

**INFRAESTRUCTURA
DIGITAL**

ALCANZAR EL FUTURO

CUADERNOS
DEL CPI

NOVIEMBRE
2017

VERSIÓN
25.10.2017

número

104

CPI CONSEJO POLÍTICAS DE INFRAESTRUCTURA

AUTORES

“Texto elaborado por la Unidad de Estudios del CPI integrada por Luis Eduardo Escobar, Sofía González y Gonzalo Pérez. El texto fue aprobado por Carlos Cruz L., Secretario Ejecutivo del CPI. El texto no representa los puntos de vista del Consejo de Políticas de Infraestructura ni de los consejeros individualmente. Es una propuesta preparada por la Secretaría Ejecutiva como parte de sus funciones de promover la discusión de políticas públicas sobre infraestructura”.

NOVIEMBRE
2017

VERSIÓN
25.10.2017



INFRAESTRUCTURA DIGITAL

1. La revolución digital	4
2. Diagnóstico de la conectividad digital en Chile	8
2.1 Las brechas digitales	9
3. Otros modelos de desarrollo	12
4. Tecnologías de acceso a Internet	13
5. Objetivos y líneas de acción	15
6. Referencias	18

INFRAESTRUCTURA DIGITAL

1. La revolución digital

Vivimos en un mundo que avanza de manera vertiginosa en el desarrollo de nuevas tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), que facilitan cada vez más un creciente tráfico de datos y demandan una mayor capacidad de transmisión, almacenamiento y procesamiento. Según algunos analistas, por ejemplo del Foro Económico Mundial, estas transformaciones constituyen una cuarta revolución industrial que será más rápida e impactará a las industrias y países del mundo más profunda y rápidamente que las grandes transformaciones anteriores. Esta revolución sigue a los otros tres grandes procesos históricos transformadores: la primera marcó usó agua y vapor permitiendo el paso de la producción manual a la mecanizada; la segunda trajo la electricidad y permitió la manufactura en masa, la tercera utilizó la electrónica y tecnologías de la información para automatizar la producción. Esta Cuarta Revolución Industrial está construyendo sobre la anterior una revolución digital que se caracteriza por la fusión de tecnologías que está borrando la línea divisoria entre las esferas física, digital y biológica.

En palabras de Klaus Schwab (2016), fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, *“Hay tres razones por las que las transformaciones que hoy vivimos no son sólo una prolongación de la Tercera Revolución Industrial, sino el arribo de una Cuarta y diferente: su velocidad, el alcance*

y su impacto sistémico. La velocidad de los avances no tiene precedentes históricos... la Cuarta evoluciona a tasas exponenciales en vez de lineales. Más aún, está alterando casi todas las industrias en todos los países. Y la amplitud y profundidad de estos cambios anuncian la transformación de sistemas completos de producción, gestión y gobernanza."

En este escenario, quienes estén preparados para aprovechar de manera rápida y oportuna los beneficios que traen consigo los sistemas digitales verán potenciadas sus economías, mientras que aquellos países que no las adopten verán limitadas sus capacidades competitivas, quedando más rezagados de las economías más dinámicas y aumentarán sus brechas de equidad. En este contexto, la infraestructura de telecomunicaciones constituye un pilar fundamental para el desarrollo económico, la participación democrática, la inclusividad y la sostenibilidad ambiental. Entre estas tecnologías, calificadas de "disruptivas" por los cambios que generan, destacan:

- el Internet de las cosas (IoT, por su sigla en inglés), que a través de sensores instalados en objetos físicos los conecta a redes digitales permitiendo controlar activos, optimizar rendimientos y gestionar de manera inteligente de acuerdo a datos en tiempo real;
- la robótica e inteligencia artificial, que han permitido automatizar tareas hasta ahora realizadas por seres humanos, mejorando la eficiencia y seguridad de sistemas;
- los servicios de almacenamiento en la nube, que permiten el acceso y utilización de enormes cantidades de información sin que el usuario tenga que disponer de dispositivos físicos propios;
- el almacenamiento de energía, las impresiones en 3D y 4D;
- el desarrollo de materiales "inteligentes";
- la ingeniería del genoma, entre muchas otras.

Contar con estas herramientas nos permitirá acceder a los nuevos beneficios sociales y a las ventajas productivas de la economía digital.

En salud, con la telemedicina y la cirugía robótica entre otros mecanismos, no solo es posible ofrecer diagnósticos más certeros y mejores tratamientos, sino que también es posible entregar una mayor cobertura de salud utilizando menos recursos. En Cleveland, Estados Unidos, existe un sistema mediante el cual un solo médico, con enfermeras y tecnólogos médicos monitorean de forma remota a 150 pacientes en distintos hospitales en los turnos nocturnos.

En educación, las posibilidades de acceso a contenido y tele-educación son enormes. En New South Wales, Australia, existe una oferta de clases en línea para las escuelas rurales. En estas escuelas solo se imparte un currículum básico, por lo que las materias complementarias de interés particular de cada alumno, como física aplicada, economía y matemáticas avanzadas, son ofrecidas en línea.

Las tecnologías de la información no solo dan acceso a los alumnos a contenidos de alta calidad, sino que también acerca a los niños y jóvenes a lenguajes de programación y de manejo de datos, habilidades que son altamente valoradas en el mundo laboral de la economía digital.

En el transporte de pasajeros, los avances tecnológicos pueden significar un importante aumento en la eficiencia, reduciendo la congestión y los tiempos de viaje. La evolución de aplicaciones como Waze, integradas con las nuevas tecnologías de vehículos auto conducidos y con la sincronización de señalización vial, podrían mejorar los tiempos de viaje para vehículos particulares y para el transporte público. Por otra parte, nuevas plataformas tecnológicas permiten a los ciudadanos compartir viajes e incluso vehículos. Los mecanismos de cobro de peajes también pueden ser optimizados a través de la implementación de sistemas de pago del tipo *free flow* en las carreteras, junto a sistemas de tarificación vial que se ajusten en tiempo real según la demanda, como el sistema de autopistas urbanas tarifadas con el que cuenta hoy la ciudad de Dallas, Texas.

En el ámbito comercial, la personalización de los productos y servicios es hoy una tendencia pronunciada en todas las industrias. Las empresas pueden conocer mejor las necesidades de sus clientes, entregándoles soluciones hechas a la medida, para atender mejor a sus requerimientos específicos. Por ejemplo, desde hace ya varios años las personas pueden diseñar sus propias zapatillas deportivas en tiendas de Nike. El *e-commerce* permite hoy a un empresario pequeño en Chile vender sus productos en Tokyo, Nueva York o París. Del mismo modo, desde cualquier dispositivo conectado a Internet en el país, se pueden comprar productos en China, con despacho directo al hogar en tiempos relativamente cortos. Además, las TIC traen consigo una mayor eficiencia operacional para las empresas, al incorporar en sus cadenas logísticas tecnologías de sensorización, automatización y procesamiento instantáneo de datos, reduciendo costos, minimizando errores y optimizando los procesos.

En la vida cotidiana de las personas, la tecnología tiene el potencial de generar innumerables beneficios, desde automatización de tareas repetitivas y poco gratas, la domótica para operar equipos y aparatos en las viviendas de forma remota aumentando la eficiencia, seguridad y comodidad, hasta el uso de drones auto dirigidos para el transporte de objetos, entre muchos otros. Hoy es posible controlar desde el teléfono móvil la iluminación del hogar, climatización, alarmas de seguridad y riego del jardín, entre otros. Los avances tecnológicos permitirán pronto muchas más innovaciones en el hogar, a precios que son cada vez más accesibles para los usuarios.

En cuanto a la operación del Estado, una mayor conectividad digital se transforma en una gran oportunidad para mejorar la gobernanza, haciéndola más eficiente, con todos los ahorros que eso significa, tanto para las instituciones como para los ciudadanos. El reporte de eficiencia digital del Reino Unido (2012), estima que las transacciones realizadas por Internet pueden ser hasta 20 veces más baratas que por teléfono, 30 veces más baratas que por correo físico, y 50 veces más baratas que de manera presencial. Además, se puede aprovechar la oportunidad de facilitar los trámites y procesos internos, incorporando inteligencia e integrando los sistemas de distintas entidades, evitando duplicidades.

En el caso de Chile, de acuerdo a un estudio realizado por F&K Consultores para el Ministerio de Economía, la implementación del sistema online ChileAtiende redujo las visitas presenciales en un 58,3%. Esto significó un ahorro de US\$ 12 millones, por la reducción de casi 1,4 millones de horas hombre y 2,6 millones de viajes (La Tercera 2015).

Como se puede apreciar de la descripción precedente, son numerosas las oportunidades que ofrece el acceso a las redes digitales y a las TIC. Sin embargo, para aprovechar las oportunidades es necesario materializar las inversiones en infraestructura que hagan posible las conexiones de banda ancha. Postergar las inversiones limita el acceso a estos beneficios, nos aleja de los países desarrollados y pone en riesgo nuestra posición competitiva respecto de los otros países de Latinoamérica.

Este desafío es aún mayor si se considera que en los últimos años el crecimiento de los datos generados y utilizados ha aumentado de manera exponencial. En el futuro cercano las proyecciones indican que, a nivel mundial, el tráfico de datos se triplicará entre 2015 y 2020, y el tráfico de datos móviles se verá multiplicado por un factor de seis (Cisco, 2016a). Los principales responsables de este aumento son el número creciente de usuarios de Internet, el despliegue de nuevos dispositivos portátiles conectados a la red, el incremento de las velocidades y el creciente tráfico de videos de alta definición¹. En el caso de Chile, un estudio de Cisco muestra que, de continuar las tendencias actuales, el año 2020 existirán cinco dispositivos conectados a Internet por persona, y que el 78% del tráfico de datos corresponderá a videos (Cisco, 2016b).

2. Diagnóstico de la conectividad digital en Chile

El sistema de telecomunicaciones en Chile se ha ido consolidando desde el sistema telefónico que en 1960 contaba con apenas 2,4 líneas por cada 100 habitantes y que alcanzó 8,5 líneas por cada 100 habitantes a fines de los años 80.

En 1987 la telefonía fue privatizada y el Estado adoptó un rol eminentemente regulador (Espacio Fundación Telefónica, 2015). Años más tarde, el sistema telefónico experimentó uno de sus mayores cambios tras la aparición de las primeras redes de telefonía móvil que usan las bandas de radiofrecuencias.

La gran revolución tecnológica ocurrió con la llegada de Internet y la posibilidad de conectarse a la red a través de dispositivos móviles cada vez más compactos, fenómeno que gatilló el crecimiento explosivo del tráfico de datos.

¹ En 2015 los videos representaron el 70% del tráfico de datos a nivel global, para el 2020 pasarán a representar el 82% del tráfico total.

Actualmente el acceso de Chile a Internet está dado por 3 cables submarinos de fibra óptica que nos conectan a la red global: PanAm² (con conexión en Arica), Sam-1³ (con conexión en Arica y Valparaíso) y SAC⁴ (con conexión en Valparaíso).

Durante los últimos años las telecomunicaciones han experimentado un crecimiento sostenido en el país, alcanzando un incremento anual por sobre el 7% durante el 2015 y destacándose como el sector de mayor crecimiento en la economía nacional (Diario Financiero, 2015; CChC, 2016).

En este contexto, dentro del sector de las telecomunicaciones en Chile, el aumento en el uso de Internet es el más relevante, con tasas de crecimiento del 14% en los últimos años (Subtel, 2016). Este notable resultado se basó en una estrategia de facilitar la inversión privada y la competencia entre redes, sujeto a regulación y supervisión estatal.

2.1. Las brechas digitales

Chile es el país con mayor penetración de Internet en América Latina. En efecto, el número de usuarios ha aumentado rápidamente durante los últimos años, alcanzando una participación del 72% de los hogares⁵, crecimiento que se debe principalmente a la penetración de aparatos móviles, como los teléfonos inteligentes y las tabletas⁶. Sin embargo, el 28% de los hogares, es decir, más de 3 millones de personas, aún no disponen de acceso con red fija a Internet de alta velocidad.

A pesar de este importante avance, se observa una gran desigualdad tanto en el acceso a Internet como en la calidad de la conexión al mismo. La cobertura y el nivel de ingreso familiar son las principales limitantes, pues las zonas rurales y los quintiles de ingreso más bajos son los que presentan una menor participación y gozan de menores velocidades. En efecto, el 79% de los hogares del quintil de más altos ingresos cuentan con acceso a Internet, cifra que desciende a 63% en el segmento de más bajos ingresos. Por otra parte, el 77% de los hogares urbanos acceden a la red a través de banda ancha fija, a diferencia del 29% de los hogares rurales, quienes utilizan principalmente los teléfonos móviles para conectarse a Internet, conexión que tiene límites de consumo, menores velocidades y mayores precios.

2 El cable submarino Panamericano (Pan Am) está destinado a conectar Sudamérica y el Caribe, mide 14.490 km y fue creado por un consorcio de 44 empresas en el año 1999. Este cable tiene conexión con 11 estaciones en 8 países y actualmente tiene una capacidad de 70 Gbps.

3 El cable Sur Americano 1 (Sam-1) es un cable de fibra óptica desplegado el año 2000 de 25.000 km que une Estados Unidos, el Caribe, Centro y Sudamérica. Su capacidad actual es de 1,92 Tbps.

4 El cable South American Crossing (SAC) es parte del anillo de fibra óptica de América del Sur, recorre un total de 25.000 km y tiene conexión en 20 ciudades latinoamericanas. Está en servicio desde el 2007 y su capacidad actual es de 3,84 Tbps.

5 Durante el año 2015 Chile contaba con 13,1 millones de usuarios de Internet entre conexiones móviles y fijas, lo cual corresponde a un 72% de los hogares del país. "VII Encuesta Nacional de Acceso y Usos de Internet", División de Política Regulatoria y Estudios, Subsecretaría de Telecomunicaciones, marzo, 2016.

6 El 80% de los accesos durante el año 2015 fue realizado a través de conexiones móviles.

Uno de los factores determinantes del acceso a las redes digitales es el costo del servicio, sobre todo para los hogares de más bajos ingresos. En este costo influyen el costo de la conectividad internacional, la baja cobertura y la limitada competencia entre proveedores de redes fijas de alta velocidad.

De acuerdo a datos de CEPAL (2015), el costo de acceder a banda ancha móvil en Chile, es levemente inferior al 2% del ingreso per cápita, muy por debajo del estándar de 5% reconocido internacionalmente como el umbral de asequibilidad⁷. En efecto, el país presenta menores precios relativos al compararnos con otros países de la región, como Nicaragua, Honduras, Bolivia, Ecuador, Guatemala y Perú, los cuales superan el umbral establecido, dificultando el acceso al servicio postpago de banda ancha móvil. No obstante, al contrastar nuestra situación con la de economías desarrolladas, el servicio en Chile resulta relativamente caro. Los precios de entrada de la banda ancha fija en el país rondan los US\$33, mientras que el promedio de la OCDE es de US\$26,8⁸, es decir, 19% menor. En resumen, en cuanto a accesibilidad, Chile se encuentra entre los líderes de Latinoamérica, pero aún con espacio para avanzar hacia niveles de países desarrollados como Japón, Francia, Italia o Portugal.

Si queremos acceder a los beneficios que entrega la economía digital, necesitamos superar las brechas de penetración, velocidad y accesibilidad a Internet. Las tecnologías de la información contribuyen al crecimiento económico a través de la producción de bienes y servicios tecnológicos, la reorganización de la producción y distribución de bienes y servicios, el aumento del empleo y los aumentos de la productividad laboral (Foro Económico Mundial, 2015).

Como lo indica un estudio del Banco Mundial (2009), en el que se midió el impacto de la telefonía fija, telefonía móvil, uso de Internet y uso de banda ancha en el PIB en 120 países, un 10% de aumento en la penetración de banda ancha resulta en un 1,35% de aumento en el crecimiento del PIB en los países en vías de desarrollo y un 1,19% de aumento en las economías desarrolladas⁹ (Foro Económico Mundial, 2013). Un estudio de Huawei (2016) muestra que la economía digital tiene un efecto significativo en impulsar el desarrollo económico de los países y estima que un aumento de 20% en la inversión en tecnologías de la información tiene la capacidad para elevar en un punto porcentual el crecimiento del PIB.

En el caso de Chile, según el Índice País Digital 2017 elaborado por la Fundación País Digital, la economía digital en Chile¹⁰ contribuye con 3 puntos porcentuales al PIB. Este nivel es similar al de la

7 Para comparabilidad, el costo de acceso se mide en términos del porcentaje del ingreso per cápita del país en que habita que la persona debe destinar para financiar su contratación.

8 Cesta de tarifas de banda ancha fija, uso bajo, >1,5/2 Mbps, USD PPP.

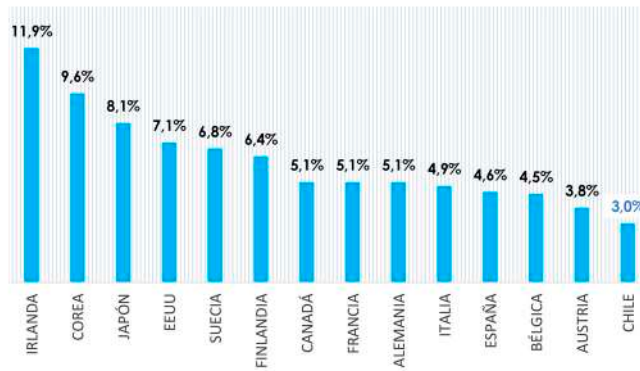
9 Resultado similar a lo indicado en el análisis del World Economic Forum (WEF), donde se afirma que un aumento de 10% en el nivel de digitalización de una nación genera un incremento de 0,75% en el PIB per cápita y un descenso de 1,02% en la tasa de desempleo. "The Global Information Technology Report 2013", World Economic Forum, 2013.

10 Comprende las actividades de servicios de telecomunicaciones y servicios conexos, es decir, de transmisión de voz, de datos, de texto, de sonido y de video; el sector de las tecnologías de la información, es decir, programación informática, consultoría de informática y actividades conexas; el sector de las industrias de media y contenidos involucrados en la producción, publicación y distribución electrónica de contenido; el sector de industria manufacturera TIC, es decir, fabricación de productos que permitan la función de procesamiento de información y comunicaciones.

industria alimenticia, el sector silvoagropecuario o los servicios de electricidad, gas y agua (Cámara de Comercio de Santiago, 2016). Aunque relevante, este nivel de participación nos deja por debajo del promedio de los países OCDE, de 5,6%. El ranking de participación lo lideran países como Irlanda, Corea del Sur y Japón (Fundación País Digital, 2017).

PIB Economía Digital

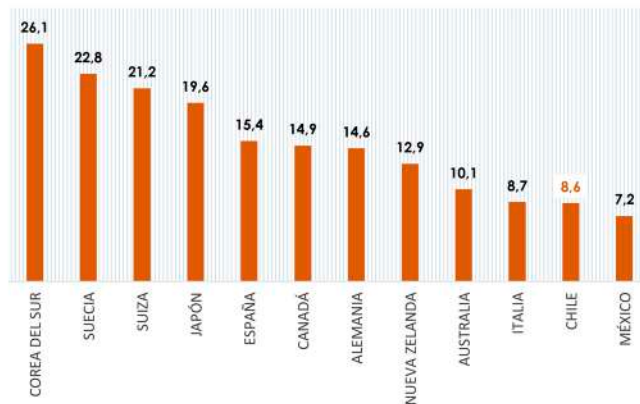
(Países seleccionados OCDE, porcentaje del PIB Total)



En cuanto a velocidad de Internet, a fines de 2016 Chile registró una velocidad promedio de banda ancha de 8,6 Mbps, un 62% más rápido que el promedio de América Latina, pero 40% menor que las velocidades promedio de los países OCDE (alrededor de 15Mbps) y 60% más baja que los 21,4 Mbps de los mejores 10 países del mundo (Akamai, 2016).

Velocidades promedio de internet

Países seleccionados OCDE (Mbps)



De acuerdo al último *Global Information Technology Report* elaborado por el Foro Económico Mundial (2015), en el período 2013 a 2015 Chile bajó cuatro puestos en el ranking mundial de tecnologías globales de la información, llegando al lugar 38. La falta de infraestructura para acceder

a Internet fue una de las principales razones de esta caída. En efecto, según el mismo reporte, Chile se encuentra en el puesto 54 en cuanto a su infraestructura de telecomunicaciones, empujándonos hacia abajo en el ranking general.

Si bien según varias clasificaciones internacionales Chile se presenta como líder en Latinoamérica¹¹ en cuanto a acceso, tecnologías y velocidad aún queda una importante brecha que llenar para acercarnos a la velocidad promedio del grupo de países desarrollados y una penetración de banda ancha del 90% de los hogares y empresas.

3. Otros modelos de desarrollo

En cuanto a infraestructura digital, el caso de Uruguay resulta de interés por cuanto adoptó políticas de Estado con el fin de saltar a nuevos niveles de accesibilidad a Internet¹². La compañía estatal de comunicaciones uruguayas, Antel, se propuso el 2013 invertir en los siguientes años US\$1.110 millones en infraestructura de telecomunicaciones. De este total, U\$727 millones están destinados al despliegue de la red de fibra óptica a los hogares pensando en los próximos 30 años (TeleSemana, 2013; Presidencia de Uruguay, 2014). Producto de este esfuerzo, Uruguay se encuentra 6 puestos más arriba que Chile, en la clasificación del Foro Económico Mundial (2015), en infraestructura digital y ya ha conectado a más del 50% de los hogares a la red de fibra óptica (Diario El País de Uruguay, 2015).

Por su parte, Nueva Zelanda ha puesto en marcha un plan de banda ancha ultra rápida que, mediante una asociación con el sector privado en una red de acceso abierto, y una inversión de US\$ 26.000 millones —cifra muy similar a lo que la CChC (2016) estima necesitamos invertir en Chile— proyecta el despliegue de fibra óptica a los hogares que entregue velocidades de 100 Mbps, con un 85% de cobertura nacional para el año 2024. En este plan se estableció como eje prioritario dotar de Internet de alta velocidad a todas las escuelas, hospitales y centros médicos del país. Por otra parte, el plan también asegura que el 90% de las zonas rurales gocen de velocidades de 5 Mbps¹³.

Nueva Zelanda constituye un interesante modelo para Chile por su lejanía de los centros en que se generan los contenidos más buscados por los usuarios, situados principalmente en el norte y centro de Asia y América, además de una configuración geográfica alargada que hace más costoso el despliegue de las redes.

11 Indicadores elaborados por WEF, UIT Ranking Digital BBVA, Índice de Conectividad Huawei y Telefónica Digital Life.

12 Precios más competitivos y mayor infraestructura.

13 Si bien esta velocidad es inferior a la de 100 Mbps, 5 Mbps son suficientes para el desarrollo de negocios de pequeñas empresas rurales, para la descarga de videos de alta definición y para la conexión de hasta 5 dispositivos simultáneos.

China, por su parte, es el líder mundial en materia de economía digital. Presenta el mercado de e-commerce más grande del mundo, con más del 40% valor de las transacciones en el mundo y son líderes en pagos móviles¹⁴ (McKinsey, 2017). El gobierno ha tenido un rol activo en este desarrollo, entregando a los emprendedores de las tecnologías de la información espacio para poner a prueba en el mercado los desarrollos digitales antes de regularlos. Es más, hoy el gobierno de China está jugando un rol activo en la inversión, desarrollo y como consumidor de infraestructura digital.

4. Tecnologías de acceso a Internet

Las tecnologías de acceso a banda ancha para los usuarios finales de Internet, pueden clasificarse en tres grupos:

- I. **Acceso cableado:** Corresponden a aquellas conexiones que se realizan mediante un cable hasta el terminal del usuario, que se ubica en una posición relativamente fija. Este es el caso de la mayoría de servicios de banda ancha domésticos. Estos accesos se pueden basar en las siguientes tecnologías:
 - a) **xDSL:** Esta familia de tecnologías comúnmente conocidas como “ADSL” (acrónimo en inglés de *Asymmetric Digital Subscriber Line*) y que proveen acceso a Internet de banda ancha a través de la red telefónica tradicional, es decir a través del cableado de cobre. Estas redes aunque son muy comunes, tienen límites en cuanto a la velocidad máxima y distancia de cobertura, por lo que están siendo progresivamente sustituidas por redes basadas en fibra óptica con mejores características para la transmisión de datos a alta velocidad y a largas distancias.
 - b) **HFC** (acrónimo en inglés de *Hybrid Fiber Coaxial*): Consiste en una red híbrida que utiliza tanto fibra óptica como cable coaxial. En un esquema típico de HFC la fibra óptica llega solo hasta el barrio o urbanización y luego se despliega cable coaxial hasta cada vivienda. En estos casos, la velocidad total de la red, determinada por la fibra óptica, se reparte entre todos los vecinos, por lo que jamás podrán obtenerse tasas tan elevadas como en las redes de fibra óptica al hogar. El estándar más utilizado con el cable coaxial es el conocido como Docsis¹⁵, cuyas versiones más actualizadas son Docsis 3.0 y 3.1.

14 Los pagos móviles en China correspondieron a USD 790 billones en 2016, 11 veces lo que registró Estados Unidos ese mismo año (USD 74 billones).

15 Según Wikipedia, DOCSIS es acrónimo de “Data Over Cable Service Interface Specification”, lo que en español significa “Especificación de Interfaz para Servicios de Datos por Cable”. El estándar DOCSIS es un estándar internacional, no comercial, que define los requerimientos de la interfaz de soporte de comunicaciones y operaciones para los sistemas de datos por cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable (CATV) existente. Muchos operadores de televisión por cable lo emplean para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura de red Híbrida de Fibra óptica- Cable coaxial (HFC) existente. <https://es.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>.

- a) **FTTH** (acrónimo en inglés de *Fiber to the Home*): Se trata de llegar con fibra óptica al hogar, esta tecnología corresponde a la red más rápida de acceso a Internet, debido a la gran capacidad que tiene para transmitir datos. Mundialmente esta tecnología está sustituyendo paulatinamente a los accesos tradicionales basados en cables de cobre. Son un medio de transmisión con muy buenas características por su alta capacidad a la hora de transportar datos, por su baja atenuación¹⁶ y porque son inmunes a las interferencias electromagnéticas que sí sufren las tecnologías basadas en cables de cobre.
- II. **Acceso inalámbrico:** Corresponden a aquellos accesos que no requieren una conexión por cable hasta el terminal del usuario, ya que la comunicación se produce de forma inalámbrica a través de ondas electromagnéticas. Este tipo de accesos normalmente complementan a los accesos cableados, sustituyendo el último tramo de cable que conecta el terminal del usuario a la red, por un enlace inalámbrico. Estos accesos dan al usuario una movilidad limitada a una zona concreta que depende de la cobertura del punto inalámbrico de acceso. Dentro de las tecnologías inalámbricas se encuentran:
- a) **Wifi:** Es una tecnología de comunicación inalámbrica (*Wireless Fidelity*) que permite conectar a Internet equipos electrónicos, como computadoras, tablets o smartphones, mediante el uso de radiofrecuencias. Tanto la velocidad como el alcance de los accesos Wifi pueden variar dependiendo de la conexión a Internet que se disponga, del número de usuarios conectados simultáneamente a un mismo punto de acceso, de los obstáculos entre el usuario y el punto de acceso y de otros factores que pueden limitar la velocidad y el alcance de las conexiones.
- b) **WiMax:** Esta tecnología, al igual que el Wifi, permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos a través de ondas electromagnéticas. WiMax permite una cobertura y calidad de servicio mayores al Wifi, consiguiendo un alcance teórico de hasta 50 km para accesos inalámbricos desde una ubicación fija y alrededor de 15 km para accesos de dispositivos móviles. Esta tecnología es utilizada por algunos operadores para proveer acceso a Internet en aquellas áreas donde no existe acceso a través de redes tradicionales de pares de cobre, cable coaxial o fibra óptica.
- c) **Satélite:** Este tipo de conexiones son especialmente útiles para la provisión de servicios de acceso de banda ancha en lugares remotos, como las instalaciones mineras. La principal ventaja de los accesos de banda ancha por satélite es que tienen una cobertura prácticamente universal, sin embargo, las velocidades de conexión dependen de varios factores, como la línea de visión entre satélite y usuario, la climatología o la disponibilidad de frecuencias electromagnéticas. Estos obstáculos pueden afectar negativamente la velocidad de conexión y presentar mayor latencia (retardo) que en los accesos

16 La atenuación significa la disminución de potencia de la señal óptica, en proporción inversa a la longitud de fibra. Que la fibra óptica presente poca atenuación con respecto a otras tecnologías de acceso, significa que permite enlaces de muchos kilómetros sin que la señal pierda potencia.

basados en redes terrestres, debido a las largas distancias que deben recorrer las señales electromagnéticas. Además, la disponibilidad de bandas de radiofrecuencia reservadas para las comunicaciones suele ser limitada, por lo que las velocidades ofertadas por los operadores satelitales pueden ser más reducidas que las de los accesos de banda ancha convencionales, basados en tecnologías cableadas.

- III. **Acceso móvil:** Corresponden a aquellos accesos inalámbricos que permiten una movilidad prácticamente plena al usuario, la cual se consigue mediante la disposición de una red de múltiples puntos de acceso. Este es el caso de los servicios de banda ancha a través de teléfono móvil. Dentro de estas tecnologías se encuentran las conexiones 3G, 4G y recientemente 5G, siendo esta última 200 veces más rápida en transmisión de datos que su predecesora. La activación de redes 5G permitirá una mayor velocidad de conexión de los dispositivos a la red, facilitando el desarrollo del Internet de las cosas.

5. Objetivos y líneas de acción

La infraestructura digital tiene la potencialidad de aumentar la productividad de los países y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Por su impacto y magnitud, las tecnologías de la información afectarán a todas las industrias, al Estado y a las familias generando beneficios y oportunidades para toda la población.

Así como esta revolución tecnológica trae grandes oportunidades, también representa una gran amenaza para aquellos países que no se adapten a estos cambios. Ejemplo de ello son las estimaciones para los próximos años, las cuales indican que un gran número de tareas se volverán automatizadas, desafío que requerirá fomentar la formación de los ciudadanos en herramientas analíticas y tecnológicas.

Para poder materializar esos beneficios y aprovechar las oportunidades que se presentan, es necesario disponer de infraestructura de alta capacidad. Las conexiones digitales de muy alta velocidad, de fibra óptica o cable coaxial con tecnología Docsis 3.0 en el mundo fijo y redes 5G en el mundo móvil, son la base para el desarrollo de una economía digital de altas prestaciones. Las redes telefónicas tradicionales que utilizan cables de cobre no son suficientes para el estándar que se necesita en el nuevo mundo digital. Esto significa que hay que construir redes de alta calidad y, por tanto, hay que desplegar políticas públicas que promuevan la inversión en este tipo de infraestructura.

La Agenda Digital 2020 (Subtel, 2015) propone fijar las siguientes metas para fines de esta década:

- 90% de los hogares conectados a banda ancha fija, de los cuales un 20% disponga de fibra óptica en su barrio.
- 80% de las empresas cuente con Internet de banda ancha¹⁷.
- Acceso a banda ancha móvil para 100% de la población¹⁸.
- 75% de los hogares rurales conectados a Internet de banda ancha.
- 90% de las comunas con zonas públicas de acceso a Wifi.
- Velocidad promedio de acceso a Internet de al menos 10 Mbps antes de 2020.
- 100% de las escuelas públicas con conexión de banda ancha.

Para lograr estos objetivos se requiere fortalecer todos los componentes de la red de banda ancha —fija, banda ancha móvil y fibra óptica troncal— y desplegarla donde no existe. Como se mencionó anteriormente, la CChC ha estimado que las inversiones requeridas para esto suman algo más de US\$ 26.000 millones. ATELMO, la asociación gremial de las empresas de telefonía móvil, tiene estimaciones similares. Cabe destacar que estas estimaciones corresponden a las inversiones necesarias para alcanzar los objetivos planteados en base al actual modelo de negocios.

Por otra parte, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) ha estudiado el costo de desplegar una red Troncal Nacional de Infraestructura para Telecomunicaciones (TNIT) que Chile requeriría para enfrentar los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial. El proyecto incluye una red troncal de alta capacidad de unos 24.000 km, compuesta por un cable submarino y anillos de fibra óptica rodeando las principales zonas urbanas. El proyecto considera también 3 centros de datos (*datacenters*) y redes sub-troncales de menor capacidad y costo, para servir las necesidades de localidades más pequeñas. Según los cálculos de la Subtel, desplegar una red de estas características costaría US\$ 1.038 millones en inversión y US\$ 39 millones en costos de operación y mantenimiento anual. Este proyecto no considera potenciar las conexiones internacionales de fibra óptica que el país requiere.

Actualmente las autoridades gubernamentales no cuentan con las herramientas necesarias para el desarrollo del sector. Falta capacidad de planificación, evaluación, financiera y de supervisión para promover la inversión en infraestructura digital. Por lo tanto, es necesario dotar al sector de una capacidad mayor para generar políticas de Estado con una mirada de largo plazo que permita dialogar y aunar voluntades con los actores relevantes de la industria digital y TIC.

¹⁷ Objetivo complementario propuesto por la CChC, 2016. *Ibíd.*

¹⁸ *Ibíd.*

En este sentido, el Consejo de Políticas de Infraestructura ha propuesto:

- Avanzar en la creación de un Plan Nacional de Banda Ancha que promueva el despliegue de la red de fibra óptica en una asociación público-privada, tal como lo han hecho Uruguay, Singapur, Nueva Zelanda y Colombia (Raúl Lazcano, 2016). Por el costo que tiene la instalación de redes digitales, se requieren plazos de concesión que permitan rentabilizar la inversión de los agentes privados.
- Las inversiones mínimas indispensables en infraestructura digital son:
 - Aumentar la capacidad de los cables internacionales de fibra óptica para hacer más fluida la interconexión con el resto del mundo. En este contexto, se podría evaluar la participación de Chile en algún tipo de consorcio para instalar un cable submarino que conecte a Chile con China, país que actualmente es uno de los principales generadores de contenidos.
 - Ampliar y aumentar la capacidad de la red troncal existente en el país, que va desde Arica hasta Puerto Montt, y extender la fibra óptica hasta Puerto Williams¹⁹. Estas redes deben ser redundantes, para garantizar que los servicios trabajen sin interrupciones.
 - Llegar con fibra óptica hasta los barrios para luego conectar a las viviendas idealmente con tecnologías FTTH o, en su defecto, Docsis, mejorando la calidad de la red en el *backhaul*²⁰.
- Acelerar la modernización digital del Estado, pues este constituye un gran motor para movilizar el resto de la economía, como ha ocurrido con el SII, generando una mayor demanda de datos, que hace posible rentabilizar nuevas inversiones en infraestructura digital.
- Adoptar como estándar de medida el uso de datos per cápita, que representa mejor la demanda por Internet de banda ancha. Este indicador permite entender de manera más profunda los desafíos digitales del país que los índices actuales –como la penetración de Internet en los hogares– que no reflejan adecuadamente la demanda por datos que, a su vez, determina las necesidades de ancho de banda y velocidad.

19 La “red troncal” en realidad es un conjunto de cables de fibra óptica que recorren el país entre Arica y Puerto Montt. En muchas partes, los cables de fibra óptica van prácticamente uno al lado del otro. La consecuencia es que en caso de accidentes o desastres toda “la red” se ve interrumpida. Por tanto, hay que buscar formas de separar las instalaciones para darle mayor resiliencia a la red.

20 El “backhaul” es el término que se usa para describir a las redes de transmisión que conectan los nodos de acceso domiciliarios con las redes troncales. Esta infraestructura es clave para poder dotar a la última milla de suficiente capacidad para transmitir el volumen agregado de tráfico de todos los equipos terminales conectados.

- Pasar a un modelo de negocios desagregado para la industria, separando la provisión de troncales de fibra óptica de las redes locales de fibra óptica y de las redes de acceso a los hogares, empresas, escuelas y otros servicios, siguiendo el exitoso modelo neozelandés.
- Para profundizar en la Economía Digital, los planes de infraestructura deben impulsar el desarrollo de los servicios de información y la digitalización de los procesos del Estado, por ejemplo:
 - En salud, avanzar hacia una Ficha Única Centralizada a nivel nacional, el uso de sensores para el monitoreo de enfermedades crónicas y el monitoreo en tiempo real de las personas que requieren asistencia, como los adultos mayores.
 - En educación, avanzar hacia el aula virtual del siglo XXI, que consiste en un seguimiento personalizado del alumno en tiempo real para ir supliendo o reforzando sus carencias, incorporar cursos en línea de alta calidad como parte normal del currículo escolar, incorporar la programación de computadores y la robótica en los currículos de estudio.
 - En transporte, dar pasos hacia una gestión del tráfico más eficiente utilizando la información proveniente de los dispositivos móviles y del tráfico mismo, que permitiría -entre otras cosas- una actualización permanente de patrones de viaje para optimizar el uso de la infraestructura de transporte²¹.
 - Potenciar la digitalización, automatización y desarrollo tecnológico de las industrias históricamente fuertes en Chile como la minería, agricultura y pesca, para mejorar la productividad y entregar nuevos productos y servicios tecnológicos a la economía.
- Desarrollar una metodología que permita medir correctamente los beneficios sociales de la economía digital, tales como aumentos en la productividad, desarrollo de capital humano y acceso a nuevas oportunidades en zonas remotas, para poder evaluar adecuadamente proyectos de inversión en infraestructura digital.
- Apoyar el desarrollo de la economía digital a través de planes de formación y educación en tecnologías de la información, tanto para niños como para adultos, para que los ciudadanos puedan adaptarse a los nuevos sistemas productivos que genera la economía digital.

²¹ Actualmente dependemos de encuestas “origen-destino” que tienen una frecuencia de 10 años por lo que no son útiles para diseñar redes de transporte y mucho menos para gestión de tráfico.

6. REFERENCIAS

- Schwab, Klaus "La Cuarta Revolución Industrial: lo que significa, como responder", 2016. Tomado de www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/
- Gobierno del Reino Unido, "Digital Efficiency Report", 2012
- "Brecha digital se triplica entre hogares más pobres y de mayores ingresos", La Tercera, 5 de Julio de 2015
- Cisco, "Visual Networking Index (VNI): Complete Forecast Highlights", 2016a
- Cisco "Visual Networking Index (VNI) Global IP Traffic Forecast, 2015-2020", 2016b
- Espacio Fundación Telefónica, "Un Paseo por la Historia de las Telecomunicaciones", 2015
- "Minería se sumó a sectores en baja y la pesca volvió a tropezar", Diario Financiero, 19 de noviembre de 2015
- Cámara Chilena de la Construcción, "Infraestructura crítica para el Desarrollo 2016-2025: Bases para un Chile Sostenible", abril de 2016
- Subsecretaría de Telecomunicaciones, "VII Encuesta Nacional de Acceso y Usos de Internet", División de Política Regulatoria y Estudios, marzo de 2016
- Cepal, "Estado de la Banda Ancha en América Latina y El Caribe 2015. Capítulo sobre Asequibilidad del Servicio de Banda Ancha Móvil", 2015
- OCDE, "Perspectivas de la OCDE sobre la economía digital 2015", 2015
- Foro Económico Mundial, "The Global Information Technology Report 2015", 2015
- Qiang, C. Z.-W., C. Rossotto, and K. Kimura, "Economic Impacts of Broadband." In Information and Communications for Development: Extending Reach and Increasing Impact, Banco Mundial, 2009, pp35-50
- Foro Económico Mundial, "The Global Information Technology Report 2013", 2013
- Huawei, McKinsey&Company, "Índices de Conectividad Global 2015 (ICG)", 2016
- Centro de Estudios de la Economía Digital, "La Economía Digital en Chile 2016", Cámara de Comercio de Santiago, 2016. Disponible en: https://www.ccs.cl/html/economia_digital/docs/economia_digital_B.pdf

- Fundación País Digital, "Índice País Digital 2017", 2017
- Akamai, "Q4 2016 State of the Internet - Connectivity Report", 2016
- "Antel invertirá US\$ 1.110 millones en infraestructura en Uruguay hasta 2017", TeleSemana, 21 de octubre de 2013. Disponible en:
<http://www.telesemana.com/blog/2013/10/21/antel-invertira-us-1-110-millones-en-infraestructura-en-uruguay-hasta-2017/>
- "Conexión por Internet a fibra óptica llegará a 500.000 hogares", Página web de la Presidencia de Uruguay, 12 de febrero de 2014. Disponible en: <http://presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/antel-fibra-optica-500-mil-2014>
- "Habrá un enlentecimiento de la inversión en fibra óptica", entrevista con Andrés Tolosa, presidente del directorio de Antel, en el Diario El País de Uruguay, 4 de Julio de 2015. Disponible en:
<http://www.elpais.com.uy/informacion/habra-enlentecimiento-inversion-fibra-optica.html>
- Cámara Chilena de la Construcción, "Infraestructura crítica para el desarrollo", 2016, página 145
- McKinsey Global Institute, "China's digital economy: A leading global force", Agosto 2017
- Subsecretaría de Telecomunicaciones, "Agenda Digital 2020", Gobierno de Chile, 2015. Disponible en:
<http://www.agendadigital.gob.cl>
- Raúl Lazcano, "Plan Nacional de Infraestructura y el Proyecto de Fibra óptica Austral", Jefe de División Política Regulatoria y Estudios, Subtel, 2016

CUADERNOS DEL CPI

número

104



CPI CONSEJO POLÍTICAS
DE INFRAESTRUCTURA

www.infraestructurapublica.cl