. Sin embargo, la tecnología 5G, en su capacidad para soportar una mayor diversidad de redes, combinada con el alcance de la computación en nube en el núcleo y el borde de las redes, podría facilitar un replanteamiento de los nuevos modelos de negocio para el uso compartido de infraestructura.

La comprensión de la reticencia de los operadores de redes a suscribir acuerdos de uso compartido frente a optar por desplegar su propia infraestructura puede formalizarse mediante marcos de teoría de juegos, como los que explican los “fallos de coordinación”. Este concepto define la falta de alineación *ex-ante* de los objetivos de los agentes, incluso si su ocurrencia fuese eficiente desde el punto de vista de Pareto (en otras palabras, si dos operadores acuerdan compartir infraestructura de red, el retorno de la inversión en dar servicio a una determinada geografía debería ser mayor). ¿Por qué no se produciría el alineamiento? Esto podría ocurrir debido a la incertidumbre estratégica (el operador 1 opta por compartir la red mientras que el operador 2 opta por desplegar su propia infraestructura no compartida, dejando al operador 1 sin cobertura en la zona de servicio). Esto podría tornarse más problemático si uno o los dos operadores tuvieran un incentivo para aprovecharse. Esta evaluación está condicionada por la posición de mercado de los operadores. Como premisa directa, si el operador 1 tiene una gran cuota de mercado y una huella de cobertura importante, sus incentivos para compartir su red son bajos.

Otro caso de fallo de coordinación podría darse si el precio al que se suministra una infraestructura pasiva (un conducto o un poste de la red eléctrica) es tan elevado que se convierte en un incentivo para que un proveedor de servicios de telecomunicaciones despliegue su propia zanja para tender su fibra, aunque aprovechar la infraestructura existente sea más beneficioso desde el punto de vista social.

El análisis de los posibles fallos de coordinación en la aplicación de los modelos de uso compartido es una condición previa para determinar los incentivos que deben desplegarse para fomentar el uso compartido. Estos no se rigen por un planteamiento de “talla única”. Algunas estructuras de mercado serán más propensas que otras a lograr la coordinación que implica el uso compartido de la red. Además, la coordinación será más factible en algunos modelos que en otros (lo que explica que el uso compartido de emplazamientos sea más frecuente). A la luz de estas consideraciones, la evaluación de la probabilidad de adopción de modelos de compartición por parte de los operadores implicará mapear las estructuras de mercado por país y aplicar la teoría de juegos para evaluar la probabilidad de difusión en la región.

En opinión de algunos analistas del sector, “compartir es una gran idea difícil de poner en práctica” (ITU, 2021). Una cuestión crítica de la implementación se refiere al tipo de incentivos que podrían introducirse para que los proveedores de servicios confíen en ellos. Aunque los acuerdos de red compartida son la forma correcta de abordar el reto de conectividad en zonas rurales, se reconoce que son difíciles de aplicar sin la intervención del gobierno. Al más alto nivel, una cuestión clave es si el gobierno debe exigir o simplemente autorizar el uso compartido de redes. Como se indica en el cuadro 3, mientras que 163 países autorizan el uso compartido de redes, solo 129 lo

exige. ¿Podrían las obligaciones de uso compartido de la red repercutir en la cobertura? Probablemente sí. Según Katz y Jung (2021), la posibilidad de permitir acuerdos de uso compartido del espectro de forma voluntaria tiene el efecto de estimular la inversión en el sector móvil. A partir del periodo t , si se adopta esta reforma regulatoria, el país alcanzará un aumento de la inversión de 18,3% al momento de las reformas, lo que se traducirá en $t+2$ en un aumento de la cobertura de 17,13%. Además, las mejoras de cobertura derivadas de inversiones anteriores contribuyen a reducir los precios, ya que la curva de oferta se desplaza hacia la derecha.

Si la compartición de redes no fuera obligatoria pero sí permitida, teniendo en cuenta un posible fallo de coordinación, podría requerir la gestión de terceros, una probable aportación legislativa, una intervención reguladora u otros incentivos. Un posible incentivo podría ser añadir a las condiciones de subasta del espectro la necesidad de lograr cobertura rural mediante el uso compartido de redes de infraestructura. Otra posibilidad es que el uso compartido de infraestructura con fines comerciales sea más eficaz. En este caso, los gobiernos crean las condiciones necesarias y permiten a los operadores formalizar acuerdos por su cuenta. Las políticas en este ámbito incluyen permitir el uso compartido activo de infraestructura entre operadores de telecomunicaciones, y entre estos y otros proveedores de infraestructura, como las empresas eléctricas.

Otro enfoque para implantar la compartición de redes y ampliar así la cobertura rural es a través de especialistas mayoristas. Este modelo se basa en la creación de empresas centradas en etapas específicas de la cadena de valor, capturando así las economías de escala y de alcance necesarias para que el despliegue sea financieramente viable. Los ejemplos son numerosos a nivel de infraestructura e incluyen empresas de torres y fibra.

En el segmento inalámbrico, las redes abiertas pueden reducir sustancialmente los costos de despliegue. Este concepto implica la creación de una empresa conjunta de empresas de telecomunicaciones y plataformas, con el apoyo de bancos de desarrollo a fin de prestar servicios inalámbricos en zonas rurales, basados en tecnología 4G. Uno de los ejemplos más destacados de este modelo es la iniciativa “Internet Para Todos” implementada en Perú (que se incluye como uno de los estudios de caso analizados en el capítulo 4).



Impacto en la región del uso compartido de infraestructura

El objetivo de este capítulo es contribuir a la literatura empírica, demostrando que una regulación moderna de la infraestructura pasiva tiene un impacto en el desarrollo de la industria móvil en América Latina y el Caribe (ALC) y, a su vez, en el desarrollo económico de la región. La evidencia presentada se compone de dos análisis.

En primer lugar, se demuestra el impacto económico del mejoramiento de la regulación en el uso compartido de infraestructura. Este análisis está basado en información de los regímenes de compartición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y su impacto en la cobertura de redes 4G, la adopción de banda ancha móvil y el consecuente impacto económico.

En segundo lugar, se conduce un análisis en base a microdatos a fin de estimar el impacto de un mejoramiento de la regulación sobre uso compartido de infraestructura en el nivel de adopción de internet en el hogar, adopción de celular, acceso a internet desde el celular y adopción de banda ancha móvil. Este análisis está basado en información que surge del uso de microdatos a nivel regional para más de 10 países de la región, teniendo en cuenta las diferentes variables dependientes, y de datos de compartición de la UIT para la variable independiente. El uso de microdatos permite obtener resultados segmentados por género, nivel de educación, edad y zona de residencia (rural/urbano).

3.1. Impacto económico del uso compartido de infraestructura

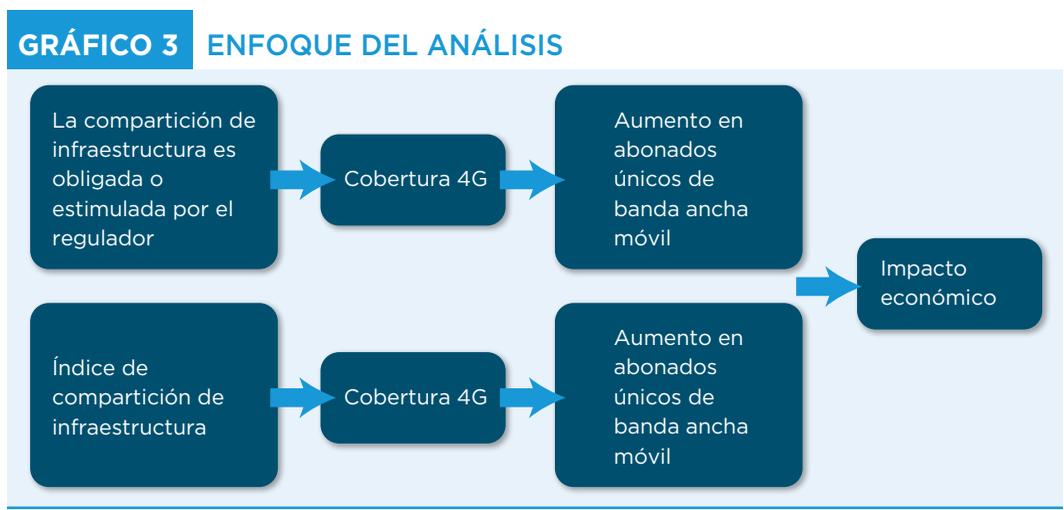
Como se detalló en la revisión de la literatura de investigación presentada en el capítulo 1, gran parte de la evidencia del impacto económico y los análisis empíricos se enfoca

en los beneficios a los operadores; es decir, el ahorro en la inversión de capital y los gastos operativos asociados con la compartición. En el análisis, el ahorro de los operadores es asumido como variable intermedia y, consecuentemente, el enfoque se pone en el impacto de la compartición en el incremento de la cobertura de redes 4G y, consecuentemente, en el aumento de la penetración de banda ancha móvil y su impacto económico. En primer lugar, se detallan el marco teórico y los datos en los que se basará el análisis. Luego, se presentan los resultados de la modelización empírica y, sobre esa base, se discuten las implicancias.

3.1.1. Marco teórico

Como se mencionó anteriormente, el objetivo del análisis es demostrar el impacto económico del mejoramiento de la regulación del uso compartido de infraestructura (gráfico 3).

Para demostrar esta relación, se diseñaron modelos en etapas. En primer lugar, se analiza la relación entre una regulación que obliga o fomenta proactivamente el uso compartido de sitios y el nivel de cobertura 4G (modelo 1).⁹ De forma simultánea, se estudia la misma relación entre un índice que cuantifica el grado de proactividad de la regulación de la compartición de infraestructura, yendo más allá de la co-ubicación de emplazamientos y el nivel de cobertura 4G (modelo 2). A continuación, en una segunda etapa, se cuantifica la relación entre un incremento de la



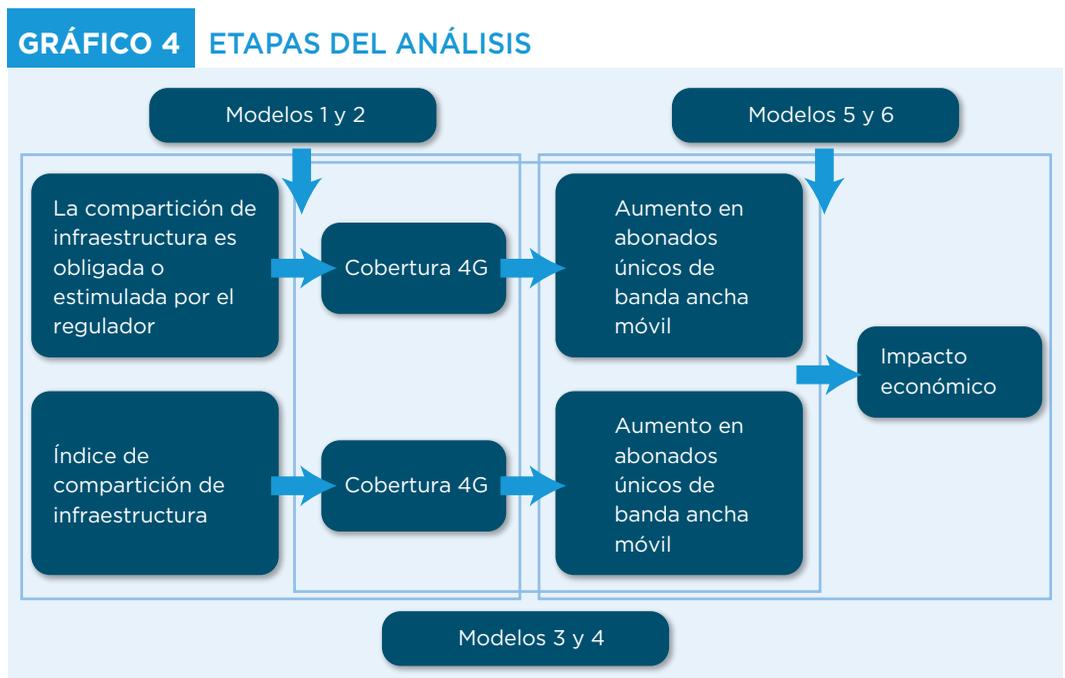
Fuente: Telecom Advisory Services.

⁹ El uso compartido del sitio se define como co-ubicación.

cobertura 4G y un aumento de los usuarios únicos de banda ancha móvil (modelos 3 y 4). Por último, se estima la relación entre un aumento del número de usuarios únicos de banda ancha móvil y una mejora de los indicadores económicos (modelos 5 y 6) (gráfico 4).

Los modelos econométricos desarrollados para probar esta cadena causal se basan en los índices de la UIT en el ICT Regulatory Tracker. Esta base de datos presenta información del período 2007-20, recopilada a partir de cuestionarios enviados anualmente a los reguladores de cada país sobre diversos temas regulatorios. Las respuestas se codifican de manera binaria (No: 0; Sí: 1) sobre la existencia de una regulación específica. Del conjunto de preguntas disponibles en el Regulatory Tracker, solo se consideran aquellas que cubren el tema de la compartición de infraestructura, ya referidas en capítulo 2, a saber:

1. ¿Es obligatorio compartir la infraestructura (torres, bases de radio, postes, conductos, etc.) y/o se fomenta la compartición de manera proactiva?
2. ¿Se obliga a compartir la ubicación o el sitio y/o se estimula la compartición de manera proactiva?
3. ¿Es obligatoria la desagregación del bucle local?



Fuente: Telecom Advisory Services.

La primera de estas preguntas hace referencia a la presencia o no de compartición de infraestructura, que es un paso adelante de los operadores que simplemente comparten sus sitios e implica compartir más componentes pasivos —torres, estaciones base, postes, ductos, mantenimiento de las instalaciones—, así como aumentar la productividad del uso de los recursos. La segunda de las preguntas hace referencia a la co-locación/compartición de sitios, que es la forma más simple de compartir, y se refiere a la asignación de algunos equipos de red pasivos en un mismo sitio. Como resultado, los operadores de telecomunicaciones comparten el mismo complejo físico, pero instalan mástiles, antenas, gabinetes y *backhaul* en sitios separados. La última pregunta hace referencia a la desagregación del bucle local, que se refiere al proceso regulatorio en el que los titulares arriendan —total o parcialmente— el segmento local de su red de telecomunicaciones a competidores, y luego permiten que múltiples operadores utilicen conexiones desde la central telefónica hasta las instalaciones del usuario.

En términos del análisis cuantitativo, se optó por trabajar con dos mecanismos alternativos:

1. Únicamente usar la segunda pregunta, dado que es la más abarcativa respecto de la compartición.
2. Crear un índice que toma el valor de 100 si las tres respuestas son afirmativas; de 66,66 si dos son afirmativas; de 33,33 si solo una es afirmativa, y de 1 si las tres respuestas son negativas.

Los países incluidos en el análisis son todos los de ALC respecto de los cuales la UIT publica información, condicional a que tengan más de 1 millón de habitantes, a fin de evitar el sesgo estadístico. Los países considerados son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago y Uruguay. El período de análisis abarca el período 2010–20¹⁰. De este modo, se cuenta con un total de 209 observaciones a lo largo de 19 países y 11 años.

En base a estos datos, el primer modelo econométrico plantea evaluar la relación que existe entre la respuesta a la pregunta de si la co-locación/compartición de sitios es obligada o estimulada de manera proactiva y el nivel de cobertura 4G en cada país (conforme a datos de GSMA Intelligence). En este contexto, es posible realizar una regresión simple que determina el efecto en el nivel de cobertura 4G por residir en un país con co-locación/compartición (tratamiento):

¹⁰ A pesar de que existen datos desde 2007, se consideran solo desde 2010 pues se encontraron inconsistencias en la base de datos en los primeros años.

$$\text{Cobertura 4G} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Tratamiento}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Año}_t + \beta_3 \cdot \text{Área}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde:

- **Cobertura 4G:** porcentaje de la población con cobertura 4G (Fuente: GSMA).
- **Tratamiento:** variable que distingue a cada país en función de:
 - ✓ 1 cuando hay una co-ubicación/compartición de emplazamientos forzada o estimulada proactivamente (Fuente: ICT Regulatory Tracker).
 - ✓ 0 en caso contrario.
- **Año:** corresponde a un efecto fijo para cada año entre 2010 y 2020.
- **Área:** corresponde a un efecto fijo para cada país en la regresión.
- **X:** matriz de otras variables independientes que se utilizan como controles, en particular el producto interno bruto (PIB) per cápita.

El segundo modelo econométrico estima la relación entre un índice construido a partir de todas las preguntas de la UIT (presentadas anteriormente) y el nivel de cobertura 4G en cada país (según los datos de GSMA Intelligence). A partir de estos datos, es posible realizar una regresión simple que determina el efecto sobre el nivel de cobertura 4G relacionado con un aumento del índice:

$$\text{Cobertura 4G} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Índice}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Año}_t + \beta_3 \cdot \text{Área}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde:

- **Cobertura 4G:** porcentaje de la población con cobertura 4G (Fuente: GSMA Intelligence).
- **Índice:** índice que toma el valor de 100 si las tres respuestas son afirmativas; de 66,66 si dos son afirmativas; de 33,33 si solo una es afirmativa, y de 1 si las tres respuestas son negativas (Fuente: ICT Regulatory Tracker).
- **Año:** corresponde a un efecto fijo para cada año entre 2010 y 2020.
- **Área:** corresponde a un efecto fijo para cada país en la regresión.
- **X:** matriz de otras variables independientes que se utilizan como controles, en particular el PIB per cápita.

El tercer modelo busca cuantificar la relación entre el aumento de la cobertura 4G y el aumento de usuarios únicos de banda ancha móvil:

$$\text{Porcentaje de la población de usuarios únicos de banda ancha móvil} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Cobertura 4G}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Año}_t + \beta_3 \cdot \text{Área}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

Donde:

- **Usuarios únicos de banda ancha móvil:** porcentaje de la población que es usuario de banda ancha móvil (Fuente: GSMA Intelligence).
- **Cobertura 4G:** porcentaje de la población con cobertura 4G (Fuente: GSMA Intelligence).
- **Año:** corresponde a un efecto fijo para cada año entre 2010 y 2020.
- **Área:** corresponde a un efecto fijo para cada país en la regresión.
- **X:** matriz de otras variables independientes que se utilizan como controles, en particular, la variable de tratamiento del modelo 1 y el índice del modelo 2.

Por último, para estimar la relación entre un aumento del porcentaje de la población que es usuario único de banda ancha móvil y una mejora de los indicadores económicos, se utilizan los resultados de Katz y Jung (2021).

3.1.2. Resultados de los modelos econométricos

Esta sección presenta los resultados de los modelos econométricos detallados arriba de forma secuencial.

Impacto del uso compartido de infraestructura en la cobertura 4G

En primer lugar, presentamos los resultados de las regresiones econométricas que analizan la relación entre una regulación que obliga o estimula proactivamente la compartición de emplazamientos y el nivel de cobertura 4G (modelo 1 del gráfico 4). Al mismo tiempo, se analiza la relación entre un índice que cuantifica lo proactiva que es la regulación del país en relación con la compartición de infraestructura y el nivel de cobertura 4G (modelo 2 del gráfico 4).

El modelo econométrico 1 indica que la introducción del tratamiento (entendido este como la regulación que obliga o estimula la co-ubicación o compartición de sitios) correlaciona con un incremento en los niveles de cobertura 4G de 13,02 puntos porcentuales (es decir, aumenta la cobertura de 80% de la población a 93,02% de la población). El modelo econométrico 2 estima que un aumento de 10 puntos en el índice de regulación de la compartición (tal como se describe en el apartado anterior) aumenta el nivel de cobertura 4G en 1,54 puntos porcentuales. Este resultado implica que con cada medida adicional a favor de la compartición (de las tres consideradas), el índice aumenta en 33 puntos, lo que correlaciona a su vez con un incremento en la cobertura 4G de 5,08 puntos porcentuales (cuadro 6).

CUADRO 6 MODELOS ECONOMETRICOS CON COBERTURA 4G COMO VARIABLE DEPENDIENTE

Cobertura 4G	Resultados	
	(1)	(2)
Ln (PIB per cáp.)	-0,0094265 (0,0813132)	-0,0093197 (0,0821491)
Tratamiento	0,1302603*** (0,0452936)	— —
Índice	— —	0,0015407** (0,0006526)
E. F.	País y año	País y año
Años	2010-20	2010-20
Países	19	19
Observaciones	209	209
R ²	0,8471	0,8338

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Impacto de la cobertura 4G en la adopción de banda ancha móvil

En esta sección se presentan los resultados de las regresiones econométricas que analizan la relación entre un aumento de la cobertura 4G y un incremento de los usuarios únicos de banda ancha móvil (modelos 3 y 4 del gráfico 4).

El modelo econométrico 3 estima que un aumento de 10 puntos porcentuales en la cobertura 4G está asociado con un aumento del porcentaje de la población que es usuaria única de banda ancha móvil de 1,19 puntos porcentuales. Esto implica que si la cobertura pasa del 80% al 90% de la población, el número de usuarios únicos aumentará de 60% (suponiendo que este sea su nivel inicial) a 61,19%. A partir de este resultado, también es importante señalar que el tratamiento solo tiene un efecto a través del aumento de la cobertura 4G (efecto que se muestra en el cuadro 6), pero no tiene ningún efecto directo adicional sobre el porcentaje de usuarios únicos. A continuación, en una variante del modelo 3 (modelo 4), en la que en lugar de controlar por el tratamiento se controla por el índice de regulación de la compartición, se encuentran resultados similares (cuadro 7).

Impacto económico de la penetración de banda ancha móvil

En esta sección, se presentan los resultados de las regresiones econométricas que analizan la relación entre el aumento del número de usuarios únicos de banda ancha móvil y una mejora de los indicadores económicos (modelos 5 y 6 del gráfico 4). Para este

CUADRO 7 MODELOS ECONOMETRICOS CON COBERTURA 4G COMO VARIABLE DEPENDIENTE

Usuarios únicos de BAM (% población)	Resultados	
	(3)	(4)
Cobertura 4G	0,1186981 *** (0,0240667)	0,110544 *** (0,0238254)
Ln (PIB per cáp.)	0,0343244 (0,0261098)	0,040168 (0,0261137)
Tratamiento	-0,0095116 (0,0148774)	— —
Índice	— —	0,0002492 (0,0002107)
E. F.	País y año	País y año
Años	2010-20	2010-20
Países	19	19
Observaciones	209	209
R ²	0,7483	0,7690

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente. BAM: Banda ancha móvil.

módulo nos basamos en los coeficientes del modelo de Katz y Jung (2021), que indican que un aumento del 1% en la adopción de banda ancha móvil está asociado con un aumento del 0,16% en el PIB per cápita (cuadro 8).

Con base en el coeficiente de impacto en el PIB de 0,16% por cada 1% del aumento de la adopción de banda ancha móvil, un aumento de usuarios únicos de banda ancha móvil de 60,0% a 61,55% generaría a su vez un aumento del PIB per cápita de 0,41%.¹¹

3.1.3. Conclusiones

Basándonos en los resultados anteriores, estimamos los efectos positivos de la co-ubicación de emplazamientos y la compartición de infraestructura en ALC. Un país con una

¹¹ También se exploró la posibilidad de que el impacto económico acontezca a través de una mejora en la velocidad de descarga de la banda ancha. En ese sentido, se encontró que la adopción de regulación que obliga o estimula la co-localización de sitios genera un aumento en la velocidad de descarga de 19,11%. Sobre esa base, de acuerdo con Katz y Callorda (2021), un aumento del 10% en la velocidad de descarga (para velocidades entre 10 Mbps y 40 Mbps) genera un incremento en el PIB de 0,0264%. Este canal de impacto no fue incluido en el informe ya que no se dispone de datos para confirmar los resultados a través del uso de microdatos en la sección 3.2.

CUADRO 8 MODELO ECONOMETRICO DEL IMPACTO DE UN AUMENTO DE LOS ABONADOS A BANDA ANCHA MÓVIL EN EL PIB PER CÁPITA

PIB per cápita (PPA)	Resultados
Penetración de los abonados a banda ancha móvil	0,160***
Formación bruta de capital fijo	0,137***
Educación	0,048***
<i>Penetración de los abonados a banda ancha móvil</i>	
Adopción del móvil	1,694***
Población rural	-0,052***
PIB per cápita	0,046***
Precios de la banda ancha móvil	-0,012
Competencia de la banda ancha móvil	-0,331***
<i>Ingresos por banda ancha móvil</i>	
PIB per cápita	0,517***
Precios de la banda ancha móvil	0,129***
Competencia de la banda ancha móvil	-1,547***
<i>Crecimiento de la adopción de banda ancha móvil</i>	
Ingresos por banda ancha móvil	-0,008***
Observaciones	5,227
Número de países	
Efecto fijo del país	Sí
Efectos fijos por año y país	Sí
Años	2010-2020
R ²	0,993

Fuente: Katz y Jung (2021).

Notas: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente. PPA: paridad del poder adquisitivo.

cobertura inicial de 4G del 80% y una adopción de usuarios únicos de banda ancha móvil igual a 60% se beneficiaría con los siguientes efectos como resultado de la introducción de la co-ubicación de emplazamientos:

- El nivel de cobertura 4G pasaría de 80% a 93,03% (aplicando el coeficiente del modelo econométrico 1).
- Como resultado del incremento de la cobertura 4G, los usuarios únicos de banda ancha móvil aumentarían de 60,% a 61,55% (aplicando el coeficiente del modelo econométrico 3).

- El aumento de usuarios únicos generaría a su vez un incremento del PIB per cápita de 0,41% (aplicando el coeficiente del modelo del cuadro 8 al resultado anterior).

Del mismo modo, obtener una respuesta afirmativa adicional entre las preguntas que componen el índice de regulación (pasar de 0 a 1; de 1 a 2, o de 2 a 3) se correlaciona con los siguientes efectos:

- El nivel de cobertura 4G pasaría de 80% a 85,08% (aplicando el coeficiente del modelo econométrico 2).
- Como resultado del incremento de la cobertura 4G, los usuarios únicos aumentarían de 60% a 60,56% (aplicando el coeficiente del modelo econométrico).
- El aumento de usuarios únicos generaría un incremento del PIB per cápita de 0,15% (aplicando el coeficiente del modelo del cuadro 8 al resultado anterior).

En conclusión, estos primeros modelos econométricos han aportado pruebas empíricas del impacto positivo de la compartición de infraestructura en el desarrollo de la industria móvil, la adopción de servicios y el desarrollo económico. A continuación, se lleva a cabo un análisis a partir de microdatos para estimar el impacto en el nivel de adopción de internet en el hogar, de adopción de celular, de acceso a internet desde el celular y de adopción de banda ancha móvil, a partir de un mejoramiento de la regulación sobre uso compartido de infraestructura. Este análisis está basado en información que parte del uso de microdatos a nivel regional para más de 10 países de la región, y que toma en cuenta las diferentes variables dependientes y de datos de compartición de la UIT para la variable independiente. El uso de microdatos permite obtener resultados segmentados por género, nivel de educación, edad y región de residencia (rural/urbano).

3.2. Impacto económico de la compartición de infraestructura a partir del uso de microdatos

Luego de realizar un primer análisis a partir de datos agregados a nivel nacional, se realizó un segundo estudio basado en microdatos con el objetivo de estimar el impacto de un mejoramiento de la regulación sobre uso compartido de infraestructura en la adopción de internet en el hogar, la adopción de telefonía celular y el nivel de acceso a internet desde el celular. A tal fin, se usan microdatos a nivel regional para 19 países de la región, lo que permite obtener resultados segmentados por región de residencia (rural/urbano). En esta sección, primero se detalla el marco teórico y se describen los datos en los que se basará el análisis. A continuación, se presentan los resultados de la modelización empírica y, sobre estas bases, se discuten las implicancias.

3.2.1. Marco teórico

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este análisis es demostrar el impacto de la mejora de la regulación de la compartición de infraestructura en el acceso a tecnologías digitales. Para elaborar los modelos econométricos se consideran dos fuentes para las diferentes variables. En el caso de la variable independiente que mide la regulación de la compartición, se acude a los datos publicados por la UIT. Para las variables dependientes (adopción de internet en el hogar, adopción de telefonía celular, acceso a internet desde el celular), las variables de control (nivel de educación y edad) y la segmentación de la población por región de residencia (urbano/rural) se utilizan los microdatos de las encuestas de hogar disponibles en la base armonizada del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En cuanto a la variable dependiente, se busca cuantificar si el marco regulatorio obliga o estimula a adoptar la colocación o compartir infraestructura pasiva, según el relevamiento realizado por la UIT en el ICT Regulatory Tracker. Esta base de datos presenta información del período 2007–22, recopilada a partir de cuestionarios enviados anualmente a los reguladores de cada país sobre diversos temas regulatorios. Las respuestas se codifican de manera binaria (No: 0; Sí: 1) sobre la existencia de una regulación específica. Del conjunto de preguntas disponibles en el Regulatory Tracker, solo se considera aquella que pregunta “¿Es la colocación de equipamiento o la compartición de infraestructura pasiva obligada o estimulada de manera proactiva?”. La ventaja del uso de esta pregunta es que hace referencia a la co-locación/compartición de infraestructura pasiva, que es la forma más simple de compartir, y se refiere a la asignación de algunos equipos de red pasivos en un mismo sitio. En la primera opción, los operadores de telecomunicaciones comparten el mismo complejo físico, pero instalan mástiles, antenas, gabinetes y *backhaul* en sitios separados. En la segunda, comparten mástiles y generadores eléctricos, por ejemplo, pero mantienen toda la infraestructura activa (por ej., equipamiento de radio) de forma independiente.

Para el resto de las variables que se utilizarán en los modelos econométricos, se toman los microdatos de las encuestas de hogar disponibles en la base armonizada del BID. A tal fin, se tienen en cuenta las encuestas disponibles para cada país en el período 2008–21, incluida la última encuesta disponible de cada año que contiene información sobre el módulo de tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El análisis se realiza a nivel subsoberano considerado en el indicador “Región_c” de la base armonizada. Así, se ha utilizado inicialmente información para 19 países de la región (Bahamas, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, Uruguay y Venezuela) que cubre el período 2008–21. No se consideraron determinados países

debido a que no había encuestas disponibles, o a que la encuesta disponible no incluía preguntas sobre TIC.

Para los años, países y unidades subsoberanas de las que se dispone de información se conservan únicamente los microdatos que responden sobre la adopción de internet en el hogar o sobre la adopción de telefonía celular o acceso a internet desde el celular. Así también se excluyen las observaciones de personas menores de nueve años, ya que por convención se estipula no tomar en cuenta las observaciones de los menores debido a que no se encuentran en edad adecuada para tener un equipo celular. De este modo se obtienen en total 15.552.000 observaciones a nivel regional (cuadro 9).

La no disponibilidad de datos de panel a nivel hogar/individuo imposibilita correr regresiones de diferencias en diferencias con ese nivel de desagregación. El problema se solucionó generando pseudopaneles a través de las unidades subsoberanas.¹² En este sentido, el paso siguiente fue generar para cada año y unidad subsoberana el promedio (ponderado por el peso de cada observación individual)¹³ de los indicadores de interés (adopción de internet en el hogar, adopción de celular, acceso a internet desde el celular, años de educación, edad). De este modo, se termina contando con 2.815 observaciones para el análisis, correspondientes al período 2008–21 (cuadro 10).

Por último, para la realización de cada regresión econométrica se excluyen las observaciones que son generadas por menos de 300 encuestas a modo de conservar la confiabilidad estadística a nivel subsoberano. De este modo, el número de observaciones utilizadas se reduce a 2.765, de las 2.815 iniciales.¹⁴

El modelo general planteado representa la variable dependiente expresada como el porcentaje de la población que tiene internet en el hogar, que tiene telefonía celular o que accede a internet desde el celular. La variable “Internet en el hogar” no detalla si esta se obtiene a través de tecnología fija o inalámbrica, aunque en el caso

¹² La misma metodología fue utilizada en estudios previos de autores como Puig Gabarró, Katz, Galperin *et al.* (2022).

¹³ Para indicadores como adopción de internet en el hogar, adopción de celular, acceso a internet desde el celular, la única opción disponible es usar el promedio como medida para cuantificar el porcentaje de la población que cumple cada condición en cada área subsoberana, dado que originalmente son variables binarias. Para otros indicadores como años de educación o edad existe la alternativa de usar la mediana como indicador de referencia. Se decidió el uso del promedio a modo de ser consistentes en el tratamiento de todos los indicadores. De todas maneras, al aplicar logaritmos a las variables, las observaciones en los extremos no generan suficiente cambio en la distribución.

¹⁴ Esta restricción juega un rol importante en el estudio de la muestra para zonas rurales, donde si no se hace esa exclusión, se observan cambios muy importantes en el tiempo en la adopción de internet en el hogar ocasionados por la variabilidad temporal en el número de observaciones de las unidades subsoberanas con población rural.

CUADRO 9 NÚMERO DE OBSERVACIONES POR PAÍS Y AÑO CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS REGIONAL (EN MILES)

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Bahamas	8	8	0	6	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	34
Bolivia	0	13	0	27	26	29	30	30	31	31	31	33	31	0	311
Brasil	336	344	0	311	315	316	317	313	404	403	399	391	0	0	3.849
Chile	0	217	0	175	0	191	0	235	0	192	0	0	0	0	1.010
Colombia	175	174	173	175	171	169	168	170	169	168	166	165	0	0	2.043
Costa Rica	39	41	35	35	34	34	34	32	32	31	62	0	23	29	461
R. Dominicana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	18	15	17	83
Ecuador	65	66	70	59	63	68	97	93	95	93	0	0	0	0	770
Guatemala	0	0	14	14	14	14	14	19	19	19	18	18	0	20	184
Honduras	80	79	26	26	27	27	19	21	22	19	21	20	0	0	389
Jamaica	22	0	0	0	18	0	5	5	8	13	14	6	0	0	89
México	157	0	145	0	37	0	62	0	216	0	228	0	272	0	1.116
Nicaragua	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	49
Panamá	0	0	0	40	0	36	35	35	34	36	35	36	0	0	288
Perú	76	77	75	86	85	102	102	102	113	108	115	107	106	101	1.356
Paraguay	16	15	17	16	18	18	17	26	31	29	16	15	15	0	249
El Salvador	56	68	70	71	72	69	68	74	64	64	64	63	32	0	836
Uruguay	127	116	116	115	107	113	117	108	105	105	97	97	0	0	1.323
Venezuela	137	129	127	129	130	124	112	99	21	19	18	0	28	37	1.111
TOTAL	1.294	1.373	869	1.286	1.117	1.316	1.226	1.363	1.366	1.347	1.300	970	521	203	15.552

Fuente: Análisis de los autores en base a Encuestas de Hogares armonizadas por el BID.

CUADRO 10
UNIDADES SUBSOBERANAS POR PAÍS Y AÑO CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS REGIONAL

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Bahamas	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Bolivia	0	8	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	98
Brasil	27	27	0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	0	297
Chile	0	15	0	15	0	15	0	15	0	16	0	0	0	0	76
Colombia	24	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	0	0	290
Costa Rica	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	6	6	80
R. Dominicana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	16	16	80
Ecuador	16	18	18	18	19	18	18	18	18	18	0	0	0	0	179
Guatemala	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	31
Honduras	16	16	16	16	16	16	14	15	15	16	16	16	0	0	188
Jamaica	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	8
México	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	224
Nicaragua	0	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17
Panamá	0	0	0	10	0	12	12	12	12	12	12	12	0	0	94
Perú	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	350
Paraguay	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	0	94
El Salvador	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	0	182
Uruguay	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0	0	228
Venezuela	24	24	24	24	24	24	24	24	17	21	19	0	22	22	293
TOTAL	214	222	189	218	226	220	237	219	229	234	231	174	132	70	2.815

Fuente: Análisis de los autores en base a Encuestas de Hogares armonizadas por el BID.

de la tercera variable (“Acceso a internet desde el celular”) claramente se trata de banda ancha móvil. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural):

$$\text{Ln}(\text{Porcentaje de población})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ln}(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde:

- **Porcentaje de población (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que tiene internet en el hogar, que tiene telefonía celular o que accede a internet desde el celular. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural).
- **Compartición (it):** variable binaria que hace referencia a la co-localización/compartición de sitios, según el relevamiento del ICT Regulatory Tracker.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a una unidad subsoberana (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por unidad subsoberana (D) y tiempo (Z).

Para mayor robustez de los resultados, en todos los casos se estiman errores estándar robustos y se realizan varias regresiones que se especifican como:

1. Porcentaje de la población que usa o tiene el servicio en función del porcentaje de personas en zonas con co-localización/compartición de sitios.
2. Porcentaje de la población que usa o tiene el servicio en función del porcentaje de personas en zonas con co-localización/compartición de sitios y edad.
3. Porcentaje de la población que usa o tiene el servicio en función del porcentaje de personas en zonas con co-localización/compartición de sitios y nivel de educación.
4. Porcentaje de la población que usa o tiene el servicio en función del porcentaje de personas en zonas con co-localización/compartición de sitios, edad y nivel de educación.

A continuación, se presentan los modelos y resultados para cada una de las variables dependientes.

3.2.2. Resultados de los modelos econométricos

Esta sección presenta los resultados de los modelos econométricos detallados anteriormente.

Impacto del uso compartido de infraestructura en la adopción de internet en el hogar

Considerando que el estudio está enfocado en el impacto del uso compartido en el incremento del número de personas que acceden a internet, una de las variables de interés que traducen dicha usabilidad está representada por la adopción de internet en el hogar, con la salvedad de que se desconoce el tipo de tecnología utilizada. En cierta manera, esto no es tan importante dado que la variable independiente considera la compartición en sentido amplio e incluye tanto torres celulares como postes y ductos para tecnologías fijas. El modelo de efectos fijos para estimar a lo largo del período de análisis es el siguiente:

$$\text{Ln}(\text{Porcentaje de Internet en el Hogar})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ln}(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde:

- **Porcentaje de internet en el hogar (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que tiene internet en el hogar. Esta variable se toma de la armonización realizada por el BID. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural).
- **Compartición (it):** variable binaria que hace referencia a la co-locación/compartición de sitios, según el relevamiento del ICT Regulatory Tracker.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a una unidad subsoberana (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por unidad subsoberana (D) y tiempo (Z).

Para la determinación del impacto del uso compartido de infraestructura en la adopción de internet en el hogar se aplican modelos econométricos con efectos fijos por año y unidad subsoberana (cuadro 11).

En el primero de los modelos analizados, se encuentra que la introducción de regulación que obliga o incentiva el uso compartido de infraestructura pasiva se correlaciona con un incremento en el nivel de adopción de internet en el hogar de 30,24%. En el segundo modelo se incorpora como control la edad promedio de la población, que tiene un efecto negativo y significativo en el nivel de adopción de internet en el hogar, mientras que el impacto de la obligación de compartición aumenta a 33,30%. En el tercer modelo se incorpora como control al promedio de años de educación, lo cual tiene un efecto positivo y significativo en el nivel de adopción de internet en el hogar, mientras que el impacto de la obligación de compartición aumenta (en comparación con el primero de los modelos) a 32,05%. Por último, se presenta un cuarto modelo econométrico

CUADRO 11 MODELOS ECONÓMICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN LA ADOPCIÓN DE INTERNET EN EL HOGAR

Modelo general	Ln Internet en el hogar			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,302359 *** (0,1046249)	0,3330101 *** (0,1081131)	0,3204921 *** (0,1008859)	0,3541245 *** (0,10463)
Ln Edad	— —	-2,877427 *** (0,7253329)	— —	-3,082185 *** (0,7213402)
Ln Educación	— —	— —	1,80743 *** (0,3821656)	1,914478 *** (0,3870706)
Observaciones	2.765	2.765	2.760	2.760
Grupos	282	282	281	281
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,2102	0,0764	0,4024	0,2621

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

que neutraliza por el nivel promedio de edad de la población y el nivel promedio de años de educación, donde edad de la población tiene un efecto negativo y significativo, y años de educación, un efecto positivo y significativo; por su parte, el impacto de la obligación o estímulo al uso compartido de infraestructura pasiva aumenta a 35,41%. Tomando en consideración este último resultado, que incluye los controles relevantes (edad y años de educación), en una unidad subsoberana con un nivel de adopción de internet en el hogar de 20% y donde se introduce una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva, el resultado se asocia con un incremento en el nivel de adopción de internet en el hogar de 27,08%.

A partir de este resultado para el modelo general, se analiza si el impacto es igual para zonas urbanas y rurales. El objetivo es determinar si la compartición de infraestructura pasiva es un factor importante en el incremento de la conectividad. Para ello, en el siguiente modelo econométrico solo se consideran las observaciones de los usuarios con residencia en zonas rurales (cuadro 12).

En el cuarto modelo del cuadro 12, el cual incluye todos los controles pertinentes, se encuentra que un aumento en la edad promedio de la población rural se correlaciona con un menor nivel de tenencia de internet en el hogar; por otro lado, un aumento en los años de educación promedio de la población correlaciona de modo positivo con el

CUADRO 12 MODELOS ECONÓMICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN LA ADOPCIÓN DE INTERNET EN EL HOGAR EN ZONAS RURALES

Zonas rurales	Ln Internet en el hogar			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,3332584 * (0,1772397)	0,3556348 ** (0,1775948)	0,499812 *** (0,1734629)	0,509754 *** (0,1742218)
Ln Edad	— —	-2,143864 *** (0,7424338)	— —	-1,384605 ** (0,6871509)
Ln Educación	— —	— —	4,111383 *** (0,5163254)	4,00006 *** (0,5079857)
Observaciones	2.083	2.083	2.083	2.083
Grupos	228	228	228	228
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,1219	0,0691	0,3231	0,3025

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

nivel de tenencia de internet en el hogar. Por último, se observa que el impacto de la obligación de compartición aumenta a 50,98% frente al coeficiente de 35,41% del modelo general. Este resultado indica que en un área subsoberana rural con un nivel de adopción de internet en el hogar de 20% y donde se introduce una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva existe correlación con un incremento en el nivel de adopción de internet en el hogar de hasta 30,20%.

Este coeficiente más elevado en zonas rurales que en el caso del modelo general indica que la presencia de una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva disminuye los costos para los operadores y les permite aumentar la oferta de servicio en estas zonas. Esta situación da lugar a que un mayor número de operadores pueda ofertar servicio generando un efecto positivo en la cobertura, y que la competencia entre ellos resulte en una disminución de precios que permita que el servicio ya ofrecido resulte asequible para un mayor porcentaje de hogares rurales.

Con fines comparativos, es interesante estudiar qué ocurre en las zonas urbanas. A tal fin, en el siguiente modelo econométrico solo se consideran las observaciones con residencia en zonas urbanas (cuadro 13).

En el cuarto de los modelos econométricos presentados, que incluye todos los controles pertinentes, se encuentra, como era de esperar, que un aumento en los años de educación promedio de la población se correlaciona de modo positivo con el nivel de tenen-

CUADRO 13 MODELOS ECONÓMICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN LA ADOPCIÓN DE INTERNET EN EL HOGAR EN ZONAS URBANAS

Zonas urbanas	Ln Internet en el hogar			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0460463 (0,0928866)	0,0450852 (0,0922142)	0,0813717 (0,0922256)	0,0880893 (0,0926447)
Ln Edad	— —	0,0788486 (0,6915001)	— —	-0,4785858 (0,7454408)
Ln Educación	— —	— —	2,028846 *** (0,5067868)	2,07804 *** (0,545959)
Observaciones	2.305	2.305	2.300	2.300
Grupos	241	241	240	240
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3061	0,3106	0,3743	0,3519

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

cia de internet en el hogar. Además, se observa que el impacto de la obligación o estímulo al uso compartido no se correlaciona de modo significativo con el porcentaje de hogares urbanos con internet, aunque el coeficiente sea positivo y de una magnitud de 8,81%.

Este coeficiente no significativo en zonas urbanas puede interpretarse como que la presencia de una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva en estas zonas no tendrá un efecto importante en términos de cobertura, ya que se trata de zonas donde ya existen incentivos suficientes para el despliegue de servicio por parte de cada operador. Este resultado no descarta que puedan existir otros tipos de efectos a partir de la compartición de sitios en zonas urbanas, como puede ser una mejora en la calidad del servicio de internet cuantificada por menores niveles de latencia o mayores velocidades de descarga.

Impacto del uso compartido de infraestructura en la adopción de telefonía celular

Para el caso de la variable de adopción de telefonía celular, el modelo planteado es una particularidad del modelo general. A continuación, se plantea la ecuación para esta variable de interés:

$$\text{Ln}(\text{Porcentaje de adaptación de telefonía celular})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ln}(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (3)$$

Donde:

- **Porcentaje de adopción de telefonía celular (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que adopta telefonía celular. Esta variable se toma de la armonización realizada por el BID. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural).
- **Compartición (it):** variable binaria que se refiere a la co-locación/compartición de infraestructura pasiva, según el relevamiento del ICT Regulatory Tracker.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a una unidad subsoberana (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por unidad subsoberana (D) y tiempo (Z).

Para este análisis, se consideraron únicamente los años y las unidades subsoberanas con una adopción mínima de telefonía celular de 30%, dado que la inclusión de la etapa inicial de adopción de telefonía celular podría sobreestimar los resultados encontrados.

Para la determinación del impacto de la compartición de infraestructura en la adopción de telefonía celular se aplican modelos econométricos con efectos fijos por año y unidad subsoberana (cuadro 14).

En el primer modelo se encuentra que la introducción de regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva correlaciona con un incremento en el nivel de adopción de telefonía celular de 4,39%. En el segundo modelo, se incorpora como control la edad promedio de la población, lo cual tiene un efecto negativo y significativo en el nivel de adopción de telefonía celular, mientras que el impacto de la obligación de uso compartido aumenta a 4,70%. Luego, en el tercer modelo econométrico, se incorpora como control al promedio de años de educación, lo cual tiene un efecto positivo y significativo en el nivel de adopción de telefonía celular, mientras que el impacto de la obligación de compartición es de 4,58%. Por último, se presenta un cuarto modelo econométrico que neutraliza por nivel promedio de edad de la población y nivel promedio de años de educación, donde edad de la población tiene un efecto negativo y significativo, y años de educación, un efecto positivo y significativo; por su parte, el impacto de la obligación de compartición aumenta a 4,91% (cuadro 14). Tomando en consideración este último resultado, que incluye los controles relevantes (edad y años de educación), se puede concluir que en una unidad subsoberana con un nivel de adopción de telefonía celular de 60% y donde se introduce una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva, el resultado se correlaciona con un incremento en el nivel de adopción de telefonía celular que alcanza 62,95%. Es factible que este aumento en

CUADRO 14 MODELOS ECONÓMICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN LA ADOPCIÓN DE TELEFONÍA CELULAR

Modelo general	Ln Adopción de telefonía celular			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0439309 *** (0,0170285)	0,0469961 *** (0,0165749)	0,0457922 *** (0,0169569)	0,0491196 *** (0,01661)
Ln Edad	— —	-0,3013373 * (0,169337)	— —	-0,3224944 * (0,1681035)
Ln Educación	— —	— —	0,2099965 ** (0,095353)	0,2198749 ** (0,0960953)
Observaciones	2.476	2.476	2.471	2.471
Grupos	287	287	286	286
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,1430	0,0733	0,2416	0,1626

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

el nivel de adopción de telefonía celular tenga un impacto positivo en el uso de banda ancha móvil.

Como en el caso anterior, a partir de que se halla un resultado positivo para el modelo general, es necesario determinar si este efecto es similar en zonas urbanas y rurales. Para ello, en el siguiente modelo econométrico solo se consideran las observaciones con residencia en zonas rurales (cuadro 15).

En el cuarto modelo econométrico presentado en el cuadro 15, que incluye todos los controles pertinentes, se encuentra, como era de esperar, que un aumento en los años de educación promedio de la población se asocia de modo positivo con el nivel de tenencia de telefonía celular. Por último, se observa que el impacto de la obligación o estímulo de la compartición aumenta a 5,59% en comparación con el coeficiente de 4,91% del modelo general. Este resultado indica que en una unidad subsoberana rural con un nivel de adopción de internet en el hogar de 60% en la cual se introduce una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura pasiva, el resultado se correlaciona con un incremento en el nivel de adopción de telefonía celular que asciende a 63,35%.

Este resultado superior en zonas rurales puede interpretarse como que la presencia de una regulación que obliga o incentiva la compartición de infraestructura pasiva disminuye los costos para los operadores y les permite aumentar la oferta de servicio en

CUADRO 15 MODELOS ECONÓMICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN LA ADOPCIÓN DE TELEFONÍA CELULAR EN ZONAS RURALES

Zonas rurales	Ln Adopción de telefonía celular			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0422367 ** (0,0213662)	0,0431027 ** (0,0212122)	0,0557545 ** (0,0216312)	0,0558527 *** (0,0215849)
Ln Edad	— —	-0,174104 (0,1322172)	— —	-0,1088365 (0,1253257)
Ln Educación	— —	— —	0,3125709 *** (0,0838765)	0,3023253 *** (0,0833568)
Observaciones	2.044	2.044	2.044	2.044
Grupos	233	233	233	233
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,1415	0,1072	0,2266	0,2051

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

estas zonas. Esta situación da lugar a que un mayor número de operadores pueda ofrecer servicio generando un efecto positivo en la cobertura. Asimismo, es factible que este aumento en el nivel de adopción de telefonía celular tenga un impacto positivo en el nivel de adopción de banda ancha móvil en las zonas rurales.

A partir del hallazgo de un efecto positivo en zonas rurales, es interesante estudiar qué ocurre en las zonas urbanas. Para ello, en el siguiente modelo econométrico solo se consideran las observaciones con residencia en zonas urbanas (cuadro 16).

En el cuarto de los modelos econométricos presentados, se encuentra que el impacto de la obligación de uso compartido no correlaciona de modo significativo con el porcentaje de población que adopta telefonía celular. Este resultado no significativo en zonas urbanas puede interpretarse como que la presencia de una regulación que obliga o incentiva la compartición de infraestructura pasiva en estas zonas no tendrá un efecto significativo en términos de cobertura, ya que se trata de zonas donde ya existe una cobertura cercana al 100%.

Impacto del uso compartido de infraestructura en el acceso a internet desde el celular

Para el caso de la variable de acceso a internet desde el celular, el modelo planteado representa una particularidad del modelo general. A continuación, se plantea la ecuación para esta variable de interés:

CUADRO 16
MODELOS ECONOMÉTRICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN LA ADOPCIÓN DE TELEFONÍA CELULAR EN ZONAS URBANAS

Zonas urbanas	Ln Adopción de telefonía celular			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	-0,0027069 (0,0138048)	0,0003231 (0,0132388)	-0,0028846 (0,0135898)	0,0009384 (0,0130059)
Ln Edad	— —	-0,2612263 ** (0,1122775)	— —	-0,2826774 ** (0,1244013)
Ln Educación	— —	— —	0,0433699 (0,0719388)	0,0715704 (0,0796718)
Observaciones	2.206	2.206	2.201	2.201
Grupos	243	243	242	242
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,2478	0,1705	0,2594	0,1814

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

$$Ln(\text{Porcentaje de uso de internet desde el celular})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot Ln(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (4)$$

Donde:

- **Porcentaje de acceso a internet desde el celular (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que usa internet desde el celular. Esta variable fue armonizada por los autores a partir del análisis de los microdatos.
- **Compartición (it):** variable binaria que se refiere a la co-locación/compartición de infraestructura pasiva, según el relevamiento del ICT Regulatory Tracker.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a una unidad subsoberana (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por unidad subsoberana (D) y tiempo (Z).

Para este análisis se consideraron únicamente los años y las unidades subsoberanas con un nivel de acceso a internet desde el celular de entre 5% y 50%. La exclusión de la etapa inicial de uso del servicio se debe a que el nivel de confiabilidad de los datos

en esa etapa no es alto y a que su inclusión podría sobreestimar los resultados. Por otro lado, la exclusión de las observaciones con más de 50% de nivel de adopción se debe a que los cambios regulatorios sobre uso compartido acontecieron en la etapa inicial de la muestra (entre 2008 y 2012), cuando los niveles de adopción de internet desde el celular eran inferiores a 50%. Asimismo, en el caso de este análisis no es factible elaborar modelos particulares sobre la base de subgrupos por zona (urbano-rural), debido a que el número de observaciones es acotado.

Para la determinación del impacto de la compartición de infraestructura en el nivel de acceso a internet desde el celular se aplican modelos econométricos con efectos fijos por año y unidad subsoberana (cuadro 17).

De este modo, en el primero de los modelos analizados se encuentra que la introducción de regulación que obliga al uso compartido de sitios se correlaciona con un incremento en el nivel de acceso a internet desde el celular de 218%. **Cabe destacar que este resultado debe ser entendido en un contexto inicial de acceso a internet desde el celular que no es extrapolable a la actualidad, donde la penetración del servicio es más avanzada.** Con posterioridad al análisis inicial, se añaden controles por edad promedio de la población y años promedio de educación. Los resultados se presentan en el cuarto modelo econométrico, del cual se obtiene que el impacto de la obligación de compartición es de 208%.

CUADRO 17 MODELOS ECONOMÉTRICOS DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR

Modelo general	Ln Acceso a internet desde el celular			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	2,179704 *** (0,181925)	2,21898 *** (0,1831568)	2,043728 *** (0,1680396)	2,079384 *** (0,163751)
Ln Edad	— —	-0,4226665 (0,7284852)	— —	-0,371587 (0,7136315)
Ln Educación	— —	— —	0,7698949 * (0,3913487)	0,7635209 ** (0,383148)
Observaciones	453	453	453	453
Grupos	140	140	140	140
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,1779	0,1704	0,2138	0,2067

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: ***, **, * significativos al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Este resultado válido para las etapas iniciales de la difusión del acceso a internet desde el celular indica que la presencia de la obligación o estímulo a la compartición de infraestructura pasiva tuvo un fuerte impacto. La ausencia de cambios de regulación en los países donde se tiene información a partir de microdatos sobre el acceso a internet desde el celular impide realizar un análisis regional con resultados extrapolables a la situación actual.

3.2.3. Conclusiones

Sobre la base de los resultados anteriores, estimamos los efectos positivos de la obligación o estímulo a compartir infraestructura pasiva en ALC. El impacto es positivo en el promedio de la población, y con mayor intensidad en las zonas rurales (cuadro 18).

Los coeficientes de impacto más elevados para las zonas rurales pueden interpretarse como que la presencia de una regulación que obliga o estimula la compartición disminuye los costos de despliegue y operación para los operadores y les permite aumentar la oferta de servicio. Esta situación da lugar a que un mayor número de operadores

CUADRO 18 IMPACTO DE LA INTRODUCCIÓN DE UNA REGULACIÓN QUE OBLIGA O ESTIMULA LA COMPARTICIÓN DE UBICACIÓN O SITIO

	Adopción de internet en el hogar	Adopción de telefonía celular	Acceso a internet desde el celular
Impacto general	Aumento de 35,41% en el porcentaje de la población que adopta internet en el hogar como resultado de la compartición.	Aumento de 4,91% en el porcentaje de la población que adopta telefonía celular como resultado de la compartición.	Aumento de 218% en el porcentaje de la población que accede a internet desde el celular, en una etapa inicial de difusión de uso del servicio.
Impacto desagregado en zonas rurales	Aumento de 50,98% en el porcentaje de la población rural que adopta internet en el hogar como resultado de la compartición.	Aumento de 5,59% en el porcentaje de la población rural que adopta telefonía celular como resultado de la compartición.	Análisis no factible por muestra acotada por zona geográfica.
Impacto desagregado en zonas urbanas	El impacto de la obligación de compartición no genera un efecto significativo en la adopción de internet en el hogar en zonas urbanas, aunque el coeficiente sea positivo y de una magnitud de 8,81%.	Resultado no significativo en zonas urbanas, que puede interpretarse como que la presencia de una regulación que obliga al uso compartido de sitios en esta zona no tendrá un efecto significativo en términos de cobertura, ya que existe una cobertura cercana al 100%.	Análisis no factible por muestra acotada por zona geográfica.

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

pueda ofertar servicio generando un efecto positivo en la cobertura, y que la competencia entre ellos resulte en una disminución de precios con la consiguiente asequibilidad.

En cambio, los resultados no significativos en zonas urbanas pueden interpretarse como que la presencia de una regulación que obliga o estimula la compartición de infraestructura en esas zonas no tendrá un efecto importante en términos de cobertura, ya que son zonas donde ya existen incentivos suficientes para el despliegue de servicio por parte de cada operador. Este resultado no descarta que puedan existir otros tipos de efectos a partir de la compartición de sitios en zonas urbanas, como puede ser una mejora en la calidad del servicio.

Los análisis presentados hasta el momento han generado evidencias a nivel regional basadas tanto en estadísticas agregadas como en microdatos. En los capítulos siguientes se presenta el análisis del impacto de dos casos nacionales: Internet Para Todos en Perú y las reglas de compartición en Ecuador.



4

Impacto del uso compartido de infraestructura en Perú

4.1. Internet para Todos como modelo de compartición

La Ley Nro. 30.083 para el Fortalecimiento de la Competencia en la Industria de Telecomunicaciones Móviles de Perú publicada en el Boletín Oficial el 6 de septiembre de 2013¹⁵ hace referencia en el capítulo 2 a la creación de la figura de Operador de Infraestructura Móvil Rural¹⁶ (OIMR), como de interés público y social. Allí se determina que estos operadores deben brindar acceso al uso de su infraestructura a todo operador que así lo solicite y que no tenga infraestructura propia desplegada. Asimismo, este esquema permite que los operadores móviles establecidos puedan extender su servicio al usuario final. Para efectos de seguimiento, los clientes siguen perteneciendo a cada operadora, que controla publicidad, ventas, y desarrollo de producto. De esta manera, la única regla para poder cursar tráfico por dichas redes es que un operador posea espectro para poder conectarse. Además, en zonas poco atractivas comercialmente, y donde ningún operador haya desplegado infraestructura, el OIMR puede obligar a cualquier concesionario licenciado a conectarse a la red móvil rural y brindar servicios a los ciudadanos de determinada localidad.

El mecanismo de compartición establecido en dicha ley no fue en realidad aprovechado lo suficiente hasta la creación de Internet para Todos (IPT), cuyos clientes son

¹⁵ Ley Nro. 30.083 (<https://bit.ly/3AlgKny>).

¹⁶ Para ser proveedor OIMR, debe solicitarse una concesión o licencia, así como una concesión de larga distancia.

los concesionarios móviles¹⁷. A través de la gestión del negocio, IPT obtiene prestado el espectro que las operadoras han comprado por concesión y lo usa para el despliegue de infraestructura de compartición. El modelo básico de la operación consiste en la entrega de “Red como servicio” (*Network as a Service*), combinado con la compartición de infraestructura. Mediante este modelo, IPT vende a cada operador adherido al emprendimiento minutos y megabytes para el servicio de datos a operadores a precio mayorista. En este caso de análisis, IPT despliega estaciones de radiobases y construye *backhaul*, por fibra o microondas, a la red de transporte de las operadoras. Por otro lado, la gestión de red, las centrales telefónicas y las salidas internacionales (lo que se conoce como “Core”) están bajo el control de cada operador. En cuanto al transporte hasta la red de los operadores, IPT puede desplegar capacidad de transporte existente en la zona, o subalquilarla (a los operadores móviles o a las redes regionales gestionadas por el Estado, como parte del programa de Red Dorsal¹⁸).

IPT tuvo como socio y palanca inicial para el lanzamiento del modelo a Telefónica, que asignó al OIMR su infraestructura existente en zonas rurales (3.130 sitios). Además, este operador subsidió el funcionamiento del modelo (a través del costo de satélite o la venta de capacidad de transporte terrestre a precio mayorista). Por otra parte, IPT es responsable de migrar la tecnología original de las torres 2G a 4G, y de cambiar la tecnología de *backhaul* del satélite original a microondas o fibra. Esto último crea un incentivo para que los operadores pequeños se unan al modelo.

De acuerdo con este concepto:

- IPT obtiene prestado el espectro que las operadoras han comprado por concesión y lo usa para el despliegue de infraestructura de compartición; si un operador no posee espectro, no se puede conectar.
- IPT recibe beneficios adicionales: si IPT opera en una zona donde no hay servicio de operadoras, IPT puede obligarlas a montarse sobre su infraestructura.
- Para ser proveedor de infraestructura, IPT debe tener una concesión del OIMR y una concesión de larga distancia.

Por otra parte, a través de la utilización del modelo del OIMR, existen incentivos regulatorios y económicos que promueven el uso de la compartición. Algunos beneficios son:

¹⁷ Entrevista a Teresa Gómez, Gerente General de Internet Para Todos.

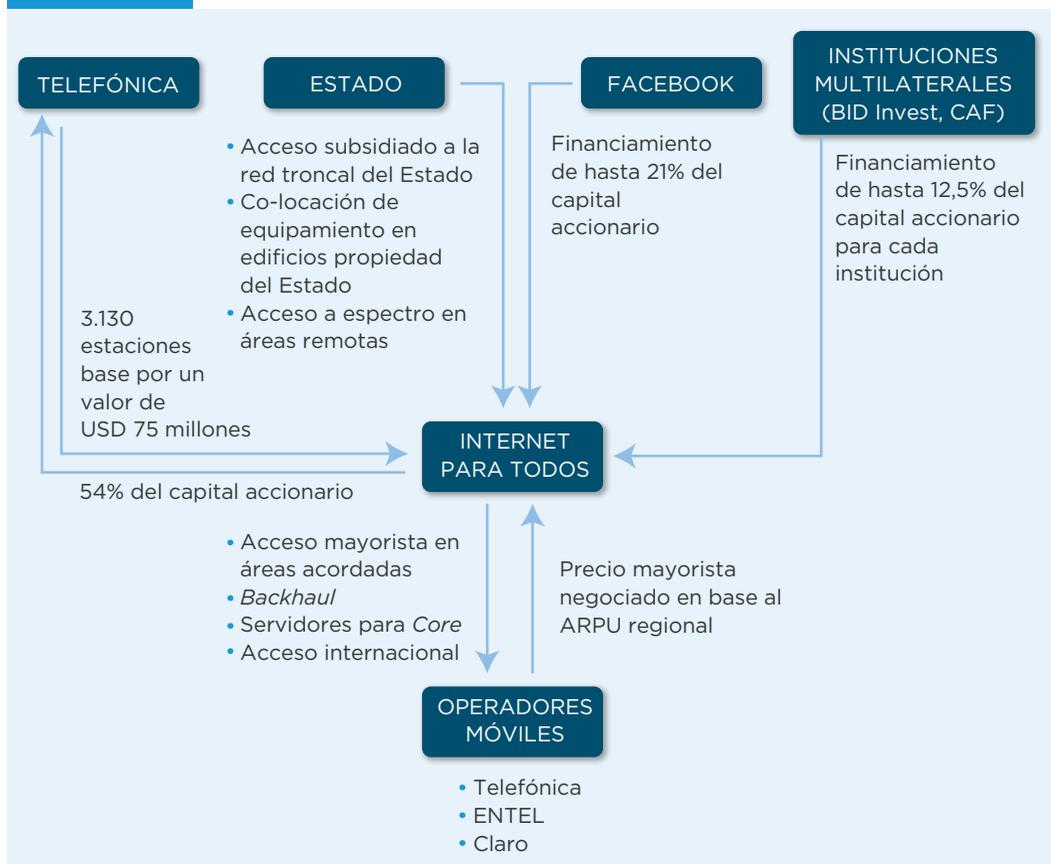
¹⁸ La Red Dorsal de Perú involucra el tendido de 13.500 km de fibra óptica en todo el país. A la fecha, la red cubre 180 capitales de provincia del total de 195. A fin de proporcionar capilaridad, la Red Dorsal se complementa con 21 redes regionales en proceso de despliegue.

- El acuerdo se celebra con cada operador de manera independiente sobre la base del volumen proyectado y generado por cada uno.
- El precio del minuto y del megabyte se determina independientemente con cada operador, considerando su ingreso promedio por usuario (ARPU, por sus siglas en inglés, *Average Revenue per User*) como punto de partida para la negociación, a fin de definir el incentivo económico a la compartición.
- El precio del minuto y del megabyte se negocia “a la baja” todos los años (este modelo es diferente de la venta de minutos al operador móvil virtual [OMV] por operadores de infraestructura física).
- IPT también debe controlar sus costos operativos para que el precio final al operador represente un incentivo económico.
- IPT informa al regulador sobre los contratos firmados con cada operador para prevenir todo tipo de discriminación.
- El pago del canon por uso de frecuencias en las zonas donde opera el OIMR son reducidos a fin de incentivar su expansión.
- La adhesión al modelo para operadores con poca cobertura representa el acceso a una red amplia, aunque cada operador elige las torres en las que se va a montar.
- La regulación en zonas rurales es más flexible en cuanto a los controles de calidad (aunque si el regulador impone una multa a un OIMR por baja calidad en una zona servida por IPT, es este quien asume el pago de la multa).
- Con fines de transparencia, IPT reporta diariamente datos de los contadores de minutos de todas las torres.

En mayo de 2022, la empresa cumplió tres años de operaciones. A la fecha, los operadores participantes incluyen a Movistar, Entel y Claro (para un total de 2.500.000 usuarios). De las 3.200 torres que forman parte de la infraestructura del emprendimiento, 1.900 ya han migrado a 4G, de las cuales 60% ya cuenta con *backhaul* terrestre. Además de Telefónica, Entel está montado en 1.200 torres y ha recibido beneficios sustanciales del aumento de abonados en zonas rurales. Por otro lado, Claro se rehusó a acordar por precios del minuto y megabyte, y firmó un precio por volumen transmitido por sitio, calculado en base al precio por minuto y megabyte de los otros dos operadores ponderado por sitios. Claro también demandó flexibilidad para eventualmente cancelar el contrato. La estructura accionaria del emprendimiento se presenta en el gráfico 5.

Entre los problemas que aún tiene el modelo se incluye el impacto en el CAPEX de IPT del uso de bandas múltiples por parte de los diferentes operadores. Como IPT debe utilizar el espectro de múltiples operadores, el emprendimiento debe adquirir radios para servir diferentes bandas de cada operador, o utilizar equipos diferentes para voz y datos. El uso compartido de espectro podría ayudar a reducir los gastos de equipamiento y

GRÁFICO 5 INTERNET PARA TODOS: ESTRUCTURA DEL EMPRENDIMIENTO



Fuente: Telecom Advisory Services.

el OPEX (salvo en la banda de 700 MHz, ya que es común a todos los operadores). Sin embargo, en el caso de la voz, Telefónica utiliza 850 MHz y Entel, 1900 MHz.¹⁹ Por último, cabe mencionar que el avance en la adhesión de operadores se sustenta en la capacidad y flexibilidad de negociación de una empresa pequeña como IPT.

4.2. Marco de análisis empírico

El objetivo del análisis del caso de IPT es determinar si el modelo de compartición ha contribuido al aumento del uso del servicio en zonas rurales y aisladas de Perú. El análisis se estructuró en tres fases:

¹⁹ IPT incentivó la implantación del roaming nacional para resolver el problema de uso del espectro.

CUADRO 19 CARACTERÍSTICAS DE LAS BASES DE INFORMACIÓN

Base de datos	Características	Observaciones	Variables
Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) ^a	Para el análisis de este estudio (2016-21), en la ENAHO se encuentra información acerca de la situación social (educación, edad) y el uso TIC.	2016: 126.638 2017: 120.412 2018: 129.194 2019: 119.553 2020: 118.641 2021: 112.174	<ul style="list-style-type: none"> Socioeconómicas. Variables de uso TIC.
Registros administrativos de IPT ^b	Cantidad de sitios compartidos bajo la figura de OIMR (registro del número de sitios compartidos).	2016-21: 25 departamentos	<ul style="list-style-type: none"> Sitios compartidos.

Fuente: Telecom Advisory Services.

Notas: TIC= tecnologías de la información y la comunicación. OIMR= operador de infraestructura móvil rural.

^a <https://bit.ly/3EZlwzC>.

^b Solicitud realizada a IPT.

1. Construcción de una base de datos sobre los departamentos donde se encuentran sitios compartidos bajo la figura de OIMR, específicamente gestionados por IPT.
2. Compilación de datos socioeconómicos relevantes de las localidades departamentales para el período 2016-21 para medir el impacto de la compartición.
3. Evaluación del impacto de IPT en la población de las localidades afectadas mediante un modelo de efectos fijos por departamento y año para medir cómo la compartición afecta la cantidad de usuarios en la red fija y móvil.

El análisis está basado en dos fuentes de información:

1. La estructura de panel de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), en la cual se hace seguimiento a los mismos departamentos por un período de seis años (estudio panel).
2. Registros administrativos de la infraestructura compartida de IPT (cuadro 19).

La información sobre registros administrativos proporcionados por IPT para los 25 departamentos de Perú permite acceder a la cantidad de personas que se encuentran dentro del radio de cobertura de los sitios donde se comparte la infraestructura y se provee el servicio a través del OIMR. En ese sentido, a efectos del análisis, el impacto del uso compartido de infraestructura sobre la variación de usuarios que acceden a la red móvil o fija está calculado por la relación directa entre las variables de interés de la

CUADRO 20 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE INTERÉS

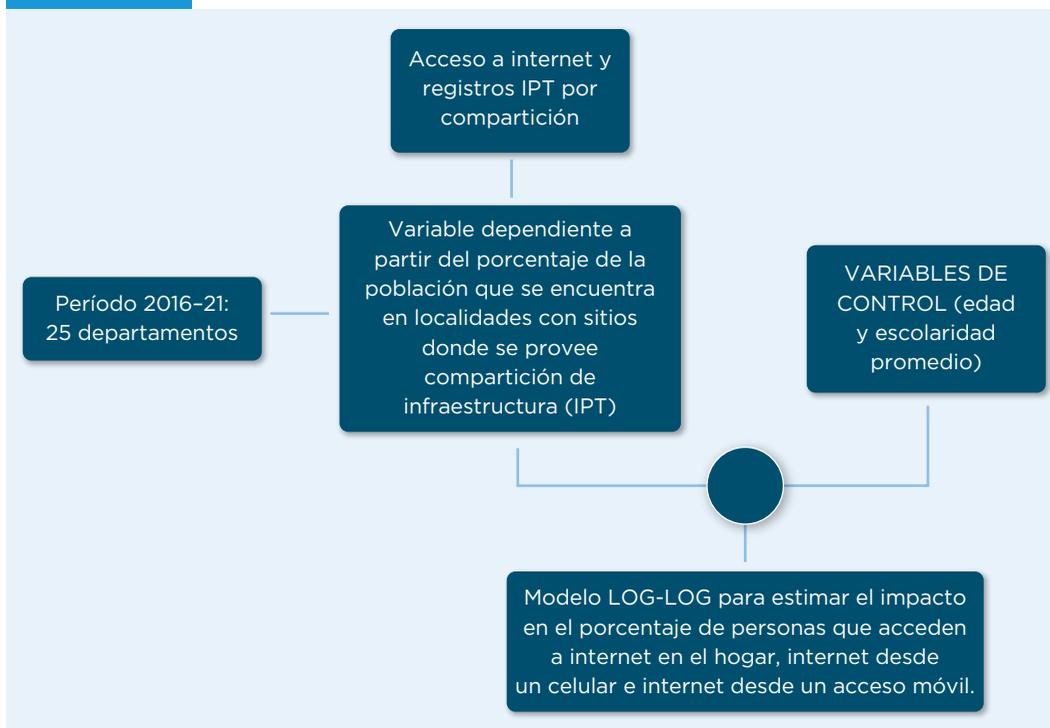
Variable	Código ENAHO	Descripción
uso_internet_hogar	P314A	En el mes anterior, ¿hizo uso del servicio de internet?
internet_desde_celular	P314B1_3	En el mes anterior, ¿usó el servicio de internet desde un celular?
uso_internet_móvil	P314B1_2	En el mes pasado, ¿hizo uso del servicio de internet a través de acceso móvil?

Fuente: ENAHO.

ENAHO, como son uso de internet en el hogar, uso de internet desde el celular o uso de internet desde un acceso móvil, y el porcentaje de personas que se encuentran en las zonas donde se efectúa la compartición (cuadro 20).

El modelo de efectos fijos por año y zona permite estimar el efecto causal del uso compartido en el incremento de los usuarios de internet en el hogar, internet desde el celular e internet desde un acceso móvil. Esta estrategia compara la evolución de

GRÁFICO 6 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE IMPACTO



Fuente: Telecom Advisory Services.

CUADRO 21 HIPÓTESIS PLANTEADAS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA POR IPT

Impacto de la compartición de infraestructura	Hipótesis
Impacto en el uso de internet en el hogar	H1: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que usan internet desde el hogar.
Impacto en el uso de internet desde el celular	H2: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que usan internet desde el celular.
Impacto en el uso de internet desde un acceso móvil	H3: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que usan internet desde un acceso móvil.
Impacto por zona geográfica	H4: La compartición de infraestructura es mayor en zonas rurales porque se trata de las zonas con más penetración de la red de los OIMR.
Impacto por género	H5: El impacto de la compartición no debería ser diferente en el caso de los subgrupos de género.
Impacto por nivel educativo	H6: El impacto de la compartición es mayor en grupos de personas con menor cantidad de años de educación debido a que viven en zonas principalmente rurales.

Fuente: Telecom Advisory Services.

Nota: OIMR= operador de infraestructura móvil rural.

las variables de interés para cada departamento con la proporción de personas que se encuentran cubiertas por la compartición, entre los años 2016 y 2021.

Las hipótesis planteadas pretenden establecer una relación con respecto a la compartición de infraestructura tanto en las variables de interés como en el subgrupo de zona geográfica, género y nivel educativo (cuadro 21).

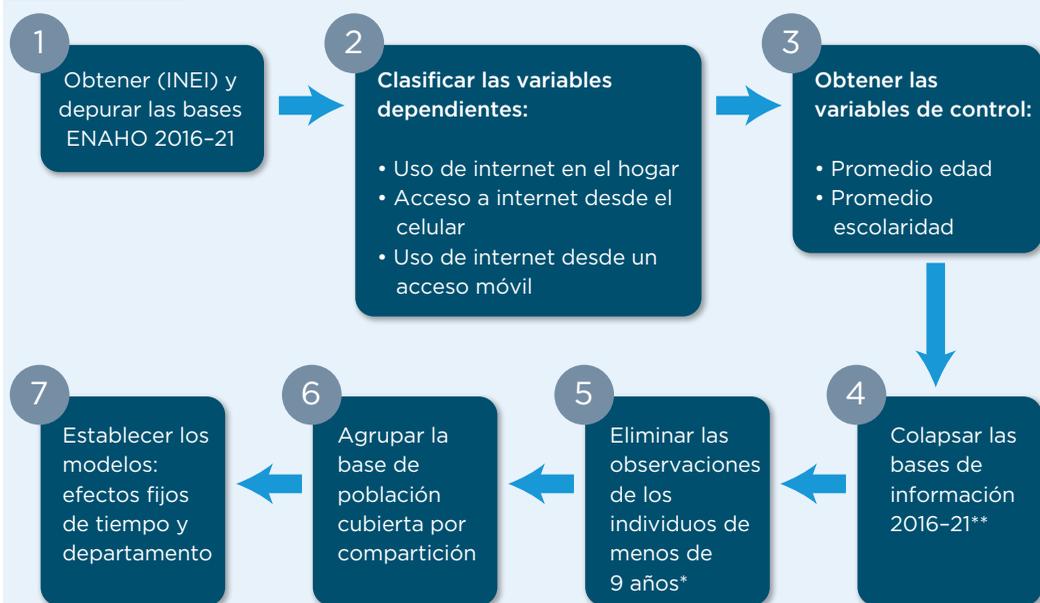
El proceso para el desarrollo de las bases de datos y el desarrollo del modelo para la medición de impacto de la compartición comprende siete etapas (gráfico 7).

4.3. Estadísticas descriptivas

Entre 2016 y 2021, los departamentos que poseen una cobertura poblacional mayor a 15% provista por IPT son Huancavelica, Apurímac y Ayacucho, mientras que las zonas con índices bajos o nulos de compartición son Tumbes, Lima, Lambayeque y Callao (mapa 1).

En el cuadro 22 se presenta la cobertura poblacional por departamento provista por IPT. Aunque existen datos de compartición para 2022, la encuesta ENAHO presenta datos hasta 2021. Así, hasta el año 2021, Huancavelica, Apurímac y Ayacucho presentan un porcentaje poblacional superior al 15% cubierto. En general, a nivel nacional, la cobertura poblacional incrementó 1,85% entre 2020 y 2022.

GRÁFICO 7 PROCESO PARA EL DESARROLLO DEL PANEL DE DATOS Y LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO



Fuente: Elaboración propia.

Notas:

^a Por convención, se estipula no tomar en cuenta a las observaciones de los menores de nueve años debido a que no están en edad adecuada para tener un equipo celular. Este supuesto es confirmado por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF (<https://bit.ly/3fsJjhz>).

^b Los promedios de información por región están ponderados por el peso de la población (factor de expansión de las observaciones).

CUADRO 22 IPT: COBERTURA POBLACIONAL POR DEPARTAMENTO

ID	DEPARTAMENTO	2019	2020	2021	2022
1	Amazonas	0,00%	8,33%	11,21%	10,98%
2	Áncash	0,00%	3,89%	4,61%	4,79%
3	Apurímac	0,00%	9,15%	19,78%	22,35%
4	Arequipa	0,00%	1,65%	2,08%	2,28%
5	Ayacucho	0,00%	8,89%	15,92%	16,73%
6	Cajamarca	0,00%	3,46%	6,31%	7,74%
7	Callao	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
8	Cusco	0,00%	5,39%	11,12%	11,44%
9	Huancavelica	0,00%	11,50%	23,72%	24,14%
10	Huánuco	0,00%	5,20%	6,82%	6,81%

(continúa en la página siguiente)

CUADRO 22 IPT: COBERTURA POBLACIONAL POR DEPARTAMENTO (cont.)

ID	DEPARTAMENTO	2019	2020	2021	2022
11	Ica	0,00%	0,05%	0,05%	0,83%
12	Junín	0,00%	1,00%	2,61%	4,07%
13	La Libertad	0,00%	2,10%	2,69%	2,78%
14	Lambayeque	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%
15	Lima	0,00%	0,18%	0,19%	0,20%
16	Loreto	0,00%	0,24%	2,14%	2,26%
17	Madre de Dios	0,00%	3,38%	3,61%	8,15%
18	Moquegua	0,00%	0,72%	1,51%	1,46%
19	Pasco	0,00%	11,22%	11,81%	11,68%
20	Piura	0,00%	2,14%	5,29%	6,24%
21	Puno	0,00%	3,33%	4,68%	5,08%
22	San Martín	0,00%	4,62%	6,39%	6,60%
23	Tacna	0,00%	0,57%	0,63%	0,97%
24	Tumbes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25	Ucayali	0,00%	1,16%	2,07%	2,12%
TOTAL		0,00%	2,16%	3,65%	4,01%

Fuente: IPT.

En esa misma línea, para el período de análisis (2016–21), el uso de internet en el hogar aumentó en 23,35 puntos porcentuales (de 43,35% a 66,70% de la población). Los departamentos con menor penetración son Huancavelica y Loreto (mapa 2).

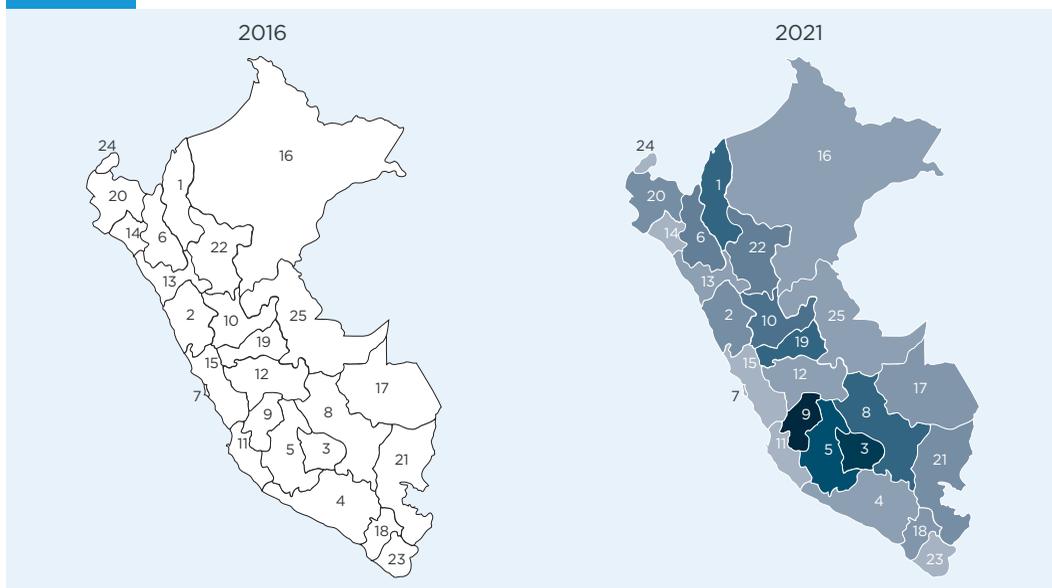
En el cuadro 23 se presenta la cobertura poblacional en la que se puede notar la evolución de las zonas de mayor crecimiento en el uso de internet en el hogar. Naturalmente, los departamentos rurales registran menor penetración.

Por otra parte, el acceso a internet desde el celular entre 2016 y 2021 aumentó en 35,23 puntos porcentuales (de 24,66% a 59,89% de la población). Huánuco presenta la menor penetración, con 41,40% (mapa 3).

A nivel agregado, el acceso a internet desde el celular presenta menores niveles en los departamentos rurales, donde precisamente se está promoviendo el desarrollo de los OIMR (cuadro 24).

Por último, la variable de uso de internet desde un acceso móvil aumentó en 35,59 puntos porcentuales para el período de análisis (de 24,63% a 60,22% de la población). En este caso, Huancavelica, Loreto y Cajamarca presentan la menor penetración departamental (mapa 4).

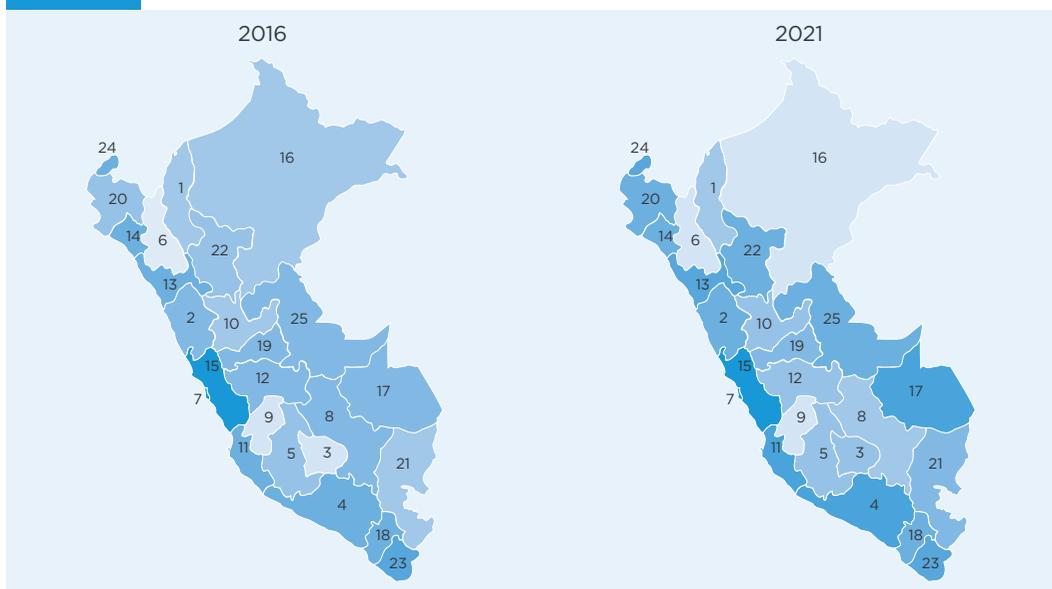
MAPA 1 COBERTURA POBLACIONAL EN DEPARTAMENTOS DONDE EXISTE COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA, 2016-21



Fuentes: IPT y análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: Aunque existen datos de compartición para 2022, la encuesta ENAHO presenta datos hasta 2021.

MAPA 2 EVOLUCIÓN DE LA VARIABLE DE INTERÉS: USO DE INTERNET EN EL HOGAR



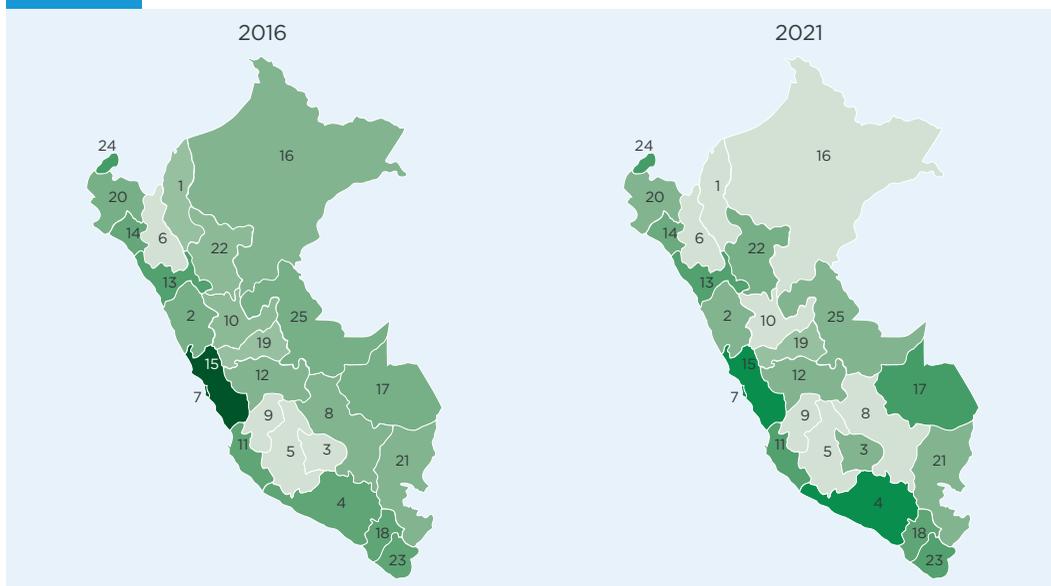
Fuentes: ENAHO y análisis de Telecom Advisory Services.

CUADRO 23 PORCENTAJE DE USO DE INTERNET EN EL HOGAR EN ZONAS DE COMPARTICIÓN

ID	DEPARTAMENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Amazonas	21,71	24,34	24,99	31,17	42,17	50,30
2	Áncash	37,67	39,13	44,43	51,71	58,10	62,57
3	Apurímac	22,01	20,33	18,89	29,57	37,43	50,20
4	Arequipa	48,06	51,47	55,08	63,95	71,63	75,28
5	Ayacucho	26,72	25,18	29,42	32,56	38,40	49,76
6	Cajamarca	17,50	20,25	21,40	27,45	39,60	45,61
7	Callao	63,46	64,08	68,78	70,37	75,63	81,97
8	Cusco	34,24	30,70	31,64	35,23	36,71	47,36
9	Huancavelica	19,20	22,42	21,79	24,72	37,89	42,53
10	Huánuco	25,70	29,13	31,56	34,92	46,00	50,03
11	Ica	49,33	52,75	55,16	63,25	71,90	75,61
12	Junín	33,93	35,25	36,46	37,62	44,97	53,22
13	La Libertad	44,32	46,11	52,09	58,46	66,65	70,35
14	Lambayeque	43,04	46,68	50,50	53,36	59,60	65,68
15	Lima	60,07	65,33	68,57	71,76	76,13	79,99
16	Loreto	23,80	27,34	29,62	31,87	36,03	43,29
17	Madre de Dios	37,01	45,02	51,10	60,70	59,15	74,14
18	Moquegua	47,36	48,48	52,38	55,34	65,85	69,98
19	Pasco	31,71	34,04	32,16	37,45	45,72	56,55
20	Piura	33,67	38,15	44,28	50,83	62,18	67,05
21	Puno	29,91	29,21	34,38	35,86	46,32	55,81
22	San Martín	27,68	31,18	33,53	39,06	46,14	59,78
23	Tacna	51,11	53,61	60,09	66,21	69,99	72,06
24	Tumbes	48,10	51,79	58,63	60,18	65,45	71,04
25	Ucayali	37,48	42,00	45,31	48,69	53,76	60,65
TOTAL		43,35	46,40	49,75	54,04	60,85	66,70

Fuentes: ENAHO y análisis de Telecom Advisory Services.

MAPA 3 EVOLUCIÓN DE LA VARIABLE DE INTERÉS: USO DE INTERNET DESDE EL CELULAR



Fuentes: ENAHO y análisis de Telecom Advisory Services.

CUADRO 24 PORCENTAJE DE ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR EN ZONAS DE COMPARTICIÓN

ID	DEPARTAMENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Amazonas	10,15	14,97	17,78	25,79	35,48	42,14
2	Áncash	22,62	27,63	36,25	42,69	45,32	50,49
3	Apurímac	4,23	6,07	10,35	20,86	36,26	48,62
4	Arequipa	26,28	36,08	42,53	54,57	66,38	72,33
5	Ayacucho	7,14	10,74	17,80	22,43	32,86	43,45
6	Cajamarca	3,85	8,72	12,74	19,72	35,90	42,10
7	Callao	38,72	49,78	59,62	60,40	70,58	73,86
8	Cusco	14,03	16,01	19,60	24,52	34,20	44,18
9	Huancavelica	6,43	12,96	15,68	17,81	36,32	41,59
10	Huánuco	12,11	17,72	24,51	29,36	38,22	41,40
11	Ica	25,90	36,75	45,34	54,18	64,52	68,92
12	Junín	15,12	21,75	26,97	29,85	42,44	49,87
13	La Libertad	29,31	35,95	43,87	51,81	61,14	64,31

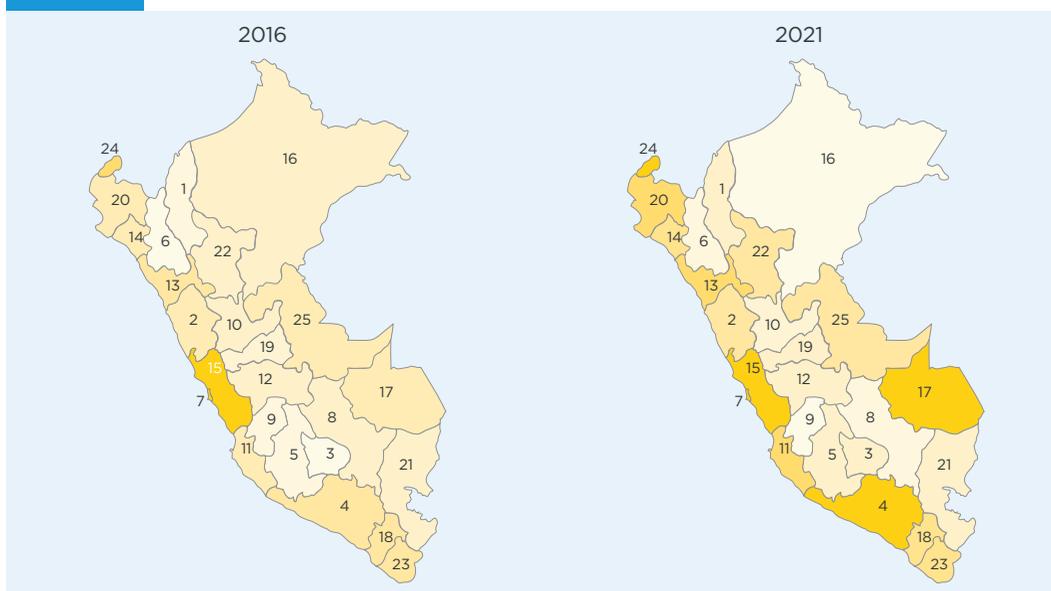
(continúa en la página siguiente)

CUADRO 24 PORCENTAJE DE ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR EN ZONAS DE COMPARTICIÓN (continuación)

ID	DEPARTAMENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
14	Lambayeque	24,24	32,97	40,84	44,24	55,15	58,18
15	Lima	37,39	49,25	58,65	61,26	69,75	72,19
16	Loreto	16,60	21,41	24,87	28,59	34,56	41,62
17	Madre de Dios	23,06	31,39	40,10	52,81	52,82	69,51
18	Moquegua	26,18	33,04	43,37	47,23	59,10	63,73
19	Pasco	10,29	16,78	21,57	29,99	37,31	44,80
20	Piura	21,33	29,35	37,84	43,98	51,48	52,88
21	Puno	12,46	17,62	24,05	29,18	39,75	49,71
22	San Martín	12,87	19,97	23,28	31,05	43,99	56,92
23	Tacna	27,23	36,61	48,18	58,08	63,63	66,88
24	Tumbes	34,10	40,18	50,43	53,87	60,49	66,67
25	Ucayali	21,34	31,93	36,22	39,81	47,99	49,86
TOTAL		24,66	33,00	40,41	45,33	55,02	59,89

Fuentes: ENAHO y análisis de Telecom Advisory Services.

MAPA 4 EVOLUCIÓN DE LA VARIABLE DE INTERÉS: USO DE INTERNET DESDE UN ACCESO MÓVIL



Fuentes: ENAHO y análisis de Telecom Advisory Services.

Es importante tener en cuenta que, en 2020, se observa una reducción en el uso de internet desde un acceso móvil debido a que durante la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia de COVID-19 las personas accedían a internet más frecuentemente desde sus hogares a través de la banda ancha fija (cuadro 25).

CUADRO 25 PORCENTAJE DE USO DE INTERNET DESDE UN ACCESO MÓVIL EN ZONAS DE COMPARTICIÓN

ID	DEPARTAMENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Amazonas	9,76	14,43	17,84	26,13	18,04	47,12
2	Áncash	22,56	28,15	36,65	47,13	23,88	58,46
3	Apurímac	4,56	7,16	11,35	20,92	18,70	45,16
4	Arequipa	25,74	36,35	42,72	53,77	32,13	69,85
5	Ayacucho	7,55	12,23	18,18	23,11	16,04	47,05
6	Cajamarca	3,25	8,14	12,55	20,07	15,59	43,71
7	Callao	38,65	50,08	59,23	61,63	39,02	70,48
8	Cusco	13,62	16,59	19,83	26,34	16,72	43,80
9	Huancavelica	6,64	12,97	15,51	17,69	14,62	38,63
10	Huánuco	12,27	17,36	24,74	29,78	18,99	44,43
11	Ica	22,64	32,75	42,90	54,67	33,77	67,73
12	Junín	15,07	21,95	27,30	29,84	19,98	47,73
13	La Libertad	27,00	34,03	43,48	52,70	30,97	66,49
14	Lambayeque	23,97	32,93	40,48	44,22	30,88	62,76
15	Lima	37,92	49,61	58,49	62,00	38,77	69,01
16	Loreto	16,87	21,36	25,03	28,59	19,86	39,70
17	Madre de Dios	21,55	26,63	38,08	49,19	25,58	66,78
18	Moquegua	27,82	33,86	43,70	48,40	31,33	64,84
19	Pasco	10,75	17,68	21,51	30,13	23,85	48,55
20	Piura	21,95	29,71	38,47	46,17	34,31	65,66
21	Puno	13,04	18,21	24,33	29,83	22,24	51,25
22	San Martín	13,14	20,26	23,59	30,86	26,32	58,05
23	Tacna	26,75	34,91	48,53	58,26	31,53	63,97
24	Tumbes	33,91	40,08	49,93	54,14	40,22	68,78
25	Ucayali	21,80	32,02	35,96	41,99	31,73	58,52
TOTAL		24,63	33,01	40,36	46,11	29,90	60,22

Fuentes: ENAHO y análisis de Telecom Advisory Services.

4.4. Modelos de análisis y resultados

El modelo general utilizado en el análisis representa la variable dependiente expresada como el porcentaje de la población que tiene acceso a internet en el hogar, acceso a internet desde el celular y uso de internet desde un acceso móvil. En concordancia, se propone probar que el aumento de la población con acceso a internet es producto del aumento de sitios con compartición de infraestructura.

$$\ln(\text{Porcentaje de la población})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \ln(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde:

- **Porcentaje de población (it):** población que se encuentra cubierta por infraestructura de telecomunicaciones.
- **Compartición (it):** variable que representa el porcentaje de la población del departamento (i) que tiene acceso a infraestructura compartida.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por departamento (D) y año (Z).

Para mayor robustez de los resultados, en todos los casos se estiman errores estándar robustos y se realizan varias regresiones que se especifican como:

1. Porcentaje de población que utiliza internet en función del porcentaje de personas en zonas con compartición.
2. Porcentaje de población que utiliza internet en función del porcentaje de personas en zonas con compartición y edad.
3. Porcentaje de población que utiliza internet en función del porcentaje de personas en zonas con compartición y nivel de educación.
4. Porcentaje de población que utiliza internet en función del porcentaje de personas en zonas con compartición, edad y nivel de educación.

Así, a continuación se presentan los modelos y resultados para cada una de las variables dependientes.

4.4.1. Acceso a internet en el hogar

Considerando que el estudio está enfocado en el impacto de la compartición en el aumento del número de personas que acceden a internet, una de las variables de interés que traducen dicha usabilidad está representada por el uso de internet en el hogar:

$$\text{Ln(Porcentaje de población total)}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ln}(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde:

- **Porcentaje de uso de internet en el hogar (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que acceden a internet en el hogar. Para la aplicación del modelo se desagregan los subgrupos por zona (urbano-rural), género (hombre-mujer) y nivel de educación (<8 años de educación; >8 años de educación).
- **Compartición (it):** variable que representa la cantidad de personas por departamento que se encuentran en las zonas donde se aplica la compartición de infraestructura.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por departamento (D) y tiempo (Z).

Para la determinación del impacto del uso compartido de infraestructura en el acceso a internet en el hogar, se construyeron cuatro modelos, en los que se consideran efectos fijos por año y departamento. El primer modelo (cuadro 26, columna 1) analiza la relación entre compartición y acceso a internet en el hogar. El segundo modelo (cuadro 26, columna 2) incluye la variable etaria, mientras que el tercero (cuadro 26, columna 3) la sustituye por el nivel educativo. Por último, en el cuarto modelo (cuadro 26, columna 4) se consideran ambas variables. Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que, si bien todos los modelos presentan coeficientes positivos y significativos, el último presenta una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. El resultado de este cuarto modelo econométrico estima que la relación entre el uso compartido y el acceso a internet en el hogar tiene un coeficiente de 1,65% para el conjunto de la población; lo que significa que un aumento de 1 punto porcentual en la población cubierta por IPT correlaciona con un incremento de 1,65% de la población que accede a internet desde el hogar. Este resultado puede interpretarse como

CUADRO 26 IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET EN EL HOGAR, POBLACIÓN GENERAL

Ln internet en el hogar	Modelo general			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0201723*** (0,0033826)	0,0220833*** (0,0034091)	0,014615*** (0,0037724)	0,01649*** (0,003806)
Ln (Edad)	—	-1,613592*** (0,5233151)	—	-1,297071** (0,4986231)
Ln (Educación)	—	—	2,108523*** (0,6759493)	1,979974*** (0,6937514)
Observaciones	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,1986	0,1325	0,8621	0,8436

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

que, debido al aumento en la oferta y al mejoramiento de la calidad del servicio de telefonía móvil y banda ancha móvil gracias a la intervención de IPT, un mayor número de hogares está pudiendo acceder al servicio de conectividad (cuadro 26). Es importante resaltar que este resultado sigue siendo significativo en la cuarta especificación, que controla por las limitaciones que siguen existiendo en cuanto al uso de internet en el hogar para la población de mayor edad y de menor nivel educativo.

El siguiente modelo desdobra el análisis en cuatro ecuaciones por departamentos rurales y urbanos. Como en el caso anterior, se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. En el caso de las zonas rurales, el coeficiente de impacto de la cuarta ecuación es de 1,52%, mientras que este no es significativo en localidades urbanas (cuadro 27), lo que implica que el aumento de 1 punto porcentual de la población rural cubierta por IPT incrementa el acceso a internet en el hogar en 1,52%. Este resultado comprueba la hipótesis de que los efectos de la intervención de IPT se producen principalmente en zonas rurales, mientras que en zonas urbanas el impacto del programa fue no significativo en el número de hogares con internet. Del mismo modo se comprueba que el resultado en zonas rurales sigue siendo significativo en la cuarta especificación, aun controlando por las limitaciones que siguen existiendo en relación con el uso de internet en el hogar para la población con menor nivel educativo.

CUADRO 27

IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET EN EL HOGAR, DESAGREGADO POR ZONAS URBANAS Y RURALES

Ln internet en el hogar	Zona urbana				Zona rural			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0054268 (0,0032225)	0,0060863 (0,0039925)	0,0054586* (0,0031922)	0,0060718 (0,0038949)	0,019832** (0,0080531)	0,0208595** (0,0079705)	0,0146409* (0,0076745)	0,0151809* (0,007811)
Ln (Edad)	-	-1,171009*** (0,3412576)	-	-1,094826*** (0,3457517)	-	-1,456825* (0,7235664)	-	-0,4926937 (0,8303579)
Ln (Educación)	-	-	0,9580846** (0,3649737)	0,8545609** (0,3657509)	-	-	2,941859*** (0,7637303)	2,832768*** (0,8510149)
Observaciones	150	150	150	150	144	144	144	144
Grupos	25	25	25	25	24	24	24	24
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3918	0,2511	0,6486	0,5129	0,3841	0,2259	0,7352	0,7212

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

El siguiente análisis desagrega la población por género (cuadro 28). Una vez más, se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. En este caso, los coeficientes son positivos y significativos para ambos géneros, aunque el coeficiente de impacto en la población femenina es un poco más alto: 1,60% en la población masculina y 1,80% en la femenina. Nuevamente, el aumento de la cobertura de IPT de 1 punto porcentual está asociado con un incremento de 1,60% en la población masculina que accede a internet desde el hogar, y de 1,80% en la población femenina que accede a internet desde el hogar. Este resultado marca que la intervención de IPT se correlaciona con una pequeña reducción de la brecha de género en el uso de internet en el hogar que puede estar asociada a un mayor porcentaje de población femenina que no usa originalmente internet en el hogar en zonas rurales.

Por último, el siguiente análisis desagrega la población por nivel educativo (cuadro 29). Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. Los coeficientes indican que, por cada incremento de 1 punto porcentual en la población alcanzada por la compartición, el aumento en el acceso a internet en el hogar es de 3,94% en personas con educación menores de 8 años, y de 1,18% en personas con educación mayores de 8 años.

Este resultado implica que la intervención de IPT está asociada con una reducción de la brecha por nivel educativo en cuanto al acceso a internet en el hogar. Esto se explica porque la población con menor nivel educativo está más concentrada en zonas rurales, área donde tuvo lugar la intervención del programa.

4.4.2. Acceso a internet desde el celular

La encuesta ENAHO pregunta si, en el mes anterior, el individuo utilizó el servicio de internet desde un celular. Para este caso, el modelo planteado es una especificación del modelo general:

$$\text{Ln}(\text{Porcentaje de uso internet celular})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ln}(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (3)$$

Donde:

- **Porcentaje de uso de internet desde el celular (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que acceden a internet desde un dispositivo celular. Para la aplicación del modelo se analizan los subgrupos desagregados por zona

CUADRO 28

IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET EN EL HOGAR, DESAGREGADO POR GÉNERO

Ln internet en el hogar	Masculino				Femenino			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0202686*** (0,0042724)	0,022232*** (0,0044975)	0,014027*** (0,0041804)	0,0159773*** (0,0042169)	0,0205782*** (0,0027157)	0,0219277*** (0,002681)	0,0166181*** (0,0031434)	0,0179552*** (0,0031848)
Ln (Edad)	-	-1,432817** (0,5396159)	-	-1,251967*** (0,4132618)	-	-1,336982 (0,4286321)	-	-1,076205** (0,4828187)
Ln (Educación)	-	-	2,13512** (0,7674672)	2,052195** (0,7495182)	-	-	1,671352*** (0,4869368)	1,565488*** (0,5159226)
Observaciones	150	150	150	150	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,1898	0,1117	0,7747	0,7553	0,2028	0,1709	0,8852	0,8607

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

CUADRO 29

IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET EN EL HOGAR, DESAGREGADO POR NIVEL EDUCATIVO

Ln internet en el hogar	<8 años				>8 años			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Comparsición	0,0408373*** (0,0058874)	0,0433757*** (0,006038)	0,038538*** (0,0054583)	0,0394281*** (0,0057719)	0,0114871*** (0,0035189)	0,0127371*** (0,0029875)	0,0104029*** (0,0032517)	0,0117846*** (0,0024366)
Ln (Edad)	-	-0,8148784 (0,6258893)	-	-0,2575968 (0,6190019)	-	-1,009115** (0,3996327)	-	-1,360723*** (0,3445191)
Ln (Educación)	-	-	2,263382*** (0,6794183)	2,177043*** (0,7413606)	-	-	2,280227** (0,8356527)	2,919016*** (0,846649)
Observaciones	150	150	150	150	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,2409	0,2669	0,5496	0,5390	0,3437	0,0767	0,5622	0,2010

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

geográfica (urbano-rural), género (hombre-mujer) y nivel educativo (<8 años de educación; >8 años de educación).

- **Compartición (it):** variable que representa la cantidad de personas por departamento que se encuentran en las zonas donde se aplica la compartición de infraestructura.
- **X (it):** vector de las variables de control que representan la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por departamento (D) y año (Z).

Para la determinación del impacto de la compartición de infraestructura en el acceso a internet desde el celular, se construyeron cuatro modelos, en los que se consideran efectos fijos por año y departamento. El primer modelo (cuadro 30, columna 1) analiza la relación entre compartición y acceso a internet desde el celular. El segundo modelo (cuadro 30, columna 2) incluye la variable etaria, mientras que el tercero (cuadro 30, columna 3) la sustituye por nivel educativo. Por último, en el cuarto modelo (cuadro 30, columna 4) se consideran ambas variables. Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que existe una mayor cantidad de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. De este modo, se llega al resultado de que un aumento de 1 punto porcentual en la población cubierta por la interven-

CUADRO 30 IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR, POBLACIÓN GENERAL

Ln internet desde el celular	Modelo general			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0454281*** (0,008127)	0,0466957*** (0,0085943)	0,0331847*** (0,0079594)	0,033666*** (0,0085206)
Ln (Edad)	—	-1,070314 (0,8045529)	—	-0,332968 (0,8316414)
Ln (Educación)	—	—	4,645412 ** (1,744755)	4,612413 ** (1,782667)
Observaciones	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3633	0,3492	0,8072	0,8141

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

ción de IPT se correlaciona con un incremento en el uso de internet desde el celular de 3,37% para el conjunto de la población (cuadro 30). Este resultado puede interpretarse como que, debido al aumento en la oferta y al mejoramiento de la calidad del servicio de telefonía móvil y banda ancha móvil gracias a la intervención de IPT, un mayor porcentaje de la población está accediendo a internet desde el celular. Es importante destacar que, como era de esperar, este coeficiente de impacto (3,37%) es superior al calculado para el caso de internet en el hogar (1,65%), dado que en esta especificación se considera exclusivamente el impacto en dispositivos móviles.

El siguiente modelo desdobra el análisis en cuatro ecuaciones por departamentos rurales y urbanos. Una vez más, se considera únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. En el caso de las zonas rurales, el coeficiente de impacto de la cuarta ecuación es de 4,09%, mientras que el mismo es inferior (2,96%) en localidades urbanas (cuadro 31). Este resultado implica que el aumento de 1 punto porcentual de la población rural cubierta por IPT incrementa el uso de internet desde el celular en 4,09%. A su vez, comprueba la hipótesis de que los efectos de la intervención de IPT se producen principalmente en zonas rurales, mientras que en zonas urbanas el impacto del programa es inferior. Del mismo modo se comprueba que el resultado en zonas rurales sigue siendo significativo en la cuarta especificación, aun controlando por las limitaciones que siguen existiendo en relación con el uso de internet en el hogar para la población con menor nivel educativo.

El siguiente análisis desagrega la población por género (cuadro 32). Una vez más, se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. En este caso, los coeficientes son positivos y significativos para ambos géneros, aunque el coeficiente de impacto en la población femenina es un poco más alto: 3,12% en la población masculina y 3,98% en la femenina. Nuevamente, el aumento de la cobertura de IPT de 1 punto porcentual está asociado con un incremento de 3,12% en la población masculina que usa internet desde el celular y de 3,98% en la población femenina que usa internet desde el celular. Este resultado marca que la intervención de IPT se correlaciona con una pequeña reducción de la brecha de género en el uso de internet desde el celular que puede estar asociada a un mayor porcentaje de población femenina que no usa originalmente internet en el celular en zonas rurales.

Por último, el siguiente análisis desagrega la población por nivel educativo (cuadro 33). Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. Los coeficientes indican que, por cada incremento de 1 punto porcentual en la población alcanzada por la compartición, el aumento en el uso de internet desde el

CUADRO 31
IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR, DESAGREGADO POR ZONAS URBANAS Y RURALES

Ln internet desde el celular	Zona urbana				Zona rural			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Comparsición	0,0296213*** (0,0078939)	0,0296138*** (0,0077486)	0,0297077*** (0,0075434)	0,0295692*** (0,0072592)	0,0470836*** (0,014706)	0,0481845*** (0,0147261)	0,0405494*** (0,0138686)	0,0409057*** (0,0141628)
Ln (Edad)	-	0,0134297 (0,6370047)	-	0,2471321 (0,6686915)	-	-1,560946 (1,050584)	-	-0,3251349 (1,196369)
Ln (Educación)	-	-	2,59812** (1,163676)	2,621497** (1,214225)	-	-	3,702996*** (1,217902)	3,631006** (1,314023)
Observaciones	150	150	150	150	144	144	144	144
Grupos	25	25	25	25	24	24	24	24
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,5295	0,5299	0,6959	0,6955	0,5063	0,4099	0,7931	0,7917

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

CUADRO 32

IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR, DESAGREGADO POR GÉNERO

Ln internet desde el celular	Masculino				Femenino			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0440589*** (0,009557)	0,0445154*** (0,0099063)	0,0312694*** (0,0088765)	0,031896*** (0,0094874)	0,0478355*** (0,0064157)	0,0491506*** (0,0065567)	0,0389543*** (0,0064256)	0,0398115*** (0,0067062)
Ln (Edad)	-	-0,3346445 (0,5528695)	-	0,0512007 (0,6566142)	-	-1,302988* (0,742284)	-	-0,6899065 (0,7130998)
Ln (Educación)	-	-	4,375003** (1,853491)	4,378395** (1,87726)	-	-	3,748289*** (1,281759)	3,680425*** (1,3243)
Observaciones	150	150	150	150	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3857	0,3780	0,7512	0,7503	0,3357	0,3331	0,8628	0,8758

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

CUADRO 33

**IMPACTO DEL USO COMPARTIDO EN EL ACCESO A INTERNET DESDE EL CELULAR—
DESAGREGADO POR NIVEL EDUCATIVO**

	<8 años				>8 años			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0827722*** (0,0116001)	0,0832656*** (0,0117072)	0,0793171*** (0,0123904)	0,0766251*** (0,0122234)	0,0360386*** (0,0088682)	0,034965*** (0,0096423)	0,0345432*** (0,0082062)	0,034018*** (0,0088911)
Ln (Edad)	—	-0,1584097 (1,275366)	—	0,7790506 (1,498342)	—	0,8668074 (0,9600939)	—	0,5172194 (0,8963491)
Ln (Educación)	—	—	3,401111** (1,385003)	3,662226** (1,561464)	—	—	3,145055 (2,300954)	2,902247 (2,311578)
Observaciones	150	150	150	150	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,4230	0,4281	0,6885	0,6927	0,4790	0,5917	0,5794	0,6282

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

celular es de 7,66% en personas con educación menores a 8 años, y de 3,40% en personas con educación mayores de 8 años.

Este resultado implica que la intervención de IPT está asociada con una reducción de la brecha por nivel educativo en cuanto al uso de internet desde el celular, que puede derivar del hecho de que la población con menor nivel educativo esta más concentrada en zonas rurales, área donde tuvo lugar la intervención del programa.

4.4.3. Acceso a internet a través de banda ancha móvil

Para el caso de la variable de acceso a internet a través de banda ancha móvil²⁰, el modelo se plantea con la siguiente ecuación:

$$\ln(\text{Porcentaje de uso internet móvil})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \ln(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (4)$$

Donde:

- **Porcentaje de uso de internet móvil (it):** variable dependiente expresada como la proporción de personas que accede a internet a través de banda ancha móvil. Para la aplicación del modelo, nuevamente se desagregan los subgrupos por zona geográfica (urbano-rural), género (hombre-mujer) y nivel educativo (<8 años de educación; >8 años de educación).
- **Compartición (it):** variable que representa la cantidad de personas por departamento que se encuentran en las zonas donde se aplica la compartición de infraestructura.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio de los individuos pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **D(i) y Z(t):** representaciones para los efectos fijos por departamento (D) y tiempo (Z).

Para la determinación del impacto del uso compartido de infraestructura en el acceso a internet a través de redes móviles, se construyeron cuatro modelos, en los que se consideran efectos fijos por año y departamento. El primer modelo (cuadro 34, columna 1) analiza la relación entre compartición y acceso a banda ancha móvil. El segundo modelo (cuadro 34, columna 2) incluye la variable etaria, mientras que el tercero (cuadro 34,

²⁰ La pregunta que hace la ENAHO es: “¿En el mes pasado el individuo hizo uso del servicio de internet a través de acceso móvil?”

columna 2) la sustituye por el nivel educativo. Por último, en el cuarto modelo (cuadro 34, columna 4) se consideran ambas variables. Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. De este modo se llega al resultado de que un aumento de 1 punto porcentual en la población cubierta por la intervención de IPT se correlaciona con un incremento en el acceso a internet a través de redes móviles de 3,12% para el conjunto de la población (cuadro 34). Este resultado puede interpretarse como que, debido al aumento en la oferta y al mejoramiento de la calidad del servicio de telefonía móvil y banda ancha móvil gracias a la intervención de IPT, un mayor porcentaje de la población está utilizando conectividad móvil. Es importante destacar que, como era de esperar, el coeficiente de impacto (3,12%) es superior al encontrado para el caso de internet en el hogar (1,65%), dado que en esta especificación se considera exclusivamente el impacto de las redes móviles.

El siguiente modelo desdobra el análisis en cuatro ecuaciones por departamentos rurales y urbanos. Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. En el caso de las zonas rurales, el coeficiente de impacto de la cuarta ecuación es de 3,96%, mientras que el mismo es inferior (2,48%) en localidades urbanas (cuadro 35). Este resultado implica que el aumento de 1 punto porcentual de la población

CUADRO 34 IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE INTERNET MÓVIL, POBLACIÓN GENERAL

Ln internet móvil	Modelo general			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0404407*** (0,0078737)	0,0414134*** (0,0083222)	0,0308659*** (0,0084762)	0,0312192*** (0,0093028)
Ln (Edad)	— —	—0,8213012 (0,8906259)	— —	—0,2444183 (1,019277)
Ln (Educación)	— —	— —	3,632869* (1,957426)	3,608646* (2,019057)
Observaciones	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3396	0,3301	0,8128	0,8180

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.
Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

CUADRO 35
IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE INTERNET MÓVIL, DESAGREGADO POR ZONAS URBANAS Y RURALES

Ln internet móvil	Zona urbana				Zona rural			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0249122*** (0,0075045)	0,0248723*** (0,0073505)	0,024969*** (0,0073893)	0,0248429*** (0,0071448)	0,0453888*** (0,0158788)	0,0466247*** (0,0157235)	0,0389526** (0,0155856)	0,0395583** (0,0157157)
Ln (Edad)	-	0,0709549 (0,7032463)	-	0,225155 (0,7932637)	-	-1,75239 (1,13433)	-	-0,5526259 (1,340402)
Ln (Educación)	-	-	1,708411 (1,280062)	1,729701 (1,343314)	-	-	3,647453*** (1,258503)	3,525093** (1,393523)
Observaciones	150	150	150	150	144	144	144	144
Grupos	25	25	25	25	24	24	24	24
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,5329	0,5349	0,6593	0,6609	0,4581	0,3460	0,7469	0,7448

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

rural cubierta por IPT incrementa el uso de redes móviles en 3,96%. A su vez, comprueba la hipótesis de que los efectos de la intervención de IPT se producen principalmente en zonas rurales, mientras que en zonas urbanas el impacto del programa es inferior.

El siguiente análisis desagrega la población por género (cuadro 36). Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan relevantes en las especificaciones previas. En este caso, los coeficientes son positivos y significativos para ambos géneros, aunque el coeficiente de impacto en la población femenina es un poco más alto: 2,73% en la población masculina y 3,78% en la femenina. Una vez más, el aumento de la cobertura de IPT de 1 punto porcentual está asociado con un incremento de 2,73% en la población masculina que usa redes móviles y de 3,78% en la población femenina que usa redes móviles. Este resultado marca que la intervención de IPT se correlaciona con una pequeña reducción de la brecha de género en el uso de redes móviles que puede estar asociada a un mayor porcentaje de población femenina que no usa originalmente redes móviles en zonas rurales.

Por último, el siguiente análisis desagrega la población por nivel educativo (cuadro 37). Se procede a considerar únicamente el resultado del cuarto modelo, dado que incluye una cantidad mayor de controles que resultan ser relevantes en las especificaciones previas. Los coeficientes indican que, por cada incremento de 1 punto porcentual en la población alcanzada por la compartición, el aumento en el uso de redes móviles es de 7,56% en personas con educación menores de 8 años, y de 2,87% en personas con educación mayores de 8 años.

Este resultado implica que la intervención de IPT está asociada con una reducción de la brecha por nivel educativo en cuanto al uso de redes móviles, que puede derivar de que la población con menor nivel educativo está más concentrada en zonas rurales, área donde tuvo lugar la intervención del programa.

4.5. Resumen de resultados empíricos y verificación de las hipótesis

Los resultados empíricos del análisis del caso de IPT han demostrado el impacto positivo de la compartición en el acceso a internet. El impacto de 1 punto porcentual en la población cubierta por compartición es positivo y con mayor intensidad en los grupos rural, femenino y de menor escolaridad (cuadro 38).

De manera fundamental, el estudio indicó una mayor intensidad de impacto en la población rural, lo que justamente constituye uno de los objetivos más claros de la intervención de IPT. En la misma línea, esta población se ha beneficiado en términos de acceso a internet gracias a la presencia de infraestructura compartida —en zonas rurales, los años promedio de educación formal son menores que en zonas urbanas—.

CUADRO 36 IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE INTERNET MÓVIL, DESAGREGADO POR GÉNERO

Ln Uso de internet móvil	Masculino				Femenino			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0385494*** (0,0088942)	0,0390414*** (0,0092652)	0,0272569*** (0,0092229)	0,0272886** (0,0101078)	0,0435095*** (0,0066892)	0,0446982*** (0,0069275)	0,036924*** (0,0072664)	0,0378268*** (0,0076739)
Ln (Edad)	-	-0,3606455 (0,7252401)	-	-0,0203447 (0,864272)	-	-1177706 (0,8225446)	-	-0,7266213 (0,8291082)
Ln (Educación)	-	-	3,862926* (1,988694)	3,861578* (2,024392)	-	-	2,77941* (1,431191)	2,707934* (1,477502)
Observaciones	150	150	150	150	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3618	0,3536	0,7382	0,7385	0,3128	0,3123	0,8525	0,8641

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

CUADRO 37

IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE INTERNET MÓVIL, DESAGREGADO POR NIVEL EDUCATIVO

Ln Uso de internet móvil	<8 años				>8 años			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0798356*** (0,0110715)	0,0818098*** (0,0123009)	0,0763907*** (0,0120886)	0,075505*** (0,0128406)	0,0303249*** (0,0082801)	0,0294089*** (0,008799)	0,0291479*** (0,0078313)	0,0286728*** (0,0083347)
Ln (Edad)	-	-0,6337537 (1,251099)	-	0,2563152 (1,467902)	-	0,7395142 (1,179267)	-	0,4678113 (1,040563)
Ln (Educación)	-	-	3,39118** (1,374822)	3,47709** 1,563119**	-	-	2,475265 (2,518025)	2,255652 (2,342192)
Observaciones	150	150	150	150	150	150	150	150
Grupos	25	25	25	25	25	25	25	25
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. F. por depto.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,4139	0,4336	0,6832	0,6852	0,4653	0,5653	0,5482	0,5963

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

CUADRO 38 IMPACTO DEL AUMENTO DE 1 PUNTO PORCENTUAL EN LA POBLACIÓN QUE SE BENEFICIA DE LA COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA

	Acceso a internet en el hogar	Acceso a internet desde el celular	Acceso a internet a través de banda ancha móvil
Impacto general	Aumento de 1,65% en el porcentaje de la población que accede a internet en el hogar como resultado de la compartición.	Aumento de 3,37% en el porcentaje de la población que accede a internet desde un dispositivo celular.	Se verifica un impacto de la compartición de 3,12% en el porcentaje de usuarios con acceso móvil.
Impacto desagregado por zona geográfica	Aumento de 1,52% en el porcentaje de la población de zonas rurales que accede a internet en el hogar, a pesar de resultados no significativos en zonas urbanas como resultado de la compartición.	Aumento de 4,09% en el porcentaje de la población de zonas rurales y de 2,96% de zonas urbanas que accede a internet desde el celular como resultado de la compartición.	Aumento de 3,96% en el porcentaje de la población en zonas rurales y de 2,48% en zonas urbanas que accede a internet a través de banda ancha móvil como resultado de la compartición.
Impacto desagregado por género	Aumento de 1,60% en el porcentaje de hombres y de 1,80% en el porcentaje de mujeres que acceden a internet en el hogar como resultado de la compartición.	Aumento de 3,12% en el porcentaje de hombres y de 3,98% en el porcentaje de mujeres que acceden a internet desde un celular.	Aumento de 2,73% en el porcentaje de hombres y de 3,78% en el porcentaje de mujeres que acceden a internet a través de banda ancha móvil.
Impacto desagregado por nivel educativo	Aumento de 3,94% en el porcentaje de la población con escolaridad <8 años y de 1,18% en la población con escolaridad >8 años con acceso a internet como resultado de la compartición.	Aumento de 7,66% para personas con escolaridad <8 años y de 3,40% con escolaridad >8 años sobre el porcentaje de usuarios que acceden a internet desde el celular como resultado de la compartición.	Aumento de 7,56% para personas con escolaridad <8 años y de 2,87% con escolaridad >8 años sobre el porcentaje de usuarios que acceden a internet a través de banda ancha móvil como resultado de la compartición.

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: Todos los impactos son considerados como el resultado del aumento de 1 punto porcentual en la población cubierta por la compartición.

Con excepción de la hipótesis 5, las demás hipótesis presentadas en el cuadro 21 son válidas y explicadas a través de la definición de la política pública de OIMR para promover el acceso a internet en el hogar, desde el celular y con banda ancha móvil, con preferencia en las zonas rurales donde encontramos grupos con menor escolaridad (cuadro 39).

CUADRO 39 RESUMEN: RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Hipótesis	Grupo	Impacto de la compartición		
H1: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que utilizan internet desde el hogar.	Total	1,65%		
H2: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que utilizan internet desde el celular.	Total	3,37%		
H3: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que utilizan internet desde un acceso móvil.	Total	3,12%		
Impacto del uso en las variables de interés		Hogar	Celular	Móvil
H4: La compartición de infraestructura es mayor en zonas rurales porque son las zonas donde más capilarizada está la red de los OIMR.	Urbano	—	2,96%	2,48%
	Rural	1,52%	4,09%	3,96%
H5: El impacto de la compartición no debería ser distinto en el caso de los subgrupos de género.	Masculino	1,60%	3,12%	2,73%
	Femenino	1,80%	3,98%	3,78%
H6: El impacto de la compartición es mayor en grupos de personas con menor cantidad de años de educación debido a que viven en zonas principalmente rurales.	< 8 años	3,94%	7,66%	7,56%
	> 8 años	1,18%	3,40%	2,87%

Fuente: Telecom Advisory Services.

Nota: Todos los impactos se consideran como el resultado del aumento de 1 punto porcentual en la población cubierta por la compartición. OIMR= operador de infraestructura móvil rural.



Impacto del uso compartido de infraestructura en Ecuador

De la misma manera que en el caso de Internet para Todos (IPT), este capítulo analiza el impacto del uso compartido de infraestructura de banda ancha móvil en Ecuador.

5.1. Contexto de la compartición de infraestructura inalámbrica en Ecuador

El marco general para la compartición de infraestructura en Ecuador fue legislado mediante la expedición de la Resolución 163-06-CONATEL-2009 (Reglamento sobre el acceso y uso compartido de infraestructura física necesaria para fomentar la sana y leal competencia en la prestación de servicios de telecomunicaciones). En el mismo año, mediante la Resolución 382-14-CONATEL-2009, se declaró obligatoria a la infraestructura física de compartición para ciertos componentes de las redes. Por otra parte, en el año 2012, con la Resolución TEL-803-29-CONATEL-2012 se aprobó el método mediante el cual se determinaría el valor de la contraprestación del acceso y uso compartido, específicamente para casos de emisión de disposiciones solicitadas al Regulador. El último marco normativo fue emitido en 2017 —Resolución ARCO-TEL-2017-0807—, donde se expide la Norma Técnica para Uso Compartido de Infraestructura Física de los Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones y se estipula la presentación de ofertas básicas a los prestadores para conocimiento de quienes requieran el acceso a la infraestructura.

La estructura reglamentaria vigente establece en el artículo 96 del Reglamento a la Ley de Telecomunicaciones que la compartición “(...) tiene como objetivo la utilización conjunta de las infraestructuras físicas necesarias para la prestación de servicios del régimen general de telecomunicaciones entre prestadores, permitiéndose el acceso a las mismas de conformidad con lo establecido en la Ley, el presente Reglamento General y las regulaciones que emita para el efecto la ARCOTEL”.

En el artículo 97 del mismo reglamento se determina la obligación de compartir infraestructura. Por su parte, el artículo 99 establece que los cargos serán negociados sobre la base de costos. Por último, en caso de no acordar el acceso a la infraestructura, el artículo 106 estipula la emisión de una disposición por parte de la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL) a petición de cualquiera de las partes interesadas.

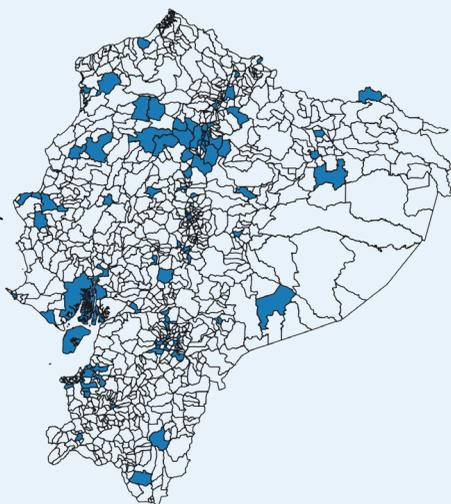
Como resultado de este marco normativo, entre 2015 y 2019, el número total de parroquias con al menos un sitio compartido aumentó de 79 a 104 (mapa 5).

En particular, en el período 2017-18 se registra el mayor crecimiento, con 10 parroquias añadidas al grupo de tratamiento (gráfico 8).

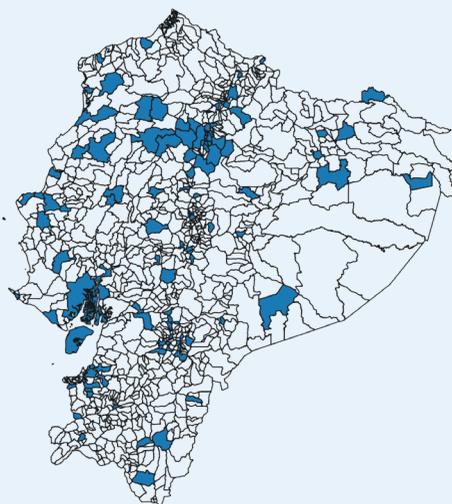
Con respecto al número promedio de sitios que poseen los operadores (alrededor de 2.700 en 2019 para cada operador), es importante notar que la infraestructura com-

MAPA 5 PARROQUIAS CON USO COMPARTIDO DE INFRAESTRUCTURA EN ECUADOR, 2015-19

Compartición 2015



Compartición 2019



Fuentes: ARCOTEL; análisis de Telecom Advisory Services.

GRÁFICO 8 NÚMERO DE PARROQUIAS CON SITIOS COMPARTIDOS POR OPERADORES MÓVILES



Fuentes: ARCOTEL (2015-19); análisis de Telecom Advisory Services.

partida (242 sitios en total²¹) representaría 3,14%. Cabe mencionar que a pesar de que el uso compartido es mayor en las parroquias rurales, la característica principal de la tendencia es la compartición de sitios físicos en zonas urbanas. Esto ocurre como resultado de la promoción de la compartición en espacios con alta saturación de torres, donde los operadores deben acomodar la demanda creciente de tráfico (cuadro 40).

A nivel general, la baja cantidad de sitios compartidos por los operadores implicaría tres particularidades: i) escasa disposición a la compartición con el fin de ampliar la

CUADRO 40 NÚMERO DE PARROQUIAS Y SITIOS COMPARTIDOS INCREMENTADOS POR AÑO Y POR ZONA URBANA Y RURAL

Zona	Clase	2015 ^a	2016	2017	2018	2019	TOTAL
Urbana	Parroquias	36	3	2	4	0	45
	Sitios	111	16	6	21	10	164
Rural	Parroquias	43	6	4	7	2	62
	Sitios	50	7	6	11	4	78

Fuentes: ARCOTEL; análisis de Telecom Advisory Services.

Nota:

^aLínea base.

²¹ El total de sitios compartidos es de 242: CONECEL = 32; OTECEL = 105; CNT = 105.

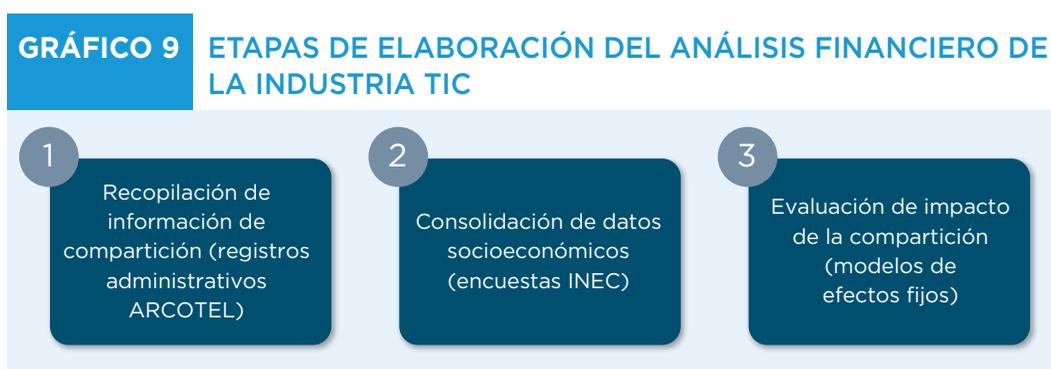
cobertura con sitios arrendados; ii) compartición forzada por el efecto técnico de saturación de los espacios propios en sitios urbanos, y iii) compartición en zonas rurales con el objetivo de optimizar la inversión. En este sentido, casi el doble de los sitios compartidos en localidades densamente pobladas frente a localidades rurales responde a un incremento de la demanda de tráfico urbano que obliga a los operadores a solicitar el uso compartido de infraestructura, tomando en cuenta, entre otros aspectos, la ocupación máxima de los equipos; los tiempos extensos en la solicitud de construcción de torres, y la prohibición por ordenanza de la expansión de sitios en zonas patrimoniales, culturales y turísticas.

5.2. Marco de análisis empírico

La metodología de análisis del impacto del uso compartido está compuesta por tres fases: i) relevamiento de los registros de ARCOTEL para la determinación de la compartición por parroquia; ii) compilación de información de la encuesta ENEMDU-TIC para el período 2015-19, y iii) evaluación de un modelo de efectos fijos por parroquia sobre cómo la compartición afecta la cantidad de usuarios en las redes móviles (gráfico 9).

La elección del período de análisis se fundamenta en la disponibilidad de información sobre sitios compartidos en los registros administrativos de ARCOTEL. Así, se aplica un modelo de efectos fijos para estimar el efecto causal del uso compartido en el incremento de los usuarios de la red²² (gráfico 10).

Esta estrategia empírica compara la evolución de las variables de interés para cada parroquia entre los años 2015 y 2019 y, al mismo tiempo, la evolución de las parroquias



Fuente: Telecom Advisory Services.

²² El acceso a la red móvil contemplaría las variables “tenencia de celular”, “tenencia de smart-phone” y “uso de internet desde el celular”.

GRÁFICO 10 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE IMPACTO



Fuente: Telecom Advisory Services.

de tratamiento, donde la compartición ha sido efectuada por cualquiera de los operadores (parroquias que cambian de condición de compartición de 0 a 1) y el grupo de control (parroquias donde no se ha efectuado todavía la compartición en ningún sitio físico).

Las variables de interés son los usuarios de celular, smartphone y de internet por celular, y las hipótesis planteadas predicen un impacto positivo con respecto al uso compartido de infraestructura tanto en las variables de interés como en el subgrupo de zonas urbanas (cuadro 41).

Por otra parte, el proceso para el desarrollo del modelo comprende siete etapas (gráfico 11).

Dentro de este proceso, es importante destacar tres consideraciones:

1. La utilización de variables de uso de la red móvil individual para agregar y obtener una representación parroquial.
2. Depuración de la información de individuos que tienen más de nueve años, teniendo en cuenta las recomendaciones sobre la edad adecuada para tener un dispositivo móvil.

- Eliminación de información de parroquias que tengan menos de 10 observaciones individuales ya que el nivel de confiabilidad estadística es acotado.

CUADRO 41 HIPÓTESIS PLANTEADAS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Impacto del uso compartido de infraestructura	Hipótesis
Impacto en el uso de celular	H1: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que usan celular.
Impacto en el uso de smartphone	H2: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que usan smartphone.
Impacto en el uso de internet desde el celular	H3: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que usan internet desde el celular.
Impacto en zonas geográficas	H4: La compartición de infraestructura es mayor en zonas urbanas porque son las zonas donde existe mayor compartición de sitios.

Fuente: Telecom Advisory Services.

GRÁFICO 11 PROCESO PARA EL DESARROLLO DEL MODELO



Fuente: Telecom Advisory Services.

Notas:

^a Por convención se estipula no tomar en cuenta las observaciones de los menores de nueve años debido a que no están en edad adecuada para tener un equipo celular. Este supuesto es confirmado por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) (<https://bit.ly/3fsJjhz>).

^b Los promedios de información por parroquia están controlados por el peso ponderado de la población con acceso a celular.

5.3. Estadísticas descriptivas

El análisis del impacto del uso compartido de infraestructura de banda ancha móvil en Ecuador se realiza sobre la base de dos fuentes de datos: i) la Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), y 2) los registros administrativos de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL). En el cuadro 42, se presentan las principales características de la información disponible en las bases de datos.

Al tomar en cuenta la información de los registros administrativos proporcionados por ARCOTEL, los datos disponibles para todas las parroquias de Ecuador se distribuyen desde 2015 hasta 2020. A pesar de que para el último año (2020) existe información disponible, la cantidad de observaciones en la encuesta ENEMDU-TIC es muy pequeña con relación a los otros años, por lo que no se tomará en cuenta. El formulario de informe 2015-19 contiene información de los sitios compartidos por los operadores a nivel parroquial.

Para efectuar el análisis de impacto de la compartición de infraestructura, la unidad mínima de reporte es la parroquia. Así, en una localidad podrían existir uno o más sitios compartidos. En ese sentido, para los efectos del análisis, la parroquia presenta comparación si en al menos un sitio se comparte la infraestructura entre cualquiera de los tres operadores móviles.

CUADRO 42 CARACTERÍSTICAS DE LAS BASES DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Base de datos	Características	Observaciones	Variables
Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) ^a	Para el análisis de este estudio, entre 2015 y 2017, la ENEMDU releva información de la situación laboral (ingresos y empleo) así como del uso de TIC (por ej., uso de telefonía móvil e internet). Desde 2018, la ENEMDU fue acotada exclusivamente a la medición del mercado laboral; por lo tanto, no incluye las variables de uso de TIC. Así, para los años 2018 y 2019 se ocupa únicamente el módulo TIC correspondiente.	2015: 112.821	<ul style="list-style-type: none"> Socioeconómicas Variables de uso TIC
		2016: 114.086	
		2017: 110.283	<ul style="list-style-type: none"> Variables de uso TIC
		2018: 93.795	
		2019: 40.814	
		2020: 19.483	
Registros administrativos ARCOTEL (Compartición de infraestructura)	Cantidad de sitios compartidos por los operadores móviles por parroquia (registro del número de sitios compartidos).	2011-20: 1.046 parroquias	<ul style="list-style-type: none"> Sitios compartidos

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Notas:

^a <https://bit.ly/3x272Jx>.

^b Solicitud al regulador.

5.4. Modelos de análisis y resultados

El modelo general planteado representa la variable dependiente expresada como la cantidad de población que tiene telefonía celular activa, smartphone o acceso a internet desde el celular. Para la aplicación del modelo, se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural):

$$\text{Ln}(\text{Usuarios promedio de red móvil})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ln}(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde:

- **Usuarios de red móvil (it):** variable dependiente expresada como la cantidad de población que tiene teléfono celular activo, smartphone o acceso a internet desde el celular. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural), género (hombre-mujer), edad (10–25 años, 26–45 años y 46 años o más).²³
- **Compartición (it):** variable dicotómica que representa la parroquia donde se aplica la compartición de infraestructura en un año específico.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio, así como el total de personas con celular pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **Z(t):** representaciones para los efectos fijos por tiempo.

Para cada modelo (general y zonas geográficas) se han realizado varias regresiones que se especifican como:

Impacto del uso del celular

1. Promedio de usuarios de celular en función de compartición y total de celulares por parroquia.
2. Promedio de usuarios de celular en función de compartición, escolaridad y total de celulares por parroquia.
3. Promedio de usuarios de celular en función de compartición, edad, escolaridad y total de celulares por parroquia.

Impacto del uso de smartphone (SMP)

1. Promedio de usuarios de SMP en función de compartición y total de SMP por parroquia.

²³ Cabe aclarar que los resultados significativos fueron únicamente los relacionados con las zonas geográficas y que los demás se consideraron en esta sección.

2. Promedio de usuarios de SMP en función de compartición, escolaridad y total de SMP por parroquia.
3. Promedio de usuarios de SMP en función de compartición, edad, escolaridad y total de SMP por parroquia.
4. Promedio de usuarios de SMP en función de celular, edad, escolaridad y total de SMP por parroquia (efecto indirecto).

Impacto del uso de internet desde el celular (UIC)

1. Promedio de usuarios de UIC en función de compartición y total de UIC por parroquia.
2. Promedio de usuarios de UIC en función de compartición, escolaridad y total de UIC por parroquia.
3. Promedio de usuarios de UIC en función de compartición, edad, escolaridad y total de UIC por parroquia.
4. Promedio de usuarios de UIC en función de celular, edad, escolaridad y total de UIC por parroquia (efecto indirecto).

A continuación, se presentan los modelos y los resultados para cada una de las variables dependientes.

5.4.1. Usuarios de celular

Considerando que el estudio está enfocado en el impacto de la compartición en el incremento del uso de la red móvil, una de las variables de interés que traducen dicha usabilidad resulta estar representada por la tenencia de un dispositivo móvil.

El modelo de efectos fijos para estimar a lo largo del período de análisis es el siguiente:

$$\ln(\text{Usuarios promedio de celular})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \ln(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde:

- **Usuarios de celular (it):** variable dependiente expresada como la cantidad de población que tiene teléfono celular activo. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural), género (hombre-mujer), edad (10–25 años, 26–45 años y 46 años o más).²⁴

²⁴ Sin embargo, es importante aclarar que los resultados significativos fueron únicamente los relacionados con zonas geográficas y que los demás no se presentan en esta sección.

- **Compartición (it):** variable dicotómica que representa la parroquia donde se aplica la compartición de infraestructura en un año específico.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio, así como el total de personas con celular pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **Z(t):** representaciones para los efectos fijos por tiempo.

Para determinar el impacto del uso compartido de infraestructura en los usuarios de celular, se aplican efectos fijos por año, y se obtiene un resultado positivo y significativo de 27,01% en parroquias que tienen compartición frente a las que no; y de 41,93% en zonas urbanas donde se efectúa la compartición (cuadro 43). En particular, esto implica que en el modelo general pasar de no tener compartición a sí tenerla se correlaciona con un incremento en el uso de celular de 27,01%. Una interpretación similar corresponde al caso urbano, con un impacto de 41,93%.

De acuerdo con estos resultados, se interpreta que el uso compartido de infraestructura móvil en Ecuador es un fenómeno concentrado en zonas urbanas ya que la compartición está dirigida específicamente a las zonas de alta densidad poblacional. El uso compartido en estas zonas permite a los operadores responder a un incremento

CUADRO 43 RESULTADOS: IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE CELULAR

Ln Uso de celular	Modelo general			Zona urbana		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Compartición	0,2149764 (0,119)	0,264652** (0,049)	0,2701329** (0,044)	0,4033071** (0,016)	0,4368937*** (0,009)	0,4193288** (0,013)
Ln (Edad)			-0,381922** (0,017)			-0,3156812 (0,289)
Ln (Educación)		0,854127*** (0)	0,812833*** (0)		0,5183429** (0,049)	0,5689279** (0,034)
Total celulares	0,001310*** (0)	0,001309*** (0)	0,001303*** (0)	0,0010903*** (0)	0,0010852*** (0)	0,0010827*** (0)
Observaciones	1.080	1.080	1.080	510	510	510
Grupos	216	216	216	102	102	102
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,4402	0,4703	0,4738	0,5342	0,5387	0,54

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

de demanda de tráfico que de otro modo se les dificultaría atender cuando se toman en cuenta, entre otros aspectos, la ocupación máxima de los equipos, los tiempos extensos en la solicitud de construcción de torres, y la prohibición por ordenanza de la expansión de sitios en zonas patrimoniales, culturales y turísticas.

5.4.2. Usuarios de smartphone

Para el caso de la variable de uso de smartphone, el modelo planteado resulta de una particularidad del modelo general. A continuación, se plantea la ecuación para esta variable de interés:

$$\ln(\text{Usuarios promedio de smartphone})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \ln(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (3)$$

Donde:

- **Usuarios de smartphone (it):** variable dependiente expresada como la cantidad de población que posee telefonía celular a través de un dispositivo inteligente. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural).
- **Compartición (it):** variable dicotómica que representa la parroquia donde se aplica compartición de infraestructura en un año específico.
- **X (it):** es un vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio; así como el total de personas con celular pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **Z(t):** representaciones para los efectos fijos por tiempo.

Para la determinación del impacto del uso compartido de infraestructura en los usuarios de smartphone, se aplican efectos fijos por año, y se obtiene un resultado positivo y significativo de forma indirecta de 91,50%, y de 81,45% en zonas urbanas donde se efectúa la compartición (cuadro 44). Al multiplicar estos coeficientes por los resultados del modelo general, se obtiene un impacto de 24,72% (91,50%*27,01%) y para las zonas urbanas un impacto de 34,15% (81,45%*41,93%).

Cabe destacar que debido a que la regresión sobre el promedio de usuarios de smartphone en función de la compartición por parroquia (3) no es significativa, su resultado se plantea de forma indirecta, a través de la regresión del promedio de usuarios de smartphone en función de la cantidad de usuarios de celulares, y total de smartphones por parroquia (4).

En resumen, de la regresión (4) se desprende que el uso de smartphones aumenta en 0,914 a medida que aumentan el número de dispositivos celulares totales. En ese

CUADRO 44 RESULTADOS: IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE SMARTPHONE

Ln Uso de smartphone	Modelo general				Zona urbana			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Compartición	0,0955565 (0,45)	0,1995122 (0,228)	0,2068574 (0,195)		0,2890529* (0,088)	0,3570239* (0,08)	0,3316483 (0,103)	
Ln (Celular)			0,914984*** (0)				0,8145137** (0,014)	
Ln (Edad)			-0,4712242* (0,074)	-0,1117021 (0,5)			-0,4560574 (0,283)	-0,1002094 (0,546)
Ln (Educación)		1,870648*** (0)	1,833602*** (0)	1,163956*** (0)		1,048998** (0,047)	1,122077** (0,035)	0,6177624*** (0)
Total smartphones	0,0013976*** (0)	0,0014023*** (0)	0,0013959*** (0)		0,0011578*** (0)	0,0011477*** (0)	0,001144*** (0)	
Ln Total (Smp)			0,0924528 (0,656)					0,2113897 (0,509)
Observaciones	1.068	1.068	1.068	1.068	510	510	510	510
Grupos	216	216	216	216	102	102	102	102
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3639	0,4547	0,4581	0,7775	0,4461	0,4625	0,4649	0,8839

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

sentido, y al tener en cuenta que la respuesta del modelo aplicado al uso de celulares (cuadro 44) resultó positiva y significativa, se establece indirectamente que el resultado del impacto en el uso de smartphones es la multiplicación de 0,2701 y 0,9149; es decir, 24,72%. De la misma forma, y aplicando la misma consideración a la determinación del resultado para zonas urbanas, el resultado indirecto viene a partir de la multiplicación de 0,4193 y 0,8145; es decir, 34,15%.

5.4.3. Usuarios de internet desde el celular

Para el caso de la variable de uso de internet desde un dispositivo móvil, el modelo se plantea a través de la siguiente ecuación:

$$\ln(\text{Usuarios promedio de internet})_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Compartición}_{it} + \beta_2 \cdot \ln(X)_{it} + D_i + Z_t + \mu_{it} \quad (4)$$

Donde:

- **Usuarios de internet (it):** variable dependiente expresada como la cantidad de población que utiliza internet desde un dispositivo móvil. Para la aplicación del modelo se ejecutan los subgrupos por zona (urbano-rural).
- **Compartición (it):** variable dicotómica que representa la parroquia donde se aplica la compartición de infraestructura en un año específico.
- **X (it):** vector de las variables de control que representa la edad y escolaridad promedio, así como el total de personas con celular de los individuos pertenecientes a un departamento (i), por cada año (t).
- **Z(t):** representaciones para los efectos fijos por tiempo.

Para la determinación del impacto del uso compartido de infraestructura en los usuarios de internet desde un dispositivo celular, se aplican efectos fijos por año, obteniendo un resultado positivo y significativo de forma indirecta de 96,48%, y de 87,74% en zonas urbanas donde se efectúa la compartición (cuadro 45). Multiplicando estos coeficientes por los resultados del modelo general, se obtiene un impacto de 26,06% (96,48%*27,01%) y un impacto de 36,79% (87,74%*41,93%) para las zonas urbanas.

Al igual que en el caso del modelo de uso de smartphone, debido a que la regresión sobre el promedio de usuarios de internet desde el celular en función de la compartición por parroquia (3) no es significativa, el resultado se plantea de forma indirecta, a través de la regresión del promedio de usuarios de internet móvil en función de la cantidad de usuarios de celulares (4).

CUADRO 45
RESULTADOS: IMPACTO DE LA COMPARTICIÓN EN EL USO DE INTERNET DESDE EL CELULAR

Ln Uso de internet celular	Modelo general				Zona urbana			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Comparsición	0,0299387 (0,845)	0,1373419 (0,441)	0,1421013 (0,401)	0,964769*** (0)	0,2788948* (0,084)	0,3525303* (0,076)	0,3266487 (0,1)	0,8773634** (0,022)
Ln (Celular)								
Ln (Edad)			-0,2985441 (0,331)	0,0193804 (0,925)			-0,4651392 0,388	-0,1143283 (0,716)
Ln (Educación)		1,905616 (0)	1,883718 (0)	1,252886 (0)		1,136443** (0,034)	1,210976** (0,027)	0,6887549*** (0,003)
Total celular	0,0013813 (0)	0,0013904 (0)	0,0013864 (0)	0,0227187 (0,918)	0,0011604*** (0)	0,0011494*** (0)	0,0011457*** (0)	0,1478095 (0,691)
Ln Total (uso de internet)								
Observaciones	1.061	1.061	1.061	1.061	510	510	510	510
Grupos	216	216	216	216	102	102	102	102
E. F. por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0,3710	0,4514	0,4526	0,7245	0,4375	0,4546	0,4569	0,8301

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.
Nota: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

En resumen, de la regresión (4) se desprende que el uso de internet móvil incrementa en 0,964% a medida que aumenta el número de dispositivos celulares totales. En ese sentido, y teniendo en cuenta que la respuesta del modelo aplicado al uso de celulares resultó positiva y significativa, se establece indirectamente que el resultado de impacto en el uso de internet móvil es la multiplicación de 0,2701 y 0,9648; es decir, 26,06%. De la misma forma, y aplicando la misma consideración a la determinación del resultado para zonas urbanas, el resultado indirecto viene a partir de la multiplicación de 0,4193 y 0,8774; es decir, 36,79%.

5.5. Resumen de los resultados empíricos y verificación de las hipótesis

En general, se puede notar que el impacto del uso compartido en la población que accede a celular, smartphone e internet es positivo y con mayor intensidad en los grupos urbanos. El impacto en las zonas urbanas se debe a que el efecto más fuerte del marco regulatorio de compartición en los operadores se traduce en la posibilidad de incrementar la demanda en zonas de alta rentabilidad y poco espacio físico con miras a seguir expandiendo una red propia.

Todas las hipótesis son válidas para el caso ecuatoriano (cuadro 46). Se fundamentan, principalmente, por dos aspectos: i) la poca disposición de los operadores a compartir infraestructura, y ii) la predisposición de los operadores a compartir sitios únicamente

CUADRO 46 RESUMEN: RESULTADOS Y COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Hipótesis	Grupo	Impacto de la compartición		
H1: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que utilizan celular.	Total	27,01%		
H2: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que utilizan un smartphone.	Total	24,72%		
H3: La compartición de infraestructura genera un impacto positivo en el porcentaje de personas que utilizan internet desde un celular.	Total	26,06%		
Impacto del uso en las variables de interés		Celular	Smartphone	Internet
H4: La compartición de infraestructura es mayor en zonas urbanas porque son las zonas donde existe mayor compartición de sitios.	Urbano	41,93%	34,15%	36,79%
	Rural	—	—	—

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

en sitios urbanos y donde se requiere ampliar capacidad, debido a la falta de espacio o co-localización.

El impacto en zonas urbanas es positivo y de mayor magnitud porque la compartición está dirigida específicamente a zonas de alta densidad poblacional.

Conclusiones e implicancias

El propósito general de este estudio ha sido estimar empíricamente cuál ha sido hasta el momento la contribución de las acciones de uso compartido de infraestructura a la adopción y el uso de tecnologías digitales en América Latina y el Caribe (ALC).

En primer lugar, la investigación realizada a la fecha en el ámbito de la comparación de infraestructura ha permitido sintetizar beneficios económicos, extraer enseñanzas de las mejores prácticas a nivel mundial e identificar posibles barreras a la implementación de acuerdos. Si bien el ahorro en inversión de capital y costos operativos varía en función del número de operadores que comparten infraestructura, diversas investigaciones demuestran, a partir de modelos económicos *ex ante*, importantes beneficios netos en el despliegue de infraestructura pasiva (torres celulares, fibra óptica). Este ahorro es también significativo, y facilita el despliegue de redes 5G, aunque la compartición activa puede erosionar la calidad del servicio en términos de un aumento de la latencia si el espectro no es también compartido. Los resultados también fueron validados por medio de estudios empíricos. Por ejemplo, la compartición de infraestructura puede acelerar la conectividad digital a menor costo y reducir los costos de inversión y los gastos operativos para los operadores, al tiempo que beneficia a los consumidores al mejorar la competencia, reducir los precios y aumentar la calidad del servicio.

A nivel de las mejores prácticas, se puntualiza la necesidad de permitir y estimular el uso compartido de componentes activos y pasivos de manera voluntaria. Asimismo, se recomienda no introducir un sesgo regulatorio a la compartición activa, sobre todo en lo referente al control de las tendencias anticompetitivas que pueden desencadenarse en una compartición sin controles. Por otra parte, se señala que si bien el uso compartido de infraestructura puede reducir las barreras de entrada a las redes de acceso, también puede crear problemas o distorsiones en mercados adyacentes o relacionados.

Por ejemplo, la compartición puede ocasionar una reducción de incentivos para invertir en redes o innovar en el desarrollo de productos.

En términos de obstáculos a la implementación de reglamentos de uso compartido, la ausencia de compartición está principalmente ligada a la falta de reglamentación en la compartición intersectorial —sobre todo con empresas de electricidad— y a la ausencia de marcos regulatorios estables y transparentes. Si bien lo anterior no se ha estudiado cabalmente, la falta de adopción de acuerdos de uso compartido también puede estar asociada a dinámicas competitivas, conforme a las cuales si un operador ha invertido sustancialmente en el despliegue de una red nacional, se mostrará renuente a compartir infraestructura con un competidor en tanto estaría reduciendo las barreras de entrada. Otro obstáculo raramente abordado en la literatura se refiere a las barreras técnicas al uso compartido, como son diferentes abordajes a la planificación y gestión de redes y a diferentes proveedores de equipamiento.

En coincidencia con la evidencia teórica y empírica, a pesar de que existe un consenso sobre los beneficios del uso compartido de infraestructura de telecomunicaciones, el estado de su reglamentación no ha avanzado de manera consistente a nivel mundial. Si bien la mayoría de los países ya han adoptado marcos de compartición de telecomunicaciones móviles orientadas a la compra mayorista de capacidad, solamente un 89% de países de Europa y un 52% de los de Asia Pacífico han reglamentado la compartición voluntaria de sitios, mientras que un 71% en Europa y un 55% en Asia Pacífico obligan a la compartición de infraestructura pasiva. En ALC, el modelo más difundido (que ha sido adoptado por 29 de 33 países) es la adopción de marcos que permiten la compartición de servicios móviles en base a la adquisición de capacidad al por mayor. Por otro lado, el uso compartido de sitios o infraestructura pasiva está menos reglamentado, y lo han implementado 25 países (76%).

Más allá de los beneficios económicos para los operadores, el análisis empírico efectuado en el marco de este estudio para la región de ALC indica que el avance de la reglamentación del uso compartido de infraestructura contribuye a la adopción de banda ancha móvil e indirectamente al crecimiento económico. Si un país pasa a obligar o estimular de forma proactiva la compartición de sitios, esto se asocia con un incremento en los niveles de cobertura 4G de 13,02 puntos porcentuales. A su vez, el aumento de la cobertura 4G de 10 puntos porcentuales se correlaciona con un aumento de la adopción de banda ancha móvil de 1,19 puntos porcentuales. Por su parte, el aumento de la penetración de banda ancha móvil de 1% está asociado con un aumento del producto interno bruto (PIB) per cápita de 0,16%.

Los resultados generados a nivel regional también se confirman con base en el estudio de la experiencia de Internet para Todos (IPT) en Perú. Los modelos econométricos desarrollados para este estudio indican que un aumento de 1 punto porcentual en la

población cubierta por IPT correlaciona con un incremento de 1,65% en la población que accede a internet desde el hogar; de 3,37% en la población que accede a internet desde el celular, y de 3,12% en la población que accede a internet a través de banda ancha móvil. El impacto del modelo de IPT en el ámbito rural peruano es más importante que en el urbano: un incremento de 1 punto porcentual de la población rural cubierta por IPT se correlaciona con un aumento de 1,52% en la población que accede a internet desde el hogar; de 4,09% en la población que accede a internet desde el celular y de 3,96% en la población que accede con banda ancha móvil. El impacto del modelo de IPT desagregado por género y nivel educativo también muestra diferencias: el género femenino obtiene mayor beneficio resultante de la compartición, mientras que los sectores de menor nivel educativo (mayormente ubicados en zonas rurales) se benefician más que aquellos con ocho años de educación o más.

Si bien el efecto del uso compartido en Ecuador en tanto solución para resolver la sobrepoblación de infraestructura móvil está más concentrado en contextos urbanos que rurales, el beneficio de su reglamentación también deriva en resultados positivos. Al igual que en el caso de IPT, el uso compartido contribuye a la adopción de telecomunicaciones: si una parroquia implementa la compartición, esto correlaciona con un aumento de 27,01% en el uso de telefonía celular, lo que genera un uso mayor de smartphones que asciende a 24,72%, y un acceso a internet desde el celular que asciende a 26,06%. Estos efectos son principalmente urbanos, dado que la compartición prevalece en las ciudades.

La evidencia generada en este estudio plantea que, más allá del beneficio económico que el uso compartido de infraestructura representa para los operadores de telecomunicaciones, este genera un impacto socioeconómico fundamental: el aumento en la adopción de tecnologías digitales. Los gobiernos de ALC deben avanzar en la reglamentación de la compartición de infraestructura, sobre todo en lo referente a tecnologías inalámbricas, dado que estas contribuyen al cierre de la brecha digital rural. En este sentido, el modelo de IPT representa una combinación ideal entre el acuerdo entre operadores móviles y plataformas de internet, y la contribución del sector público y de bancos de desarrollo. Sin embargo, la posibilidad de extender el modelo a otros países de la región se hace difícil, ya que en otros países aún no existe la figura regulatoria de Operador de Infraestructura Móvil Rural (OIMR) que se reglamentó en Perú; a su vez, todavía no se han estipulado condiciones de despliegue e incentivo en zonas rurales sobre aspectos como son calidad, tarifas por uso de frecuencias y compartición de espectro, entre otros. De todas formas, el uso compartido de infraestructura también puede resolver temas en el contexto urbano; por ejemplo, la sobrepoblación de torres celulares y el consiguiente aumento de la adopción de tecnologías digitales, tal como lo demuestra la experiencia ecuatoriana.

El análisis de las posibles fallas de coordinación en la aplicación de los modelos de uso compartido es una condición previa para determinar los incentivos que deberán desplegarse con vistas a fomentar el uso compartido. Aunque los acuerdos de red compartida son la forma correcta de abordar el reto de la conectividad en zonas rurales, se reconoce que son difíciles de aplicar sin la intervención del gobierno. Al más alto nivel, una cuestión clave es si el gobierno debe ordenar o simplemente autorizar el uso compartido de redes. Si la compartición de redes no es obligatoria sino permitida, teniendo en cuenta una posible falla de coordinación, probablemente podría requerir una aportación legislativa, una intervención reguladora u otros incentivos. Un posible incentivo podría ser añadir a las condiciones de subasta del espectro la necesidad de lograr cobertura rural mediante el uso compartido de redes de infraestructura. Otra posibilidad es que los gobiernos creen las condiciones necesarias y permitan a los operadores formalizar acuerdos por su cuenta. Las políticas en este ámbito incluyen permitir el uso compartido activo de infraestructura entre operadores de telecomunicaciones, y entre estos y otros proveedores de infraestructura, como las empresas eléctricas.

Otro enfoque para implantar la compartición de redes y de ese modo ampliar la cobertura rural es a través de “especialistas” mayoristas. Este modelo se basa en la creación de empresas centradas en etapas específicas de la cadena de valor, capturando así las economías de escala y de alcance necesarias para que el despliegue sea viable desde el punto de vista financiero. Los ejemplos son numerosos a nivel de infraestructura e incluyen empresas de torres y fibra.

En términos generales, la experiencia indica que, más allá del marco normativo, el regulador debe demostrar cierta flexibilidad en la implementación del marco (por ejemplo, en términos de las condiciones de la calidad del servicio en zonas rurales). El regulador debe reconocer la necesidad de posicionarse como un facilitador del uso compartido en alianza con los operadores.

Referencias

- Andrews, M., M. Bradonjic e I. Saniee. 2017. Quantifying the Benefits of Infrastructure Sharing. *Research Gate* (June). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317673723_Quantifying_the_Benefits_of_Infrastructure_Sharing.
- APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation). 2011. Survey Report on Infrastructure Sharing and Broadband Development in APEC Region. Singapore: APEC Telecommunications and Information Working Group. Disponible en: <https://www.apec.org/Publications/2011/09/Survey-Report-on-Infrastructure-Sharing-and-Broadband-Development-in-APEC-Region>.
- BEREC (Body of European Regulators for Electronic Communications). 2018. Report on Infrastructure Sharing. Riga: BEREC. Disponible en: https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/8164-berec-report-on-infrastructure-sharing.
- Cabello, S., D. Rooney y M. Fernández. 2021. Nuevas dinámicas de la gestión de infraestructura en América Latina. SMC+.
- Checko, A., H. Christiansen, Y. Yan *et al.* 2015. Cloud RAN for Mobile Networks – A Technology Overview. En: IEEE Communication Survey Tutorials. Pág.: 405–426. Disponible en: [10.1109/COMST.2014.2355255](https://doi.org/10.1109/COMST.2014.2355255).
- Claussen, J., T. Kretschmer y D. Oehling. 2012. Performance implications of outsourcing in the mobile telecommunications industry. SSRN-id1997390.
- Cohen, T. y R. Southwood. 2008. Extending Open Access to National Fiber Backbones in Developing Countries. ITU 8th Global Symposium for Regulators. Pattaya (Thailand). March 11-13.
- Crain, R. 1966. Fluoridation: the diffusion of an innovation among cities. *Social Forces*. 44: 467–476.
- Deloitte and APC (Association for Progressive Communications). 2015. Unlocking Broadband for All: Broadband Infrastructure Sharing Policies and Strategies in Emerging Markets. New York and Melville, South Africa: Deloitte and APC. Disponible

- en: <https://www.apc.org/sites/default/files/Unlocking%20broadband%20for%20all%20Full%20report.pdf>.
- Eisenmann, T. 2008. Managing proprietary and shared platforms. *California Management Review*. 50:4.
- GSMA. 2012. Mobile infrastructure sharing. Disponible en: <https://www.gsma.com/public-policy/wp-content/uploads/2012/09/Mobile-Infrastructure-sharing.pdf>.
- . 2018. Enabling Rural Coverage Regulatory and Policy Recommendations to Foster Mobile Broadband Coverage in Developing Countries. Tech. rep. 2018.
- . 2019. Infrastructure Sharing: An Overview. Whitepaper. Disponible en: <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/infrastructure-sharing-an-overview/>.
- Houngbonon, G; C. Rossotto y D. Strusani. 2021. Enabling a competitive mobile sector in emerging markets through the development of tower companies. EM Compass Note 104. Washington, D. C.: International Financial Corporations.
- International Telecommunications Union (ITU). 2021. Telecommunications Industry in the Post-COVID-19 World: Report of the VII ITU Economic Experts Roundtable. Geneva.
- Jepperson, R. y J. Meyer. 1991. Institutions, Institutional Effects and Institutionalism. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/books/abs/institutional-theory/institutions-institutional-effects-and-institutionalism-1991/CC5A317E318F1E1B517AF68D5D38EBF6>.
- Katz, R. y F. Callorda. 2021. Assessing the economic potential of 10G Networks in Europe. Brussels: GigaEurope.
- Katz, R. y J. Jung. 2021. The economic impact of broadband and digitization through the COVID-19 pandemic – Econometric modelling. Geneva: ITU.
- Kazi, O., S. Memon, E. Saba *et al.* 2020. Infrastructure Sharing and Remedies in Next Generation Cellular Networks. En: 20.12. Pág. 184-192.
- Kliks, A., B. Musznicki, K. Kowalik *et al.* 2018. Perspectives for resource sharing in 5G networks. En: *Telecommunications Systems*. 68(4): 605-619. Disponible en: [10.1007/s11235-017-0411-3](https://doi.org/10.1007/s11235-017-0411-3).
- Lefevre, B. 2018. Mobile Sharing. En: *8th Glob. Symposium Regulators*.
- Levi-Faur, D. 2002. Herding towards a New Convention: On herds, shepherds, and lost sheep in the liberalization of the telecommunications and electricity industries. Nuffield College, Oxford.
- Levi-Faur, D. y J. Jordana. 2005. Conclusion: Regulatory Capitalism: Policy Irritants and Convergent Divergence. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*. 598: 191-197.
- Macmillan Keck and Columbia Center on Sustainable Investment. 2017. Toolkit on Cross-Sector Infrastructure Sharing. New York: Macmillan Keck and Columbia Center on Sustainable Investment. Disponible en: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc>

[/6a4a864d1afcc68735eb908bb8f2da78-0400062023/original/full-Cross-Sector-Infrastructure-Sharing-Toolkit-edit-online-f-O.pdf](#).

- Marino García, J. y T. Kelly. 2015. The Economics and Policy Implications of Infrastructure Sharing and Mutualisation in Africa. Disponible en: <http://pubdocs.worldbank.org/pubdocs/publicdoc/2016/1/533261452529900341/WDR16-BP-Infrastructure-Mutualisation-Garcia.pdf>.
- Martínez Garza, R., E. Iglesias Rodríguez y A. García Zaballos. 2020. Digital Transformation: Infrastructure Sharing in Latin America and the Caribbean. Washington, D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Mendes Cavalcante, A., M. Marquezini, L. Mendes *et al.* 2021. 5G for Remote Areas: Challenges, Opportunities and Business Modeling for Brazil. En: *IEEE Access* 9. Pág. 10829–10843. Disponible en: [10.1109/ACCESS.2021.3050742](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3050742).
- Meyer, J. W., J. Boli, G. M. Thomas *et al.* 1997. World Society and the Nation-State. *American Journal of Sociology*. 103(1): 144–181. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/10.1086/231174>.
- Paolini, M. 2010. The Benefits of Infrastructure Sharing. *Fierce Wireless*. Disponible en: <https://www.fiercewireless.com/tech/paolini-benefits-infrastructure-sharing>.
- Patil, S. y S. Patil. 2013. A review of outsourcing with a special reference to telecom operations. *Procedia-Social and Behavioral Science*. 133: 400–416.
- Puig Gabarró, P., R. Katz, H. Galperin *et al.* 2022. Medición del impacto socioeconómico del desarrollo de infraestructura de última milla en América Latina y el Caribe. Washington, D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Shapiro, C. y H. Varian. 1999. *Information rules: A strategic guide to the networked economy*. Harvard Business School Press. Boston: MA.
- Tinini, R., D. Batista, G. Bittencourt Figueiredo *et al.* 2019. Low-latency and energy-efficient BBU placement and VPON formation in virtualized cloud-fog RAN. En: *Journal of Optical Communication Networks*. Disponible en: [10.1364/JOCN.11.000B37](https://doi.org/10.1364/JOCN.11.000B37).
- Tognisse, I., A. Kora y J. Degila. 2021. Infrastructure sharing model to connect the unconnected in rural areas. *The ITU Journal*.
- Vasconcellos, V. y P. Portela De Carvalho. 2020. A Framework for Evaluating 5G Infrastructure Sharing with a Neutral Host. *28th Conference Fruct Association*. Pág. 660–663.
- Vidal, E. 2017. *Infraestructuras Compartidas de Telecomunicaciones en la República Dominicana*. Washington, D. C.: Alliance for Affordable Internet (A4AI). Disponible en: <https://a4ai.org/research/infraestructuras-compartidas-de-telecomunicaciones-en-la-republica-dominicana/>.
- Wang, L. y Q. Sun. 2022. Market Competition, Infrastructure Sharing, and Network Investment in China's Mobile Telecommunications Industry. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3348>.

Yanbin, Z., S. Lin, L. Shan *et al.* 2011. Survey Report on Infrastructure Sharing and Broadband Development in APEC Region. Disponible en: https://www.apec.org/docs/default-source/publications/2011/9/survey-report-on-infrastructure-sharing-and-broadband-development-in-apec-region/2011_tel_survey_report_on_infrastructure_sharing_in_apec_region.pdf?sfvrsn=63caaf0b_1.

