

El impacto de la digitalización para reducir brechas y mejorar los servicios de infraestructura

Resumen ejecutivo

Infraestructura en el desarrollo de América Latina

ideal



El impacto de la digitalización para reducir brechas y mejorar los servicios de infraestructura

Resumen ejecutivo

Infraestructura
en el desarrollo
de América Latina

ideal

Título:
IDEAL 2020:
El impacto de la digitalización para reducir brechas
y mejorar los servicios de infraestructura
Resumen ejecutivo

Depósito legal: DC2021000562
ISBN: 978-980-422-221-4

Editor:
CAF
Vicepresidente de Conocimiento, Pablo Sanguinetti

Coordinación por CAF:
Walter Cont

Diseño gráfico:
Estudio Bilder

Fotografías:
Robin Worrall (portada), Clem Onojeghuo (p. 8), Chapman Chow (p. 13),
American Public Power Association (p. 16)

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente
edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores
y no comprometen la posición oficial de CAF.

Esta y otras publicaciones se encuentran disponibles
en scioteca.caf.com

© 2021 Corporación Andina de Fomento
Todos los derechos reservados

Resumen ejecutivo



La infraestructura es un factor clave para el desarrollo sostenible por su aporte en múltiples dimensiones. No solo contribuye al crecimiento de la economía y la competitividad de las empresas, la integración del espacio nacional y regional y la diversificación del tejido productivo, sino que también ayuda a la inclusión social y la protección del medio ambiente, mejorando así la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

Durante años, los departamentos sectoriales y los dedicados al conocimiento de organismos multilaterales, el mundo académico, numerosos consultores y actores del sector público y privado han desarrollado investigación aplicada y sectorial en esta temática. Las pesquisas han evolucionado, pasando del análisis de los requerimientos de inversión en infraestructura para lograr objetivos de desarrollo a la necesidad de ser eficientes en la ejecución y destino de las inversiones y, más recientemente, a la adopción de una visión más integral, que considera los servicios prestados por la infraestructura.

Paralelamente, ha tenido lugar un conjunto de tendencias que impactan, y a la vez interactúan, con los distintos sectores de infraestructura. Sin pretender presentar un listado exhaustivo, una tendencia muy importante durante las últimas dos décadas corresponde a los avances tecnológicos generados por la digitalización. Estos cambios se han dado de forma complementaria con otras tendencias consideradas en este reporte, como la adecuación de la agenda sobre sostenibilidad, la descentralización de actividades y procesos y el crecimiento poblacional en las ciudades. Más recientemente, las economías y los distintos sectores se han visto sacudidos por la pandemia causada por la enfermedad del coronavirus (COVID-19) y han tenido que adaptarse a una nueva realidad impuesta por la transmisión del virus.

En esta edición del reporte “Infraestructura en el desarrollo de América Latina” (IDEAL), se busca llevar el análisis al nivel de los servicios prestados

por la infraestructura, con la digitalización como tema transversal, priorizando dos sectores, el de energía eléctrica y el de transporte urbano de personas, por ser los más expuestos a ese avance tecnológico. A su vez, estos sectores proveen suficiente riqueza y variedad de desafíos, partiendo de una situación en la que el sector eléctrico ha sido considerado tradicionalmente como un servicio público básico, mientras que el transporte de pasajeros muchas veces no ha tenido esa consideración. Así, la evolución de la digitalización, y las barreras que se presentan, en términos de innovación y seguridad en la provisión, fijación de precios y políticas de subsidios, han sido muy diferentes. Sin embargo, la situación de pandemia por el COVID-19 los ha puesto, en cierta medida, en un mismo nivel de importancia.

Brechas en los servicios de infraestructura

El análisis de las brechas de infraestructura ha ido variando su enfoque a lo largo de los años. En una primera instancia, se estimaba la brecha como el requerimiento de inversiones a nivel global, de país o región para alcanzar un nivel de infraestructura que satisficiera un determinado objetivo de cobertura o de referencia (comparando con un país o grupo de países). En una segunda instancia, se reconoció la necesidad adicional de ser eficientes en la ejecución y destino de las inversiones.

Más allá de este cambio, en los últimos años se han señalado varias limitaciones de estos enfoques (Barbero, 2018). Por un lado, las definiciones de brecha de infraestructura toman consideraciones puramente monetarias. Por

otro lado, sus objetivos apuntan a subsanar necesidades de la población en términos de cobertura de servicios, relegando otras dimensiones importantes, como la calidad, los costos, etc. Paralelamente, las agendas globales y de los bancos multilaterales, así como diversos estudios e informes especializados, ya han adoptado una visión más integral, que toma en consideración los servicios prestados por la infraestructura.

Este reporte propone iniciar el análisis al nivel de las brechas de servicios en América Latina y el Caribe (ALC), para luego abordarlas a través de distintas intervenciones, entre las que se destacan las inversiones, las regulaciones y otras políticas públicas.

Tomando como premisa que los servicios de infraestructura tienen como objeto satisfacer necesidades de los usuarios, los déficits o brechas en la prestación de estos servicios pueden manifestarse en distintas dimensiones. Dentro de este marco general, una primera dimensión relevante es el acceso, que define la posibilidad de que los usuarios utilicen el servicio. Una vez dadas estas condiciones, se pueden considerar los restantes elementos que

determinan la satisfacción del usuario: la calidad del servicio y el costo que representa, no solo la provisión de servicios (recursos monetarios reales involucrados), sino también las tarifas que pagan los usuarios y su peso relativo en el ingreso de las familias (asequibilidad).

En el primer sector priorizado en este reporte IDEAL, la energía eléctrica, el acceso se define a partir de la conexión a una red eléctrica. El costo de provisión refleja la eficiencia del sector para proveer el servicio. Este costo se encuentra determinado por diversos factores (por ejemplo, las tecnologías de generación, la estacionalidad de la demanda y el grado de eficiencia de los sistemas, entre otros), afectando las tarifas a los usuarios finales y el gasto que estas representan en el presupuesto de las familias (o de las empresas). Sin embargo, las tarifas también dependen de consideraciones sociales o distributivas, que determinan la política de subsidios. Otro factor determinante de la eficiencia del sector es el nivel de pérdidas (técnicas y no técnicas) en los distintos segmentos. Por último, un servicio eléctrico de calidad es aquel que brinda a sus clientes un servicio con mínimas interrupciones en intensidad y frecuencia.

Cuadro

Determinantes de las dimensiones de la brecha de servicios en sectores seleccionados

Fuente: Elaboración propia.

Sector	Acceso	Costo	Calidad
Energía eléctrica	Cobertura de la red eléctrica	Costo medio/marginal de la provisión del servicio, tarifas (asequibilidad)	Confiabilidad del sistema (número y duración de las interrupciones)
Transporte urbano	Cobertura del servicio	Costo medio de provisión del servicio, tarifas (asequibilidad)	Tiempo de viaje (total, espera, transbordos), frecuencias, comodidad, confiabilidad, seguridad
Logística nacional e internacional	Acceso a los servicios logísticos	Costo medio de provisión del servicio, tarifas (asequibilidad)	Confiabilidad y personalización del servicio
Logística urbana	Acceso a servicios logísticos urbanos	Costo para el usuario	Tiempo/velocidad media de corredores de carga
Agua y saneamiento	Disponibilidad de agua potable (y agua manejada en forma segura) en las cercanías y de sistemas de gestión segura de excretas	Costo medio de la provisión del servicio, tarifas (asequibilidad)	Continuidad, contaminación, presión
TIC	Conexión a la red (medida, usualmente, a través de la cobertura) y la disponibilidad de equipos propios o en las cercanías	Costo medio de provisión del servicio, tarifas (asequibilidad)	Velocidad de conexión, disponibilidad de la red, interrupciones, latencia

Nota: Los indicadores se desarrollan en el reporte en función de la información disponible.

En el segundo sector priorizado en este reporte, el transporte urbano de pasajeros, el acceso no es una medida binaria como en el sector de la energía eléctrica, sino que se estima por la capacidad de utilizar el servicio. La dimensión del costo captura la eficiencia del sistema para movilizar personas mediante distintos medios de transporte, públicos o privados, a la vez que incluye las tarifas que deben pagar los usuarios en función del uso de este servicio y la participación de estos gastos en el ingreso de las familias. Por último, la calidad del servicio refleja los atributos no monetarios del viaje para el usuario, considerando el tiempo que insume un viaje, su comodidad, confiabilidad y seguridad.

En otros sectores, como la logística, el agua y saneamiento y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el enfoque de las brechas de servicios se adapta de la misma manera. El cuadro resume los determinantes de la dimensión de cada brecha de servicio en los sectores priorizados y en aquellos otros a los que se hacen referencia en este reporte.

Diagnóstico de la brecha de servicios en ALC

En el sector de la energía eléctrica, los problemas en ALC se concentran principalmente en la dimensión de calidad, con índices de interrupciones (en frecuencia y duración) que triplican los valores de Europa y duplican los de Estados Unidos, aunque dentro de la región, las historias individuales de estos índices son muy variadas (México es el país con mejor desempeño, con menos de una interrupción al año y una duración inferior a media hora, y Argentina, el de peor desempeño, con una interrupción cada 1,6 meses y una duración promedio de más de 25 horas). También se identifican deficiencias en la dimensión de pérdidas del sistema (duplicando los niveles de EE.UU., la Unión Europea y Australia), mientras que la composición de la matriz energética de los países latinoamericanos, donde la hidroelectricidad tiene una importante participación, permite que los costos no sean elevados. Más allá de los costos de producción, hay que considerar que en muchos casos las tarifas están distorsionadas por componentes subsidiados y, aun así, representan un porcentaje del ingreso mucho mayor que en Estados Unidos o Europa. Por último, el acceso es prácticamente universal, aunque existen algunos rezagos en las zonas rurales (como, por ejemplo, en Perú y Bolivia).

En el sector del transporte urbano de pasajeros, se identifican diferentes elementos que hacen que la brecha de servicio tenga un componente importante referido a debilidades en el acceso. En algunas ciudades, como Bogotá y La Paz, los usuarios deben realizar caminatas largas (de más de 10 minutos) para llegar a una parada de autobús, exponiéndose a situaciones de inseguridad (en especial, las mujeres), y en casi todas las ciudades analizadas el servicio informal provee una capilaridad que el sistema formal no alcanza a dar, aunque, en ocasiones, es más costoso e inseguro que el servicio formal. La participación de las bicicletas públicas (presentes en muchas ciudades analizadas) ha crecido en el reparto modal, pero no lo suficiente como para estar accesibles a corta distancia. Además, en términos de calidad, el tiempo de viaje del transporte público es mayor que el del transporte privado (excediendo la hora en casos como Bogotá, Ciudad de México y São Paulo), y a su vez, los usuarios perciben deficiencias en otras dimensiones (elevado nivel de ocupación y, en algunas ciudades, como Bogotá y Santiago, baja frecuencia del servicio). Estos usuarios suelen ser ciudadanos que viven más lejos de sus sitios de trabajo y estudio (y en el caso de las mujeres, se suman las tareas de cuidado del hogar y los niños), quienes pueden tener menos tiempo disponible para realizar otras actividades. Por su parte, los sistemas de transporte público de ciudades de similar tamaño (por ejemplo, Ciudad de México y São Paulo) presentan diferencias de costo de provisión, aumentando en forma relativa la brecha de costos. Finalmente, luego de tomar en consideración las políticas específicas de subsidios, existen diferencias en la asequibilidad del servicio. Por ejemplo, São Paulo y Santiago tienen un componente de subsidios similar, pero en la primera ciudad el costo para el usuario final de bajos ingresos es mucho mayor que en la segunda; mientras tanto, en Cali y Recife la asequibilidad es similar para un usuario de bajos ingresos, pero la segunda ciudad subsidia los viajes (aproximadamente un 25 % de su costo) y la primera no.



La tecnología digital y su impacto en los servicios de infraestructura

En el Capítulo 2 del reporte se estudian los avances de la tecnología digital junto con otros específicos a los sectores de infraestructura priorizados en este reporte.

Evolución del sector de las TIC y otras tendencias

La convergencia entre las industrias de telecomunicaciones, electrónica e informática se ha consolidado en las dos últimas décadas. Esta evolución se ha visto favorecida por una creciente disponibilidad geográfica en el acceso inalámbrico de banda ancha, una amplia penetración de las terminales móviles con gran capacidad de cómputo y un costo decreciente en el transporte, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos. Más recientemente, la convergencia de industrias se ha profundizado (sobre todo, en países desarrollados) a partir de avances como las redes de comunicación de quinta generación (5G) y el denominado internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), que luego se han convertido en insumos o soportes de otras actividades económicas y los sectores de infraestructura.

Una condición necesaria para que las innovaciones digitales comiencen a difundirse en ALC es un nivel elevado de cobertura y crecimiento del sector de TIC, que permita proporcionar la infraestructura necesaria para que el resto de los sectores pueda beneficiarse de los avances tecnológicos. Un conjunto de indicadores seleccionados pone de manifiesto una clara diferencia (brecha relativa) entre grupos de países en desarrollo y desarrollados. A nivel individual, Chile tiene buen desempeño en todas las dimensiones (penetración, cobertura, calidad y asequibilidad); Uruguay recibe esa calificación en penetración y cobertura, mientras que Argentina la obtiene en acceso y calidad (pero el servicio es considerado costoso para los usuarios) y Panamá tiene buenos indicadores de calidad. En el otro extremo, Bolivia y Paraguay tienen bajos indicadores en todas las dimensiones,

sumándose Perú en cobertura y Colombia en calidad. Si bien no se suelen comparar indicadores directos de costos, el gasto en datos en la región, como proporción del ingreso, excede entre el 50 % y el 75 % el correspondiente a los países desarrollados. Por su parte, los desarrollos tecnológicos disruptivos relacionados con la digitalización de procesos productivos (como los centros de datos o la inversión en *big data*) han evolucionado a la par de los países avanzados, pero otros (como la interconexión de aparatos, conocida por la abreviación en inglés M2M) lo han hecho mucho más lentamente. Finalmente, se destaca el rol del Estado en la adopción de la digitalización, contribuyendo a la reducción de la brecha, tanto absoluta como relativa.

En este contexto, en los últimos años se puede observar la convergencia de tres tendencias en el sector de la energía eléctrica: digitalización, electrificación y descentralización. La electrificación de sectores específicos (por ejemplo, del transporte público y privado) puede ser clave para alcanzar objetivos climáticos contenidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por otro lado, bajo la tendencia de descentralización de actividades a nivel de usuarios finales, se destacan la generación a pequeña escala de energías renovables no convencionales (ERNC), que va adquiriendo mayor importancia a medida que cae su costo (aunque aún no alcanza niveles competitivos, dado que actualmente cuadruplican el costo de la energía solar a gran escala) y aumenta el uso de baterías para almacenar energía (actividad que puede cambiar significativamente con la masificación de los vehículos eléctricos, que puedan tomar e inyectar energía a la red). Estas actividades permitirán un rol más activo del sector de la energía renovable, innovando en generación y almacenamiento distribuido, y en respuesta de la demanda.

Las tendencias complementarias a la digitalización en el transporte urbano son el crecimiento y la urbanización de las ciudades y el cambio climático. Con el crecimiento de las ciudades aumenta el uso de los servicios de transporte y, consecuentemente, sus externalidades (congestión) y las brechas de servicio (en especial, tiempos de viaje y cobertura, sobre todo, cuando las ciudades crecen en extensión). Por su parte, el transporte tiene un efecto importante sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, llegando a representar entre un 25 % y un 35 % de las emisiones totales en los últimos años, dependiendo del país. Es por este motivo que toman relevancia las medidas que tienden a disminuir el tráfico (fomento de la utilización del transporte público, la promoción de los viajes compartidos, la micromovilidad y las caminatas,

entre otros) y a impulsar tecnologías más limpias (por ejemplo, los vehículos eléctricos). Estas medidas de transporte sostenible se enfrentan a las restricciones a la movilidad y el distanciamiento social impuestas como consecuencia de la pandemia por el COVID-19 de forma diferencial. Así, se pueden fomentar los modos de micromovilidad, mientras que el retorno de los viajes en transporte masivo dependerá de la implementación de medidas de bioseguridad o de la administración de vacunas. En cualquier caso, los cambios generan desafíos para la planificación y la provisión del servicio de transporte, tanto público como privado. El impacto ambiental neto de la electrificación del transporte depende del consumo final de energía y de la composición de la matriz energética del país.

La digitalización en energía eléctrica: redes eléctricas inteligentes

Con el surgimiento de la nueva economía digital se abre la oportunidad para avanzar hacia una red eléctrica inteligente (REI). Una REI es básicamente la superposición de una red física de electricidad con un sistema de información que enlaza los equipos y los componentes tradicionales con infraestructura de medición avanzada. Esto permite mejorar la confiabilidad, seguridad y eficiencia (tanto económica como energética) del sistema eléctrico. También facilita el manejo de los activos de la red, la integración del sistema con fuentes de energías renovables y el desarrollo de la comunicación en tiempo real entre los consumidores y las empresas.

La estructura de la REI se puede dividir entre cuatro entidades: recolectores de datos internos (sensores en la red y medidores inteligentes); las empresas proveedoras de servicios eléctricos y centros de control; los generadores eléctricos, y las fuentes de información externas. Los medidores bidireccionales son esenciales para el despliegue de una red inteligente, ya que permiten que los consumidores se comporten a la vez como productores y consumidores (prosumidores). Los sistemas de infraestructura de medición avanzada (IMA) permiten recolectar información instantánea sobre la demanda individual y agregada. Esta información puede ser útil para los consumidores, quienes pueden tomar decisiones en tiempo real sobre su consumo de electricidad, y para las empresas distribuidoras o comercializadoras, las cuales pueden detectar las fuentes de pérdidas no técnicas (Donato, Carugati y Strack, 2017).

Si bien una parte considerable de las inversiones en infraestructura digital en el sector eléctrico a nivel global ha tenido como destino los medidores inteligentes (56,6 % de penetración en Estados Unidos, 32,5 % en Australia y 33,8 % en Europa), el despliegue en ALC todavía es incipiente (3,2 %), con algunas excepciones (Asunción, Montevideo y Santiago). El almacenamiento distribuido y la gestión de la demanda son aún más incipientes. El desarrollo de las REI varía entre regiones, dependiendo de factores sociopolíticos, aspectos regulatorios, el avance tecnológico y el acceso al financiamiento, entre otros.

Los obstáculos más importantes que enfrenta el despliegue de las REI son los siguientes: (i) la necesidad de grandes inversiones (incluyendo la infraestructura de las TIC); (ii) una base legal y regulatoria que determine los incentivos, defina los roles y los derechos de propiedad de los distintos agentes, reglamente su interacción y permita la comunicación entre sus componentes; (iii) la unificación de estándares técnicos de los distintos elementos de la REI; y (iv) protocolos de ciberseguridad. A su vez, la transición hacia el nuevo sistema eléctrico enfrenta cuatro desafíos: (i) la electricidad todavía se considera una mercancía; (ii) los paradigmas regulatorios actuales no fomentan suficientemente los recursos distribuidos; (iii) la incertidumbre alrededor de las reglas no incentiva a los agentes interesados a tomar decisiones en infraestructura complementaria a la red; y (iv) algunos segmentos presentan resistencia cultural al cambio.

Los efectos esperados del despliegue de la REI son positivos. Por ejemplo, la mayor velocidad de restitución ante fallas contribuye a un servicio de mejor calidad (disminuyendo el tiempo de duración de la falta de servicio), pero además induce a menores costos del sistema. La generación y transmisión más eficientes impactan directamente las dimensiones de calidad y de costo, implicando menores tarifas finales. Los menores costos de abastecimiento afectan directamente la asequibilidad, si se asume un traslado automático de los precios mayoristas a las tarifas. La integración de los consumidores y la energía renovable puede impactar el acceso, a través de la operación de sistemas inteligentes aislados. Si bien la evidencia aún es escasa, el caso de Chattanooga (Tennessee, EE.UU.) ilustra el potencial impacto de una REI en la calidad: luego de una falla causada por una tormenta de viento en junio de 2012, los sistemas automatizados de distribución evitaron que el 55 % de los clientes sufrieran un corte, restituyendo el servicio más rápidamente.

La digitalización en el transporte urbano de pasajeros: aplicaciones de viajes, nuevos servicios, formas de pago e integración

La digitalización representa una oportunidad para aprovechar y optimizar el uso de los activos existentes (tales como la infraestructura, los vehículos y la información), posibilitando la mejora del servicio de transporte urbano de pasajeros. A continuación, se destacan las innovaciones más importantes en el sector.

Desarrollo de aplicaciones para optimizar el uso de información. A partir del desarrollo de sistemas que recaban información sobre el estado del sistema de transporte en tiempo real, surgieron aplicaciones dedicadas a proveer información a los usuarios para la planificación de viajes o a las autoridades del sector para la planificación del transporte. La información (sobre el estado del tráfico, el estado de las vías o el funcionamiento de algunos modos de transporte, en particular) se obtiene a través de sistemas de georreferenciación y de especificación general de alimentadores del transporte público. Estas aplicaciones pueden tener distintas funcionalidades: recomendación de rutas para quienes utilizan el transporte privado (como Waze), información sobre el estado del transporte público (por ejemplo, Cuando Subo en Buenos Aires, TransMiSITP en Bogotá o Moovit en varias ciudades), o ambos servicios (Google Maps). Esta información incrementa la calidad del servicio para el usuario y mejora la eficiencia del sistema. A mediano plazo, es útil para optimizar la operación y la flota necesaria, adecuar el servicio a la demanda, y planificar las inversiones en infraestructura de transporte.

Aplicaciones que dan origen a nuevos servicios. En esta categoría se agrupan, en primer lugar, las aplicaciones que permiten la realización de viajes mediante nuevos servicios de transporte. Las plataformas digitales de economía compartida constituyen un modelo de negocio que intermedia entre la oferta de conductores y la demanda de viajes (por ejemplo, Uber o Cabify), y que permite la oferta de un servicio de transporte local e individual o para pequeños grupos de usuarios. Esta aplicabilidad se extendió al transporte capilar de mercancías (Uber Eats o Cabify Envíos). Las principales particularidades que los distinguen de algunos servicios tradicionales de transporte es la utilización de tarifas dinámicas, la reserva de viajes

y la flexibilidad de la oferta. En las ciudades de ALC, hay disparidad en el uso de estas aplicaciones. En un extremo, São Paulo y Bogotá son casos de alta utilización (respectivamente, el 47 % y el 39 % de las personas encuestadas en la ECAF 2019 dijeron haberlos utilizado), mientras que La Paz y Ciudad de Panamá son casos de baja intensidad (3 % y 14 %, respectivamente).

En segundo lugar, las aplicaciones que permiten compartir viajes (*ride-sharing*) ofrecen un servicio de intermediación entre personas que desean realizar un trayecto similar en una misma franja horaria, dándoles la oportunidad de realizarlo compartiendo el vehículo y los gastos. Steer (2020) analizó la coincidencia en las características de los viajes (tiempo y espacio) en ciudades seleccionadas de ALC, identificando una demanda potencial para realizar viajes compartidos (en particular, Santiago y São Paulo, seguidas por Buenos Aires, Ciudad de México y Bogotá). Además, aproximadamente un 50 % de las personas estarían dispuestas a compartir viajes con conocidos (Estupiñán, 2018).

En tercer lugar, una versión más moderna de la aplicación anterior consiste en las plataformas de uso temporal de vehículos (*car-sharing*). Este servicio permite que los suscriptores puedan usar un vehículo una vez que otros lo han dejado de utilizar, generando un sistema de alquiler por horas o por viajes. Sin embargo, las condiciones de distanciamiento social pueden impactar la disponibilidad y costo de las alternativas de viajes o autos compartidos si estas se tornan permanentes o, en caso contrario, demorar su proyección en la región. Alternativamente, las aplicaciones para realizar viajes mediante la utilización de bicicletas y patinetas eléctricas funcionan de forma similar, pero con el foco en la micromovilidad (por ejemplo, Movo o Grin). El grado de utilización de estas aplicaciones es relativamente bajo, dada su naturaleza incipiente. Con la excepción de Asunción, la tasa de uso en el mejor de los casos es solo del 5 % (Bogotá).

Innovaciones en las formas de pagos por los viajes. La digitalización contribuyó al surgimiento de nuevas formas de pago, introduciendo cambios en el cobro y en la tarificación por parte de los proveedores de transporte, tanto públicos como privados. Estas nuevas formas pueden implementarse mediante el pago con el teléfono móvil o la utilización de tarjetas de crédito o de una tarjeta específica de transporte.

Integración de los servicios de transporte. En la actualidad, están apareciendo modelos innovadores de oferta conjunta de múltiples

medios de transporte públicos y privados, que posibilitan la integración en tres niveles: físico, tarifario y digital. Existen dos modalidades alternativas que son la movilidad como servicio y la movilidad bajo demanda. La primera se basa en la provisión del servicio mediante aplicaciones digitales que permiten adquirir planes de suscripción, enfocándose en la agregación de los diversos medios de transporte. En cambio, la segunda integra en el transporte de pasajeros y de mercancías, reconociendo que los servicios de mensajería reducen la necesidad de viajar, y basa la tarificación en el viaje (que puede tener una o múltiples etapas). En la región se ofrecen diversos servicios de transporte público y se ha avanzado hacia la unificación tarifaria, esto es, un solo pago (o una versión alternativa de descuento por tramos) para un viaje multimodal (ejemplos son la tarjeta Bip!, utilizada en Santiago de Chile, o la tarjeta Sube, en Buenos Aires, que permiten pagar por los boletos de autobuses, metro y trenes). En varias ciudades, también se han dado pasos importantes para la integración modal del transporte público, pero no se ha logrado una integración plena, que en países desarrollados converge en un plan o abono mensual.

La aparición y adopción de las nuevas tecnologías digitales impone diversos desafíos para el sector: (i) la necesidad de grandes inversiones (en infraestructura de TIC y tradicional); (ii) la definición de estándares de datos y de políticas de ordenamiento urbano; (iii) la apropiación desigual de los beneficios de la digitalización entre los usuarios (es probable que los mayores beneficiarios sean los grupos sociales de mayor ingreso); y (iv) la exposición a riesgos de ciberseguridad.

La digitalización posibilita la reducción de las brechas de servicios en el transporte urbano. Las aplicaciones planificadoras de viajes tienen un impacto directo en la dimensión de calidad del servicio, en cuanto permiten acortar de forma sustancial el tiempo de viaje, mejorar su previsibilidad y reducir el tiempo de exposición a riesgos de seguridad personal (en especial, para las mujeres). A su vez, dichas aplicaciones tienen efectos sobre múltiples dimensiones de la brecha: facilitan el acceso a la red troncal del transporte público en áreas apartadas, permiten movilizarse sin poseer un vehículo propio y acortan los tiempos de viaje del sistema de transporte (si los viajes compartidos reemplazan a los viajes privados individuales, resultando en una reducción de la congestión). Por último, en el caso de la integración de los servicios de transporte, es probable que el acceso mejore y los tiempos de viaje se reduzcan por la mayor facilidad para movilizarse de forma multimodal.

Granularidad y formación de mercados

Los avances en materia de conectividad y la proliferación de plataformas digitales posibilitan una mayor granularidad en la oferta de diversos servicios. Esto, a su vez, permite la reducción de ineficiencias asociadas a la combinación de oferta inelástica, demanda volátil y ausencia de precios dinámicos. Estas deficiencias son típicas en los sectores de energía eléctrica y de transporte urbano.

En el primer sector, la instalación de medidores inteligentes residenciales permite a los usuarios realizar ajustes dinámicos de su demanda y habilita la implementación de la generación distribuida, a través de una conexión bidireccional. Así, se incorpora una oferta más granular. En el sector del transporte urbano, las plataformas de economía compartida constituyen un nuevo modelo de negocios que intermedia entre la demanda de viajes y una oferta flexible que se adapta, vía las señales de precio, a las condiciones de escasez relativa.

COVID-19: aceleración de la digitalización e implicancias para los servicios

Aceleración de la digitalización

Un capítulo especial repasa el efecto que la pandemia por el COVID-19 ha tenido sobre múltiples dimensiones, personales, económicas y sociales. La transmisión masiva del virus ha puesto a los países de la región en distintas situaciones de estrés, causando importantes pérdidas, tanto de vidas como en términos económicos. Se destaca el rol de las TIC en la mitigación de los efectos negativos de la crisis, contribuyendo en los sectores de salud, educación, trabajo y en otras áreas económicas, donde la actividad digital debió



reemplazar a la actividad física. Sin embargo, no toda la población de la región pudo beneficiarse de esas tecnologías o atenuar esos efectos negativos, a juzgar por la presencia de brechas digitales. Estas brechas son tanto absolutas (de acceso físico o capacidad de pago de estas tecnologías, calidad, capacidad de reconversión, uso de las innovaciones, etc.) como relativas (las mayores deficiencias se observan en hogares de bajos ingresos y áreas rurales, entre usuarios específicos, como niños o personas mayores de edad, o trabajadores en actividades económicas con poca probabilidad de teletrabajo).

Impacto en los sectores de infraestructura

Los sectores de infraestructura enfrentan desafíos específicos en algunas dimensiones, pero comunes en otras. Por ejemplo, el transporte público de pasajeros debe resolver el problema de aumentar la intensidad de uso (y así mantener su espacio dentro del modelo de movilidad sustentable) en un contexto de restricciones de bioseguridad. Las autoridades tendrán un desafío por delante para mantener este modo como una opción competitiva y segura para transportar personas. A mediano plazo, los cambios, principalmente en el mercado laboral (sobre todo, la modalidad del teletrabajo), pero también en otros mercados y actividades (como el comercio o la educación), pueden generar nuevos patrones de movilidad, a los que se adaptará la oferta de transporte (por ejemplo, fomentando modos activos, como las bicicletas y las patinetas, y planificando el ordenamiento urbano de movilidad de personas y logística). La logística urbana también ha sido afectada por cambios en los patrones de distribución (de entregas en grandes negocios, a múltiples entregas a pequeños negocios o a viviendas), afectando la ocupación del espacio público, los siniestros viales y la contaminación ambiental. Por otro lado, los cambios en movilidad personal y de mercancías contribuyen, en una nueva normalidad, a una mayor congestión. En consecuencia, es factible considerar el adelanto de iniciativas de planificación y regulación de la movilidad y el uso del espacio público en la región. El sector de agua potable ha tenido un rol esencial durante la pandemia, a partir de la importancia del recurso en las medidas de sanidad (por ejemplo, el lavado frecuente de manos con agua y jabón). Sin embargo, la existencia de una brecha en servicios básicos, sobre todo para la población que no

puede acceder a servicios de calidad, dificulta el cumplimiento de las medidas sanitarias. En cambio, en el sector eléctrico, el mayor impacto fue una caída en el consumo de electricidad, acompañada por una redistribución geográfica y entre usuarios (desde la industria y el comercio hacia zonas residenciales).

Un problema común en los sectores eléctrico, de agua potable y transporte urbano de personas es que los operadores enfrentan desafíos para proveer un servicio público en un contexto de fuertes dificultades financieras. Los gobiernos contribuyen a la prestación del servicio de distintas maneras (con apoyo financiero, transferencias, pago de insumos, etc.), pero estas medidas no son suficientes dadas las restricciones fiscales actuales. Es posible que comiencen a buscarse soluciones que apunten a la reducción de los costos y al uso de la capacidad (alcanzando un compromiso con las medidas de bioseguridad que serán necesarias en el transporte o con otras medidas gubernamentales que prohíban el corte de servicios y favorezcan el diferimiento de los pagos en energía eléctrica y agua y saneamiento). Las agendas de infraestructura sustentable se mantendrán presentes como guía para estas soluciones, siendo posible que algunas iniciativas (como la transición hacia sistemas más descentralizados y menos contaminantes) demoren en avanzar, en un contexto de fuertes restricciones fiscales.

Por último, la digitalización ha tenido un rol colaborador, o puede tenerlo en estos sectores, permitiendo corregir restricciones o adaptar servicios, y en muchos casos adelantando temporalmente desarrollos que habrían ganado espacio en el futuro. Por ejemplo, han proliferado las plataformas de comercio online y se han diseñado aplicaciones de seguimiento de personas, por razones de trazabilidad de su salud o para organizar la oferta de transporte. A futuro, ciertos desarrollos pueden mejorar la gestión operativa y comercial de servicios públicos como el agua potable, la electricidad y el transporte, permitiendo reducir costos y aliviar la presión fiscal para su funcionamiento en el corto y mediano plazo, o mejorar la planificación de largo plazo.

Desafíos y oportunidades: inversiones, regulaciones y políticas públicas

Los cambios tecnológicos que se avecinan tienen el potencial de revolucionar los sectores de infraestructura. En la mayoría de los países de ALC, estos sectores están poco desarrollados, principalmente si se considera su calidad institucional, dada una fuerte presencia de las entidades públicas. Los esquemas regulatorios actuales aún requieren de actualizaciones para incorporar las nuevas tecnologías. Estos avances se profundizarán con vistas al futuro, impactando los sectores de infraestructura y creando oportunidades para reducir las brechas de servicios, pero también generando desafíos vinculados con la capacidad de la región para afrontar y aprovechar estas oportunidades. Por ello, es importante anticipar las intervenciones necesarias (modificaciones regulatorias, inversiones o acciones de política pública) para una rápida adaptación y un aprovechamiento de los beneficios que ofrecen las nuevas tecnologías.

Los principales impactos y desafíos se enumeran a continuación.

- **Surgimiento de nuevos agentes.** La digitalización ha dado lugar a agentes que antes no existían en el mercado y, con excepciones puntuales, su inclusión en los marcos regulatorios actuales ha sido limitada. En el sector de la energía eléctrica se pueden mencionar a los prosumidores (consumidores-productores). Por el lado del sector de transporte urbano de pasajeros, se encuentran nuevos actores dando servicios (por ejemplo, Uber, plataformas que facilitan la compartición de viajes o autos, etc.).
- **Nuevos roles.** Las nuevas tecnologías establecen nuevos roles o actividades para agentes ya existentes en el mercado o plantean una redistribución de las actividades. En energía eléctrica, los beneficios de la REI alcanzarían su potencial con una separación de la distribución y la comercialización. En transporte urbano, la digitalización puede generar cambios en la forma de cobrar y pagar por los viajes, así como la integración tarifaria entre sistemas y medios de transporte, dando lugar a nuevos papeles en el sector (por ejemplo, administradores del

servicio de pago u operadores de los sistemas integrados de transporte).

- **Disponibilidad de datos.** Los sectores contarán con un mayor flujo de datos en tiempo real. El desafío regulatorio se presenta en la propiedad y administración de los datos, la privacidad de los usuarios y los efectos que pueden tener en la competencia por el uso diferencial de datos.
- **Convergencia de sectores.** Los nuevos desarrollos tecnológicos en cada uno de los sectores utilizarán una misma infraestructura de TIC, haciendo que los límites que existían entre los diferentes sectores se vuelvan más difusos. Esta interconexión va a plantear desafíos a nivel de inversiones y a nivel regulatorio.

Cambios regulatorios necesarios

Teniendo en cuenta la diversidad regulatoria de los distintos países, se plantean cinco aspectos cruciales para alcanzar el potencial de la digitalización en los sectores:

- **Análisis costo-beneficio.** La digitalización tiene asociados costos y beneficios que deben ser evaluados adecuadamente, de forma individual para cada una de las tecnologías y proyectos estudiados en este reporte, antes de decidir su promoción.
- **Rediseño de mercados.** La transición hacia sectores digitalizados requiere, en la mayoría de los casos, un diseño de mercado que incluya a nuevos agentes y la nueva distribución de roles. En el sector de energía eléctrica, los cambios requeridos son: (i) la separación de las tareas de distribución y comercialización con esquemas de remuneración diferenciados; (ii) el surgimiento de la figura del agrupador de la demanda; (iii) la creación de la figura del operador del sistema de distribución; y (iv) el establecimiento de la figura de agrupador de información.

En transporte urbano, el rediseño del mercado se basa en: (i) la adaptación del marco regulatorio para incluir a las plataformas de realización de viajes; (ii) la adopción de medidas para reducir la congestión; (iii) la provisión integral de transporte urbano, y (iv) la micromovilidad y la distribución logística capilar, y sus efectos en la gestión del uso del espacio público y en la seguridad vial.



- **Nuevos esquemas tarifarios.** Los impactos de la digitalización y el involucramiento de los consumidores en la provisión del servicio tendrán efectos sobre la determinación de las tarifas. En energía eléctrica, la separación de distribución y comercialización va a permitir que las comercializadoras ofrezcan distintos planes de tarifas (con la posibilidad de tarifas dinámicas) y compitan para incorporar clientes. Por el lado del transporte urbano, la operación en plataformas de economía compartida ya introdujo las modalidades de adaptación granular de la oferta y la tarificación dinámica.
- **Cooperación entre sectores.** La interconexión de los sectores por el uso compartido de infraestructura, dada la convergencia a través de la tecnología, genera una instancia de cooperación y coordinación regulatoria intersectorial.
- **Nuevas capacidades regulatorias y sectoriales.** La implementación adecuada de los avances que brindan las nuevas tecnologías requiere contar con personal capacitado para su comprensión, operación y comunicación y actualizar los sistemas de *software*. Las nuevas capacidades requeridas plantearán el desafío del desarrollo de nuevas habilidades en las instituciones involucradas en los sectores de infraestructura.

Inversiones

Para que las nuevas tecnologías se acoplen a la infraestructura de los sectores, se requerirán inversiones que permitan adaptar las redes y los sistemas actuales. Adicionalmente, se necesitarán reglas para la remuneración de las nuevas inversiones en adaptaciones físicas de la red.

En energía eléctrica, se precisará invertir en medidores y sensores inteligentes, conmutadores avanzados, nuevo *software* y refuerzos de la red eléctrica tradicional. El avance de la generación distribuida planteó la necesidad de instalar redes bidireccionales y equipos inteligentes de medición que permitan a los clientes vender su energía en el mercado. Estos desarrollos serán útiles para considerar los vehículos eléctricos como alternativas de consumo, almacenamiento y provisión de energía eléctrica. Por su parte, la intermitencia de las ERNC afecta la confiabilidad del sistema, pudiendo requerir distintas alternativas de intervención. En el caso del transporte urbano de pasajeros, se anticipan mayores inversiones

para adaptar la infraestructura tradicional a las nuevas tecnologías. Ejemplos de adaptaciones son la incorporación de sistemas de posicionamiento (GPS, por sus siglas en inglés) para localizar los vehículos y enviar esa información a las paradas o aplicaciones de teléfonos celulares, y las adaptaciones de las máquinas de cobro, para que reconozcan los nuevos medios de pago.

Un aspecto común de los sectores eléctrico y de transporte urbano, que tomará importancia en el futuro, es la masificación de vehículos eléctricos públicos y privados. Esto conlleva inversiones para el recambio de flotas y su incorporación, junto con los vehículos privados, a la red eléctrica.

Políticas sociales

Los efectos redistributivos son el resultado de un impacto diferencial en la capacidad que tienen los usuarios de beneficiarse de los cambios tecnológicos. Al mismo tiempo, la digitalización hace posible el uso de herramientas para implementar políticas compensatorias.

En el sector eléctrico, se identificaron dos posibles canales por los que se pueden presentar efectos redistributivos. Un primer caso corresponde a la reducción de pérdidas no técnicas de distribución a partir del uso de medidores avanzados (afectando a usuarios con conexiones clandestinas, generalmente de menores ingresos). Dado que los usuarios pasarían a estar identificados, el regulador o el ministerio sectorial dispone herramientas, como la adopción de un programa de tarifa social focalizada, para mitigar el impacto negativo que pudiera tener sobre los hogares económicamente vulnerables. Un segundo canal es la desaparición del subsidio cruzado entre consumidores de alta demanda e ingresos y los de menor demanda (el comercializador tendría menores posibilidades de aplicar este tipo de subsidios). Para neutralizar este impacto se pueden mantener los esquemas tarifarios preexistentes, o alternatively, dirigir un subsidio a los usuarios de bajos ingresos.

Para el caso del transporte urbano, se identificaron dos posibles canales. En primer lugar, las condiciones para la adopción de estas tecnologías son el acceso a determinadas herramientas e instrumentos digitales (la masividad de las TIC permite pensar que no será un problema) y su uso apropiado (se puede lograr con programas de “alfabetización digital”). En segundo lugar, la mayoría de las tecnologías han surgido en el ámbito

privado y su uso y sus beneficios no se trasladan necesariamente al transporte público, limitando los beneficios de los usuarios de este servicio. Por otro lado, la digitalización puede facilitar la focalización de los subsidios del transporte público, mediante las nuevas formas de pago.

En estos y otros sectores de infraestructura, las políticas generales o específicas de subsidios estarán expuestas a las restricciones fiscales por las que transitarán los países en los próximos años. El instrumento deberá utilizarse de forma más eficiente y no se descartan acciones que promuevan la eficiencia productiva (minimización de costos) para reducir la carga fiscal, sin trasladarla directamente a los consumidores.

Políticas ambientales

El avance de las nuevas tecnologías genera externalidades positivas que pueden favorecer la agenda ambiental. En cada país, el Estado tiene el rol de alinear los incentivos privados con los beneficios sociales. En el sector eléctrico, los países han tenido que utilizar instrumentos que incentivan la inversión en fuentes renovables a través de subsidios (que también quedan expuestos a las restricciones indicadas en el punto anterior). Por su parte, en el sector de transporte, los instrumentos más utilizados tienden a aumentar la participación de medios alternativos al transporte privado o la electrificación del transporte.

Políticas de seguridad

Una tarea clave del Estado en los sectores de infraestructura es la de supervisar que los entes reguladores presten la debida atención a la seguridad de la información individual y a los problemas de ciberseguridad y de resiliencia de los sistemas eléctrico y de transporte frente a ataques u otras eventualidades.

Más recientemente, los riesgos de transmisión del COVID-19, especialmente en medios cerrados, como vehículos de transporte colectivo o el metro, con espacio limitado, escasas herramientas de control para identificar pasajeros enfermos o con falta de aseo y limpieza de superficies, trajeron a escena una nueva dimensión de la seguridad: la bioseguridad. En el sector del transporte, en particular, esto significa fomentar modos alternativos de transporte

sostenible y revisar las políticas asociadas con el uso masivo e intensivo del transporte público para ajustarse a las restricciones de distanciamiento y movilidad (habiéndose identificado desde políticas muy estrictas de distanciamiento en unidades de transporte colectivo automotor o en metro hasta medidas más permisivas, en estos casos acompañadas por medidas complementarias de prevención).

Este reporte presenta múltiples instancias en las que la digitalización brinda nuevas oportunidades en los sectores de electricidad y transporte urbano que, una vez implementadas, permitirán reducir la brecha de servicios en sus tres dimensiones (acceso, calidad y costo). Al mismo tiempo, alerta de que se requieren actualizaciones regulatorias e inversiones específicas. Por otro lado, los desarrollos pueden implicar riesgos por el lado distributivo y de seguridad de los datos que deben ser tenidos en cuenta. La situación por la que está transitando la región ha acelerado algunos desarrollos tecnológicos (sobre todo aquellos funcionales para adaptar las economías a las nuevas condiciones de movilidad) y posiblemente relegue otros, sobre todo los asociados con una participación del Estado en su financiación.

