

Impacto de la competencia sobre la inversión en redes en un entorno digital

Documento de trabajo

Rebeca Escobar Briones¹

Centro de Estudios del IFT²

Resumen

Existen en la academia diferentes estudios en el plano internacional que han abordado el impacto de la competencia sobre la inversión. Los hallazgos de las distintas investigaciones no son unánimes y se acotan a los países desarrollados. A través de un modelo de panel para una muestra de doce países que incluye seis latinoamericanos, se determina que dicha relación tiene una forma de “U” invertida. Así también, se mide el efecto del desarrollo de nuevos servicios digitales sobre la inversión. Se concluye que tanto la competencia entre redes como en servicios ha sido benéfica para la expansión de las redes de banda ancha. El estudio genera recomendaciones respecto de la política regulatoria para incentivar la expansión de las redes.

¹ Rebeca Escobar Briones es actualmente investigadora en Competencia Económica en el Centro de Estudios del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), donde ha realizado investigaciones sobre la economía digital, la regulación asimétrica, la portabilidad numérica, las OTT, la propiedad cruzada de los medios de comunicación, entre otros temas. Es experta en telecomunicaciones y competencia económica y fue Candidata a Comisionada para el IFT y la Cofece en 2013, así también en el proceso iniciado en 2016. Tiene amplia experiencia en regulación y competencia como Dir. General de Regulación y Privatización, así como de Asuntos Internacionales en la Comisión Federal de Competencia, entre otros cargos. Es maestra en Política Pública (ITAM) y cuenta con un postgrado en Administración de Empresas (U. Católica de Lovaina) y es egresada de la carrera de economía (ITAM) con Mención Honorífica. Ha sido profesora de licenciatura y posgrado en la Universidad Panamericana y el ITAM, impartiendo cursos de organización industrial, competencia económica y análisis de mercados y cuenta con diversas publicaciones.

² El contenido de este documento de investigación, así como las conclusiones que en él se presentan son responsabilidad exclusiva de la autora y no reflejan necesariamente las del Centro de Estudios ni las del IFT. La autora agradece la colaboración de Nubia M. Conde Menchaca (Subdirectora de Investigación en el CES-IFT) y de Laura Ayala Machuca (pasante de economista), quienes durante la elaboración de este artículo brindaron apoyo estadístico y econométrico.

Abstract

There are different studies in the academy at the international level that have addressed the impact of competition on investment. The findings of the different investigations are not unanimous and are limited to developed countries. Through a panel model for twelve countries (including six Latin American countries), a inverted “U” relationship is determined. The findings include the effect of the development of the new digital services on investment. It is concluded that both competition between networks and services have been beneficial for the expansion of broadband networks. The study generates recommendations regarding regulatory policy to encourage the expansion of networks.

Palabras clave: Redes de nueva generación; inversión; competencia económica.

Introducción

El desarrollo de las telecomunicaciones y la prestación del servicio de banda ancha (BA) fija promueven el crecimiento económico (Al-mutawkkil et al, 2009; Pradhan et al, 2014), la productividad y la eficiencia (Shahiduzzaman y Alam, 2014), ya que reducen los costos de las transacciones, mejoran la calidad de los servicios y facilitan la incorporación de nuevos modelos de negocio y la globalización de los mercados (Al-mutawkkil et al, 2009; Pradhan et al, 2014). Por lo anterior los gobiernos en diversos países del mundo han destacado la importancia de la inversión en la modernización de las redes y en la incorporación de las nuevas tecnologías. Así también, reconocen la necesidad de incrementar la cobertura y la penetración de los servicios de BA, lo cual contribuye a reducir las diferencias regionales y a lograr que los grupos menos favorecidos se integren a la economía de la información, tengan un acceso enriquecido a fuentes de trabajo, a las oportunidades económicas, y a servicios primordiales como los financieros, los de salud y la educación (Contreras, 2018).

Los gobiernos de distintos países han favorecido la aplicación de esquemas regulatorios que incentivan la competencia, ya que con ello se reducen los precios, promoviendo el aumento de la penetración de los servicios y la modernización de las redes. La competencia en la prestación de la BA puede generarse al existir diferentes operadores que ofrecen servicios a través de una misma red o por la rivalidad entre diferentes redes³ (Briglauer, 2016; Ovington, et al, 2017; Rajabuin, et al, 2015). Para generar la competencia en servicios, las autoridades han impuesto la obligación legal de la desagregación del bucle local⁴ (DBL), que es aplicable al *operador dominante o establecido*.⁵ Para la competencia en infraestructura, también denominada competencia entre redes, se usan medidas como la implementación de concesiones únicas para servicios convergentes⁶ y la compartición de infraestructura.⁷

La inversión se propicia en los entornos de certeza jurídica y estabilidad macroeconómica, y desde luego responde a incentivos. El primero y más mencionado en la literatura económica es la rentabilidad de la inversión. El desarrollo de nuevos servicios digitales que potencian el uso de las redes y generan una demanda adicional de capacidad provee esos incentivos, siempre que dicha demanda se pueda reflejar en rentabilidad para quienes invierten. Adicionalmente, la inversión se beneficia de la reducción de costos.

³ La competencia en redes se conoce también como competencia inter-redes, por el término en inglés: inter-network competition. La de servicios se denomina alternativamente, competencia intra-redes (inter-network competition).

⁴ Más adelante en el estudio se presenta información sobre el concepto *desagregación del bucle local* y sus modalidades de aplicación. Esta contempla normalmente el acceso no discriminatorio a la red del operador establecido y un precio regulado para dicho acceso. Este instrumento regulatorio promueve que otros proveedores tengan acceso al cliente final, mediante el uso de la “última milla” de la red del operador establecido, lo que les permite llegar al domicilio de cada usuario y dar servicios minimizando la inversión requerida. Cabe destacar que, en los servicios de telecomunicación, en ausencia de mecanismos regulatorios como la DBL, los fuertes montos de inversión que es necesaria para el despliegue de redes pueden ser una barrera de entrada al mercado.

⁵ Se hace referencia al operador originalmente establecido o al que cuenta con la red más extensa.

⁶ Con las concesiones únicas se permite que los operadores de redes provean diferentes servicios a través de una misma red.

⁷ La compartición de infraestructura se refiere al uso, por uno o más operadores de redes de telecomunicaciones, de elementos de la infraestructura de otro operador. El uso compartido de la infraestructura normalmente se asocia a una obligación legal, mediante la cual el operador que controla, posee, tiene o ejerce los derechos sobre los elementos de la infraestructura los comparte con otros operadores. El propósito de la compartición de infraestructura es promover el despliegue de nuevas redes, al fomentar el acceso y uso compartido de elementos de infraestructura, como los ductos y los postes, de tal manera que se reduzcan los costos de los nuevos despliegues.

El objeto de este estudio es determinar el impacto de la competencia en infraestructura y en servicios sobre la inversión. Así también, se evalúa en qué medida el desarrollo de nuevos servicios digitales ha promovido la inversión en una muestra que integra doce países, incluyendo seis latinoamericanos. El análisis del impacto de estas variables es importante ya que permite establecer recomendaciones respecto de la mezcla de política regulatoria que puede incentivar la expansión de las redes.

Existen en la academia diferentes estudios en el plano internacional que han abordado el impacto de medidas como la DBL o la competencia entre redes. No obstante, los hallazgos de los distintos análisis son diferentes y se acotan a los países desarrollados.⁸ Por lo anterior, no se cuenta con una conclusión contundente respecto del efecto de este tipo de variables sobre el desarrollo de los servicios de BA fija y la inversión en países como México. Evaluar en este momento el efecto de los diferentes tipos de competencia, en el contexto del crecimiento de los servicios digitales, ofrece una perspectiva adicional sobre el tema, que puede contribuir a conciliar los distintos hallazgos y a establecer conclusiones aplicables a los países de Latinoamérica. También puede resultar de interés para las agencias reguladoras de países desarrollados que han aplicado este instrumento por un largo periodo, pero que lo revisan para propiciar la inversión en redes de nueva generación.

Los resultados obtenidos a partir de este estudio, sugieren que la competencia en servicios y entre infraestructuras han tenido un efecto favorable en la inversión medida a través de la penetración de la BA fija en una muestra de doce países. Así también, sugieren que hay un efecto positivo derivado del desarrollo de los nuevos servicios digitales de entretenimiento de audio y video que se ofrecen a través de Internet. Otros factores como la estabilidad, el nivel relativo de desarrollo y la densidad poblacional han incidido favorablemente sobre la inversión, en el periodo considerado.

⁸ Escobar-Briones (2015) presenta un estudio econométrico de panel para 22 países, en el que se incluye a México. Se estima que el acceso desagregado al bucle local de la red telefónica tiene efectos favorables sobre la penetración de los servicios de BA, y que este efecto positivo se extiende por un periodo de tiempo importante. Véase: Escobar-Briones, R. (2015). La Desagregación del Bucle Local. Un enfoque de Largo Plazo. Disponible en: http://centrodeestudios.ift.org.mx/documentos/publicaciones/1desagregacion_del_bucle_local.pdf.

El estudio incluye en la primera sección las consideraciones sobre la competencia y la inversión en los mercados digitales; en el segundo apartado se presenta la revisión bibliográfica sobre la literatura en el tema. En la sección tres se desarrolla un modelo econométrico para evaluar las variables explicativas respecto de la penetración de BA fija y se realizan algunas consideraciones sobre la calidad de dicho servicio. Con base en estos hallazgos, en la sección cuatro se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio y, en el último apartado, se incluye la bibliografía en la materia.

1. Consideraciones sobre la competencia y la inversión en los mercados digitales

1.1. Competencia en servicios y competencia entre infraestructuras

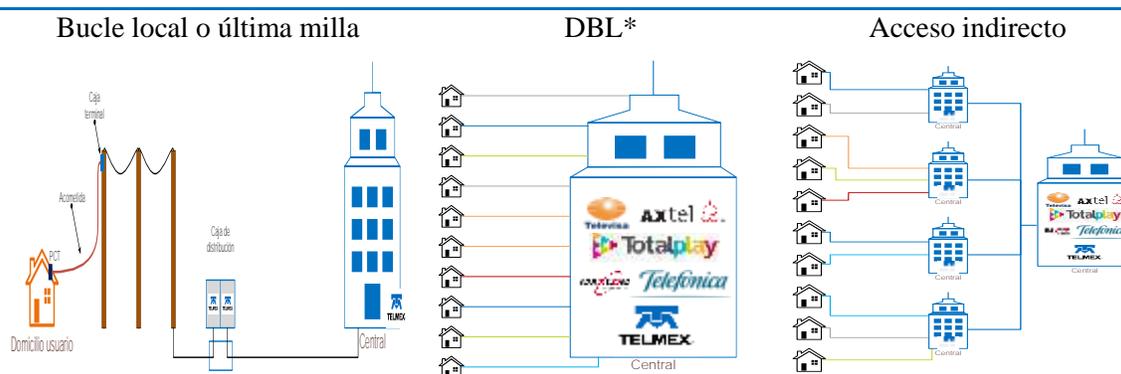
La competencia en los mercados genera beneficios para los usuarios, ya que los distintos oferentes, buscando ganar a los consumidores y aumentar su participación en el mercado, promueven un proceso en el que se reducen los precios de los servicios, aumenta la variedad y la calidad de las ofertas, lo que suele traducirse en mayores ventas. El crecimiento de las ventas genera un aumento en la producción y el empleo. En un escenario estático, esto es, sin innovación sustantiva⁹, el escenario competitivo es ideal para el consumidor, que pagará los menores precios posibles, los cuales sólo recuperarán los costos de capital en el largo plazo. A pesar de que este enfoque posee elegancia y simplicidad teórica, no se tiene en cuenta la perspectiva dinámica de la industria en la que la competencia genera también la innovación en la eficiencia productiva.

Además de distinguir entre la competencia estática y la dinámica, la bibliografía económica distingue dos tipos de competencia en los servicios de telecomunicaciones. La primera, la *competencia en servicios* o *intra-plataforma*, es la que se da en la provisión de los servicios a través de una misma red. En los servicios de telecomunicación fijos, este tipo de competencia se logra a través de la imposición de disposiciones reglamentarias que obligan

⁹ El concepto de innovación en el enfoque estático contempla los avances que reducen los costos de producción dentro de los límites del mercado bajo análisis, produciendo las mismas variedades de productos y no como una innovación que crea un mercado totalmente nuevo, y que daría un enfoque dinámico.

al operador establecido, que administra la red local, a dar acceso a otros oferentes para que puedan proveer servicios al cliente final y competir en la prestación de los servicios. Esta regulación es la DBL, y contempla normalmente el acceso no discriminatorio a la red del operador establecido y un precio regulado para dicho acceso (Véase Gráfica 1). Este mecanismo evita la duplicación de las redes, y reduce el monto de las inversiones necesarias para poder prestar servicios, haciendo más contestable el mercado.

Gráfica 1. Esquema de la última Milla y la Desagregación del bucle local



*Con la DBL, los operadores competidores se instalan en la central del operador establecido a través de la colocación de equipos, lo que les permite acceder al usuario final.
Fuente: Unidad de Política Regulatoria del IFT.

Técnicamente la DBL puede realizarse en tres distintas modalidades, dependiendo del punto físico de la red a partir del cual se realice y del alcance de las bandas que se pongan a disposición de los concesionarios solicitantes (huéspedes), a saber: la DBL completa; el acceso indirecto o bitstream y la reventa¹⁰. Las modalidades presentan mayor a menor grado de apertura o de entrega de control de la red, y también implican mayor grado de inversión por parte del solicitante en la medida que la desagregación es mayor. Esto es, mientras que la DBL completa requiere inversión en equipos en cada central abierta, la reventa no requiere ninguna. Esta última tiene la virtud de preservar las economías de escala y de densidad asociadas a la red monopólica de la última milla, al mismo tiempo que permite el acceso de

¹⁰ Estas tres modalidades pueden desagregarse aún más, distinguiendo: la DBL compartida (line sharing) en la que el solicitante adquiere sólo la frecuencia alta del bucle de cobre en toda su trayectoria con lo que puede ofrecer el servicio de datos y el arrendador conserva la provisión del servicio de voz (que se presta en la frecuencia baja del bucle); o la desagregación completa o compartida a nivel del sub-bucle.

competidores hasta el usuario. Por ende, genera los beneficios propios de la competencia: menores precios, diversidad de proveedores y de mecanismos de comercialización, pero no requiere inversión en equipos por parte de los solicitantes, por lo que acota los servicios y la calidad de estos a los que ya proporciona el operador de la red que da acceso. En la contratación del bucle desagregado, el solicitante coloca sus equipos en las instalaciones, por lo que puede ofrecer productos diferenciados a los de este. Esta modalidad requiere más inversión que la reventa y mayor esfuerzo regulatorio.

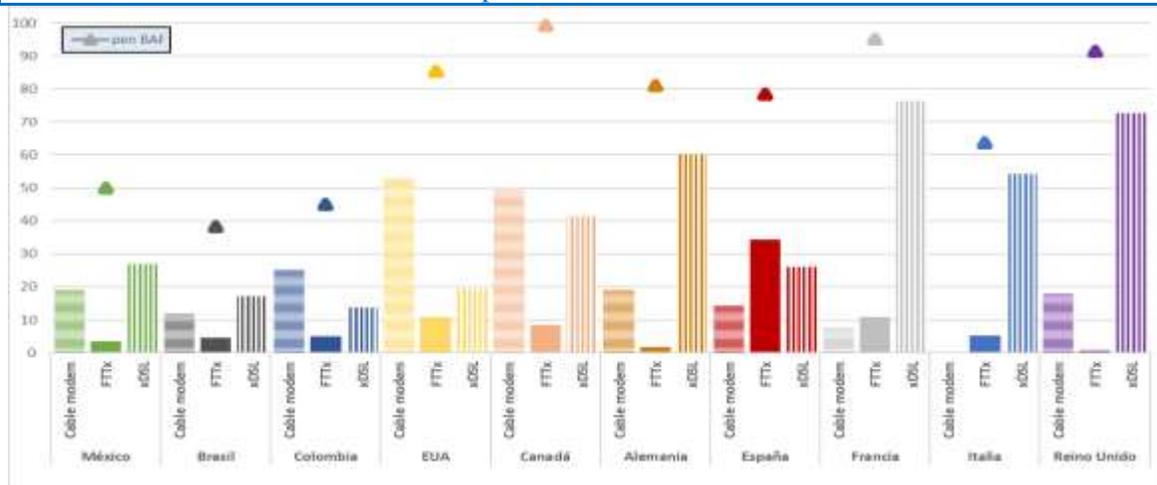
Aun la DBL completa reduce sustancialmente las inversiones que los operadores fijos requieren para participar en el mercado de BA fija, por lo que promueven la entrada de nuevos oferentes, y así la competencia. La literatura sugiere que con la regulación de DBL se genera la denominada “escalera de inversiones (Cave, 2006), de acuerdo a la cual los nuevos oferentes ingresan al mercado bajo el esquema de reventa que requiere menos inversión, y al integrar una clientela suficiente, transitan a esquemas como la DBL completa, invirtiendo en su propia infraestructura, lo que les permite diferenciar sus servicios y aumentar su capacidad competitiva. La DBL reduce así las barreras a la entrada al mercado.

La segunda modalidad de competencia en los servicios de BA fija surge por la existencia de diferentes redes o plataformas tecnológicas, como la fibra óptica o el cable. A través de este último se ha ofrecido tradicionalmente la televisión de paga, pero actualmente, gracias a la convergencia tecnológica, es posible prestar también servicios de voz y de BA. La competencia entre diferentes infraestructuras o plataformas tecnológicas se potencia ampliándolas, modernizándolas y aprovechando la convergencia tecnológica, que permite a todas las redes integrarse a los mismos mercados. Este tipo de competencia es la competencia *inter-plataforma*.

Para algunos autores (Kongout et al, 2014, por ejemplo), la competencia *inter-plataforma* sólo puede ocurrir en localidades en las que, previo a la convergencia, ya se contaba con algún despliegue alternativo de infraestructuras de red (cobre y cable, normalmente). En los últimos años, el tráfico de datos ha crecido sustancialmente, promoviendo la expansión de las redes de fibra óptica. En general, se aprecia que los países que han alcanzado mayor

penetración de BA fija, no tienen una propuesta tecnológica única. Así, por ejemplo, en los Estados Unidos más de 85 de cada 100 hogares cuentan con servicio de BA fija; de esos, más del 61% del servicio fue ofrecido a través de redes de cable y sólo un 22% a través de las redes de cobre (xDSL). En el Reino Unido, la situación es al revés: las últimas proveen el 80% del servicio de BA fija y las de cable el 19%, para lograr una penetración por hogares de 91 de cada cien. Así también en Francia, donde las redes de cobre cubren cerca del 80% del servicio. Salvo España, los países europeos presentan un rezago en el desarrollo de redes de fibra en relación con Estados Unidos y Canadá. Incluso México, Brasil y Colombia han logrado niveles más elevados de penetración de los servicios de fibra óptica más destacados que el Reino Unido y Alemania.

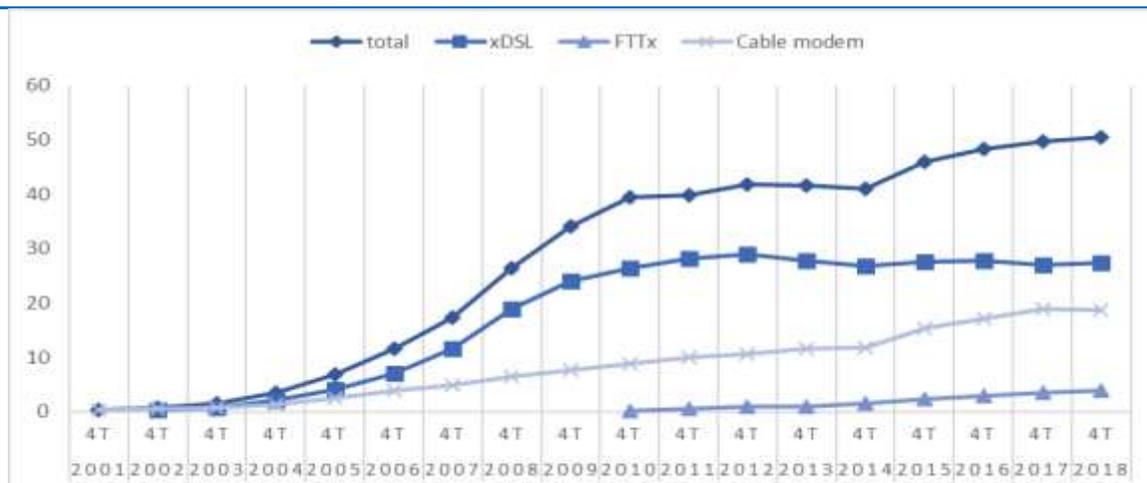
Gráfica 2. Penetración del servicio de BA fija en hogares por tipo de tecnología 2017. Comparación internacional



Fuente: Banco de Indicadores de Telecomunicaciones-IFT.

En México, el desarrollo de las redes de cable data de la década de los setenta, y su expansión y modernización se ha potenciado con la convergencia tecnológica y legal. Esta última permite otorgar distintos servicios al amparo de un único título de concesión. Particularmente en los últimos cuatro años, las redes de cable se han expandido. Así, en el cuarto trimestre de 2018 se estima que 19 de los 51 hogares con servicio de BA fija, se prestó a través de redes de cable. Las redes de cobre y fibra óptica aportaron 28 y 4 servicios, aproximadamente.

Gráfica 3. México. Penetración del servicio de BA fija en hogares por tipo de tecnología.
2012-2017



Fuente: Elaborado a partir de Banco de Indicadores de Telecomunicaciones-IFT

Con base en los datos de las Gráficas 2 y 3, es posible establecer que, a pesar del avance logrado, persiste la brecha digital en México, al igual que en otros países de América Latina. A manera de ejemplo, en Brasil sólo 39 de cada 100 hogares cuentan con el servicio y en Colombia la penetración es de 45. A las cifras anteriores se agrega que las localidades de menor población e ingresos son las más afectadas por dicha brecha, lo que acentúa la disparidad económica entre regiones. Por tanto, es relevante estudiar los determinantes de la inversión y la relación de esta con la competencia. Este tipo de análisis contribuye a complementar las estrategias y políticas públicas, especialmente si el objetivo es la transición a redes de fibra.

1.2. Componentes de la economía digital

La economía digital se refiere a una amplia gama de actividades económicas que utilizan la información y el conocimiento digitalizados como factores clave de la producción. Puede ser definida como la actividad industrial y empresarial que resulta de millones de conexiones en línea entre personas, negocios, aparatos, y procesos.

El ecosistema de la economía digital está constituido por tres componentes. El primero lo integra la infraestructura, que es de carácter multifactorial, e integra la instalación y funcionamiento de redes de telecomunicaciones que permiten la conectividad local, nacional e internacional a través de servicios de transmisión, almacenamiento y procesamiento de datos. Puede ser activa o pasiva, engloba todas las instalaciones, construcciones y el equipamiento electrónico para proveer servicios de comunicaciones, tanto de voz, imágenes, mensajes o de datos. El despliegue de infraestructura se sujeta a importantes costos directos, de oportunidad y de transacción, por lo que las inversiones se dirigen normalmente a las áreas más densamente pobladas y con mayor capacidad económica que, por ende, son las que generalmente cuentan con un mayor equipamiento. Las disparidades en el equipamiento de la infraestructura pueden incidir en el potencial de crecimiento y desarrollo de las distintas regiones de un país (Shahiduzzaman et al, 2014), acentuando la brecha en el desarrollo regional. De ahí la importancia de este componente.

Gráfica 4. Componentes de la economía digital



Fuente: Elaboración propia

El segundo componente lo integra la industria de la tecnología de la información y la comunicación, que cubre las actividades de programación para generar productos informáticos que realicen funciones útiles para los usuarios (software, aplicaciones) y el ensamblaje de equipos electrónicos (hardware) para su ejecución y uso.

El factor humano es el tercer componente, ya que se requieren ciertas habilidades para que los individuos (en sus hogares y empleos) aprovechen la infraestructura, el software y el hardware para mejorar su calidad de vida.

Este estudio se centra en la inversión necesaria para el desarrollo de la infraestructura de red necesaria para prestar los servicios de BA fija, así como su relación con la regulación y la competencia en los servicios. A pesar de su relevancia, no se abordan los aspectos relacionados con el factor humano o el desarrollo de software y hardware.

La expansión de los servicios de BA fija ha favorecido el surgimiento de servicios digitales que se prestan a través del Internet. Así también, se da la causalidad en sentido inverso. Esto es, el desarrollo de aplicaciones y servicios sobre el Internet incentiva el consumo de servicios de BA y por tanto la inversión en redes. Específicamente, los servicios OTT (Over the top)¹¹ dependen del proveedor de acceso a Internet: a mayor uso de datos, se requiere mayor capacidad en la infraestructura y por lo tanto de mayor inversión por parte de los operadores tradicionales. Asimismo, los servicios OTT crean la necesidad de contar con mejores servicios de banda ancha, lo cual provoca un interés por parte de los usuarios por accesos de banda ancha con mayor velocidad y calidad.¹²

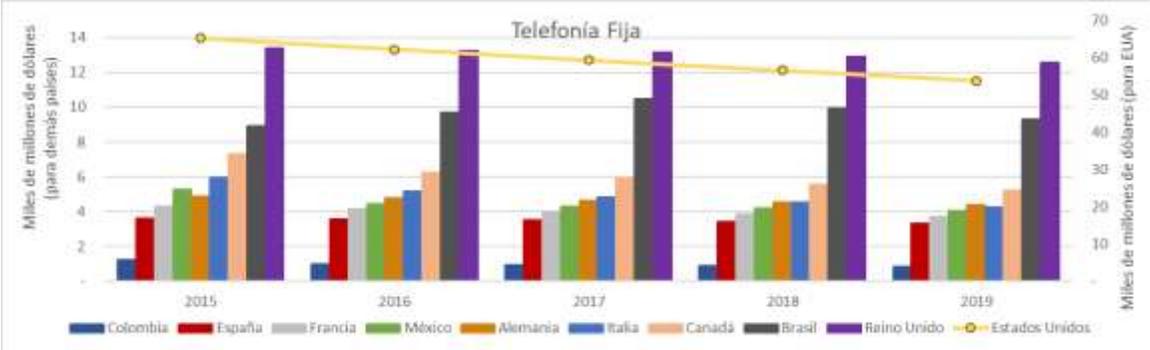
¹¹ Los servicios OTT se definen como “servicios de aplicaciones y contenidos sobre la red” y se abrevian con base en las siglas de su denominación en inglés: *Over The Top*. No hay una definición única de este concepto. La Unión Europea (UE) ha clasificado estos servicios en tres categorías (BEREC, 2016, Report on OTT Services (2016) 35, 38p. https://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/5751-berec-report-on-ott-services): 1) los OTT que califican como servicios de comunicación electrónica, que incluye los que tienen posibilidad de conexión al servicio público de telefonía (Skype, por ejemplo); 2) Servicios que no son de comunicación electrónica pero potencialmente pueden competir con esos servicios (voz y mensajería instantánea, WhatsApp, entre ellos); 3) Otros servicios como el comercial, música, video, hotelería, etc. (Amazón, AB&B, entre otros). Por su parte, la UIT (UIT, 2017, *Economic Impact of OTTs*, páginas (4-5). hyperlink: {https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-ECOPO-2017-PDF-E.pdf}.), considera que los servicios OTT son aquellos que se prestan en línea y que pueden ser sustitutos de los servicios tradicionales de telecomunicaciones y de contenido audiovisual. Esta definición corresponde a el inciso 2 y parcialmente el 3 antes descritos, con base en la clasificación de la UE. Para fines de este estudio, en los razonamientos del estudio se hace alusión a la definición dada por la UE, es decir, se incluyen todos los servicios OTT dado que todos ellos integran la economía digital. Para fines del ejercicio numérico, se incluyen cifras correspondientes al uso de OTT de video, por ser esta la información estadística disponible.

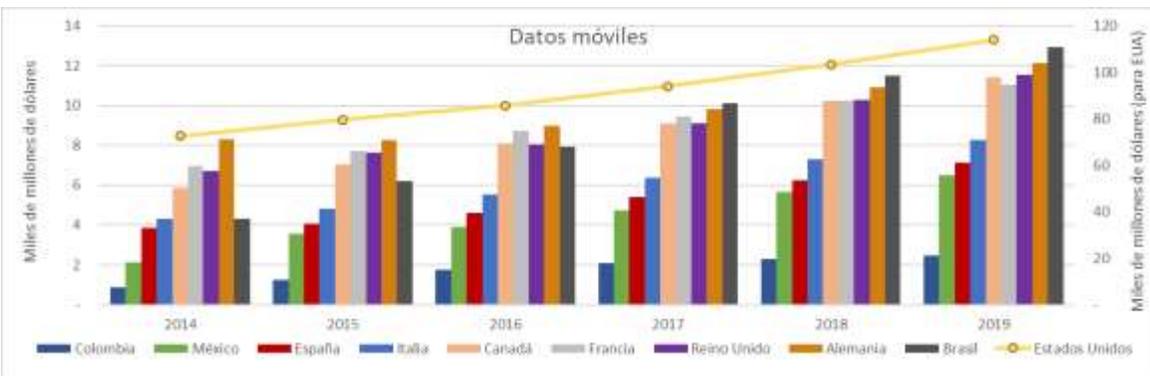
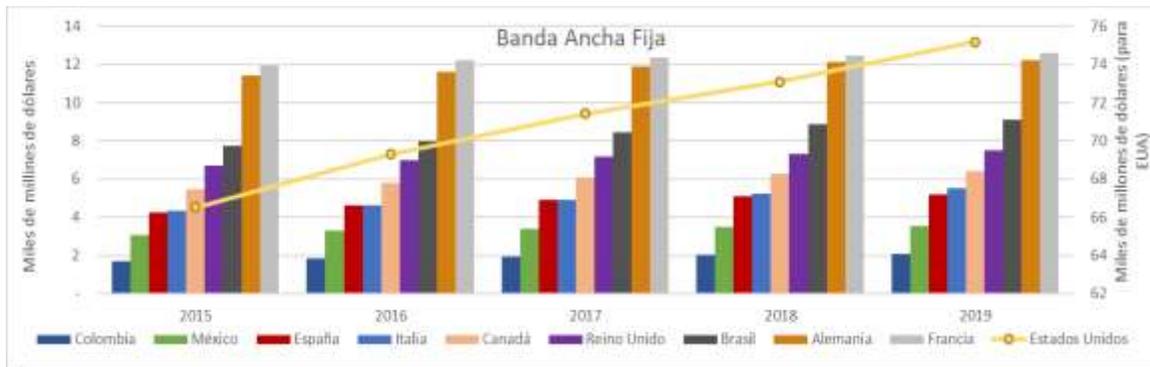
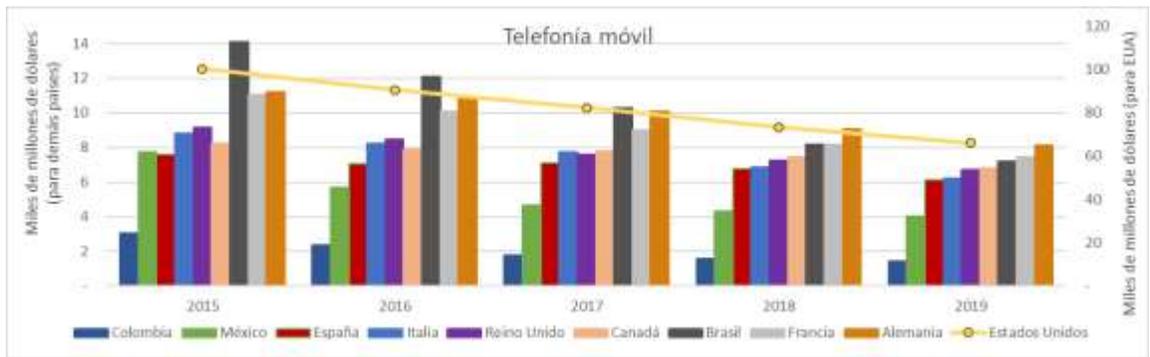
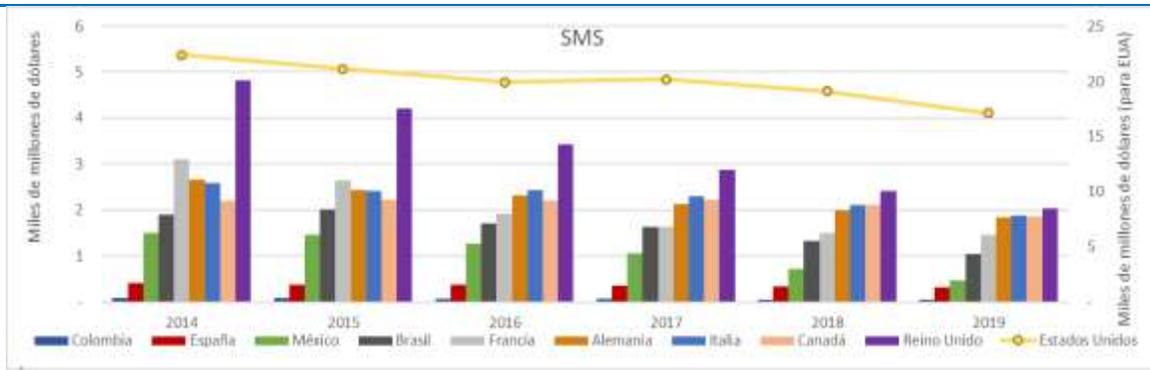
¹² Idea similar en: IFt, 2018, “Visión regulatoria de las telecomunicaciones y la radiodifusión, 2019-2023”, pág. 32. (<http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/transparencia/1vision19-23.pdf>)

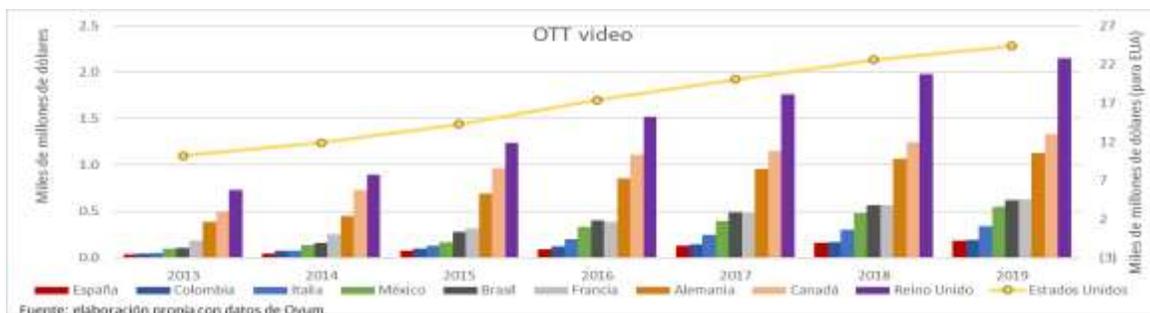
Estos servicios incluyen a los denominados OTT (Over the top), que ofrecen una amplia variedad de funciones y que contribuyen en todas las áreas de la vida de las personas, como la comunicación interpersonal, el entretenimiento, los negocios y las finanzas. Las aplicaciones sobre el Internet han permitido también el desarrollo de las sociedades de colaboración que abarcan actividades como el hospedaje y el transporte público. Su dinamismo responde a la facilidad de uso, la amplitud de funciones, el menor precio al que se ofrecen (incluyendo los servicios gratuitos o a precio cero), el servicio a la carta, la posibilidad de acceder a ellos a través de dispositivos móviles, así como a la mayor penetración de los dispositivos inteligentes y de los servicios de BA.

La evolución reciente de los OTT ha tenido un efecto en los ingresos de los operadores tradicionales de telecomunicaciones. Lo anterior, ya que la fuerte expansión de los servicios sobre el Internet han reducido los ingresos derivados de la venta de servicios tradicionales como el de voz (fija y móvil), mensajería (SMS) y video, a la vez que crecen los correspondientes a la venta de acceso a Internet (datos). Esto es, los OTT han desplazado los ingresos de los servicios tradicionales de telecomunicación, y en ocasiones su uso (Véase Gráfica 5). Lo anterior podría sugerir la presencia de sustitución entre servicios, aunque al mismo tiempo se han generado también efectos de complementariedad en los diferentes niveles de la cadena productiva, lo cual aumenta la demanda de servicios de BA, y puede incidir en la inversión en infraestructura de redes.

Gráfica 5. Ingresos y proyecciones de los ingresos por tipo de servicio. 2014-2019







Fuente: elaboración propia con datos de Ovum.

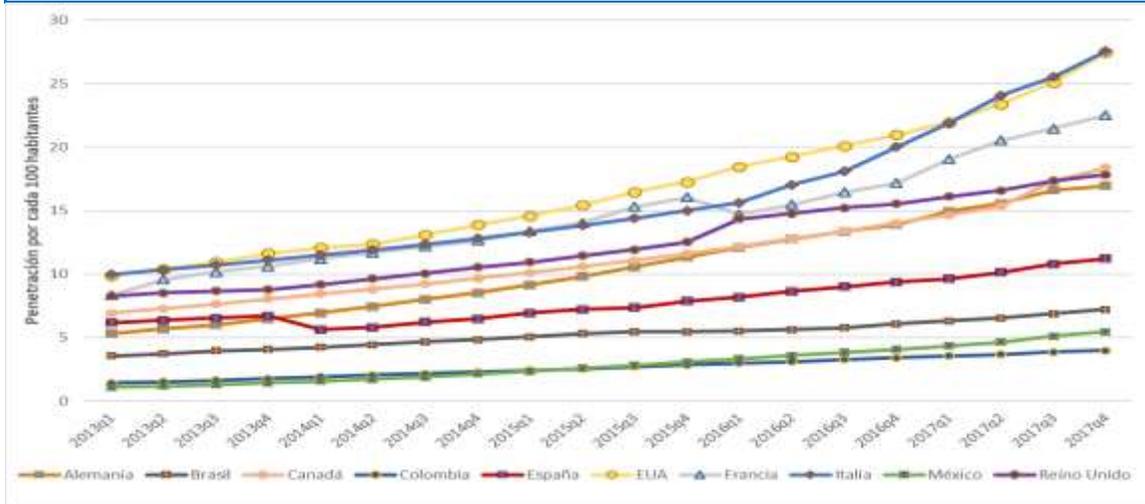
Otro desarrollo digital reciente que genera tráfico en las redes móviles, pero también en las fijas, es el denominado Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés). El IoT se refiere a una serie de aplicaciones que conecta objetos a través de las redes y proporciona información sobre su operación y entorno. Las tecnologías de identificación de las radiofrecuencias son también parte del IoT (Cuevas, 2018).

El IoT aumenta de manera importante las comunicaciones entre dispositivos y objetos, lo que conduce al surgimiento de redes complejas en torno a las personas. Estas redes tendrán un efecto social positivo, en el ámbito del monitoreo de la salud, la educación, la agricultura, el transporte, las manufacturas, las redes eléctricas, entre otras actividades.

El desarrollo de IoT empezó a tomar fuerza desde el 2010, en la medida que se propagaron las conexiones a Internet de alta velocidad y capacidad, así como las mejoras en los protocolos, la baja en los costos de producción del hardware y el incremento en la capacidad computacional. Al día de hoy, prácticamente casi todos los objetos o cosas puedan ser conectadas a Internet, y de este modo controlar y censar los diferentes niveles de funcionamiento, como la velocidad de operación, la intensidad de iluminación, pero (no apagado), activación de alarmas, envío de datos, entre otros. Todas estas acciones pueden llevarse a cabo sin la necesidad de la intervención de la mano del hombre, permitiendo que las cosas o máquinas interactúen entre sí (M2M). En otros casos, una persona puede interactuar con los dispositivos que tengan acceso a Internet.

Entre los países que cuentan con una mayor penetración de los servicios se encuentran Estados Unidos, Italia y Francia. En México, se reportaron 5.5 conexiones de IoT por cada 100 habitantes en el último trimestre de 2017 (Gráfica 6).

Gráfica 6. Penetración de servicios IoT



Nota: la penetración se define como conexiones IoT celulares con licencia por cada 100 habitantes¹³.
 Fuente: elaboración propia con datos de Ovum y GSMA.

El desarrollo del IoT genera el intercambio y análisis de cantidades masivas de datos, para lo cual se requiere espectro en frecuencias variadas¹⁴, que den soporte a una gran diversidad de usos y aplicaciones, para las cuales resulta clave la calidad del servicio. Esto será posible a través de canales espectrales mucho más amplios de los que se utilizan en la actualidad (Radiocommunication Sector of ITU, 2015, en Cuevas, 2018). Además, dado que las redes móviles usan como respaldo la capacidad de las redes fijas¹⁵, se incrementa el tráfico de estas en la medida que ese servicio digital se desarrolla.

2. Los determinantes de la inversión en la literatura académica

¹³ Los datos incluyen las conexiones con licencia, se excluyen las conexiones que se dan con espectro no licenciado.

¹⁴ De acuerdo con el reporte de la agencia Berc (Body of European Regulators for Electronic Communications), los servicios de IoT que requieran tecnologías móviles podrán adaptarse a cualquier frecuencia como: 700, 800 y 900 MHz; 1450 MHz; 1800 MHz; 2 y 2.6 GHz y 3.4 a 3.8 GHz. Documento disponible en: https://berc.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berc/public_consultations/8245-berc-public-consultation-on-the-data-economy

¹⁵ Se hace referencia a las redes usadas para interconectar redes entre sí utilizando diferentes tipos de tecnologías alámbricas o inalámbricas. El *backhaul* conecta otras redes de datos, redes de telefonía celular, y otros tipos de redes de comunicación.

2.1 La relación entre inversión y competencia

En los últimos años, el objetivo de la política regulatoria se ha desplazado de la competencia hacia la promoción de la inversión en redes de nueva generación (Vogelsang, 2017). Lo anterior, debido a la insuficiente inversión por parte de los operadores privados y la creciente necesidad de expandir las redes de un sector con importantes repercusiones a nivel de producción y consumo (Ganuza, Perca y Vieceus, 2011).

En la década de los noventa, la competencia se promovió a través de la DBL para incentivar la inversión en redes de telecomunicación, bajo la premisa de que los nuevos entrantes al mercado necesariamente invertirían y estimularían a través de la competencia la inversión del operador ya establecido. En los servicios fijos la competencia se incentivó además por la existencia de redes paralelas, pero esta opción se acotó normalmente a las zonas densamente pobladas y de mayor capacidad económica, persistiendo la ausencia de servicios en algunas regiones y la necesidad de ir aumentando la calidad de las redes.

En este contexto ha cobrado relevancia el debate en torno a la relación que hay entre la competencia e inversión. Al respecto, Houghbonon et al (2016) abordan los estudios antagónicos en la materia de Schumpeter (1942) y Arrow (1962), destacando que la visión del primero considera que las grandes empresas en mercados más concentrados tienen más probabilidades de invertir, mientras que la visión de Arrow sustenta que la competencia es el principal motor para estimular la inversión, ya que sirve de medio para innovar y escapar de la presión competitiva. Houghbonon et al agregan que la relación entre competencia e inversión es ambigua, ya que hay diferentes estudios empíricos que llegan a conclusiones distintas. Así, por ejemplo, Sacco y Schmutzler (2011) encuentran una relación entre competencia e inversión en forma de “U” (citado en Houghbonon et al, 2016), mientras que Aghion et al (2002) y Houghbonon et al (2016) estiman que dicha relación queda mejor ejemplificada como una “U” invertida. En los últimos años, se ha concluido en general, que es este último planteamiento (relación de “U” invertida) el que tiene mayor sustento (Vogelsang, 2017).

Con base en lo anterior, los estudios que encuentran que la relación entre competencia e inversión es positiva incluyen los de Ridder (2008); Rajabuin et al (2015), Ovington et al (2017) y Garrone et al (2015). Este último, por ejemplo, analiza 18 países de la OCDE y aporta evidencia sobre el efecto benéfico de la DBL. Lo anterior siempre y cuando este mecanismo regulatorio se traduzca en una mayor competencia, la cual incentivará inversión en mejora de la calidad del servicio de BA. Así también, Rajabuin et al (2015) exploran el impacto de las políticas públicas sobre el cambio tecnológico y el desarrollo de la infraestructura de BA fija. Señalan que el tradicional modelo de política y la literatura relacionada tratan los incrementos de capital en las redes como una medida de la calidad de la infraestructura de BA fija. Sin embargo, las entradas de capital relativamente más altas no necesariamente se traducen en más calidad en las redes. Estos autores concluyen que los países que han tenido más éxito en la promoción del acceso y la competencia en los servicios han desarrollado redes que ofrecen mayor calidad.

Distaso et al (2005) y Briglauer et al (2016) muestran que la competencia entre plataformas (cable y redes de cobre) tiene mayor impacto en la ampliación de BA fija, que la competencia en servicios a través de la DBL. Estos últimos añaden la competencia intermodal derivada de las redes móviles.

Cave (2014) sintetiza los efectos esperados de la DBL: “Recientemente había poco consenso sobre los efectos de la DBL. Sin embargo, a la luz de numerosos estudios, parece que las siguientes conclusiones pueden establecerse con mayor certeza, al menos en cuanto se refiere a su aplicación a las redes de cobre de la gran mayoría de los datos europeos analizados: 1) La competencia inter-plataforma es un *estándar de oro*, que genera numerosos beneficios y (...) 2) La competencia basada en la DBL tiene por lo general resultados positivos, pero menos duraderos.¹⁶” Para Crandall et al (2013) también es la competencia entre plataformas la que ha impulsado en mayor medida despliegue de BA fija. Encuentra que las nuevas redes de fibra que se están desplegando en Europa, pertenecen en gran medida a las compañías no

¹⁶ Traducción libre a partir de Cave (2014) página 678.

reguladas, y no por las telefónicas originalmente establecidas sujetas a regulación, ni por los participantes que han confiado en la DBL.

Como se aprecia en el análisis anterior, los distintos estudios realizados han llegado a conclusiones que son diferentes: algunos prueban que la DBL es necesaria para incrementar la BA; otros no encuentran esa relación, y argumentan que, más bien, es la competencia entre plataformas tecnológicas, como la fibra o el cable coaxial modernizado con fibra óptica, las que generan una competencia; otros incluso sugieren que la DBL puede desalentar la inversión presentado el problema del *servicio varado* (Vogelsang, 2017).

Los estudios que muestran una relación entre competencia e inversión en forma de “U” invertida ofrecen un punto conciliatorio entre ambos enfoques teóricos (Schumpeter y Arrow) y ante los resultados empíricos diferentes. En este grupo es posible señalar el estudio de Aghion et al (2002) quienes estiman índices de Lerner para medir la competencia y encuentran la relación en forma de “U” invertida. Argumentan que cuando la competencia pasa de nula a niveles bajos o medios (el número de operadores en el mercado es pequeño) domina un *efecto escape*¹⁷ que define como la circunstancia en la que las empresas buscan obtener una ventaja frente a los entrantes, invirtiendo para diferenciarse y mejorando la calidad de su oferta. Otros autores como Shapiro, C. (2012) y Pedrós et al (2016) también concluyen que la amenaza de competencia y cierta competencia son adecuadas para la innovación, pero demasiada competencia puede ser contraproducente, ya que se trituran los márgenes de utilidad, desalentando la inversión.

¹⁷ Este planteamiento fue presentado originalmente por Shapiro en *Competition and Innovation: Did Arrow hit the bull's eye?* In J. Lerner and Stern (Eds.), *The rate and direction of inventive activity revisited* (pp. 361-404). Chicago, Illinois. University of Chicago Press, 2012. Shapiro señala que las contradicciones entre los planteamientos de Schumpeter y Arrow se eliminan al considerar que estos se sustentan en diferentes aspectos del proceso innovativo. Considera que hay tres principios que guían la relación entre competencia e innovación: la contestabilidad, que contempla las acciones que realizan los agentes para proteger u obtener ventas rentables al ofrecer un mayor valor agregado a los clientes; la apropiabilidad que establece la medida en la que el innovador puede capturar el beneficio social que resulta de la innovación, y las sinergias o creación de complementariedades entre los activos (economías de escala o alcance). Shapiro considera que la contestabilidad se presenta ex ante, por lo que la existencia de poder de mercado desalienta las inversiones. La apropiabilidad funciona ex post y el poder de mercado que surge del producto nuevo genera incentivos a innovar. El efecto de Arrow se basa en la contestabilidad, mientras que la apropiabilidad es básica para el efecto schumpeteriano, así también las sinergias.

Houghbonon et al (2016), utilizan datos de los operadores y encuentran una relación de “U” invertida en la que la inversión es máxima cuando las utilidades de los oferentes están por encima de una tasa del 37%; debajo de ese umbral, hay una relación negativa (*tradeoff*) entre la competencia e inversión. El estudio encuentra también un efecto de largo plazo de la competencia sobre la inversión, el cual amplifica el efecto de corto plazo.

2.2 Otros determinantes de la inversión.

Para fortalecer la inversión, los gobiernos de algunos países han buscado otras variables que inciden favorablemente en la inversión, y han promovido la aplicación de políticas públicas para expandir las redes. Entre estas se encuentra el otorgamiento de incentivos explícitos, tanto abaratando los costos asociados al despliegue de las redes, como fortaleciendo la demanda de tal manera que las inversiones sean más atractivas. Los incentivos usados cubren una amplia gama de opciones que contemplan incluso la participación gubernamental directa e indirecta. Esta incluye la aplicación de mejores condiciones de financiamiento en proyectos público privados; el aval gubernamental o créditos de banca pública; estímulos fiscales a la inversión como la depreciación acelerada; subsidios directos al tendido de red; fortalecimiento de la demanda por BA fija a través de nuevos servicios en red y programas de capacitación para la población en general y para adultos, entre otras.

La inversión pública directa es un instrumento recurrente en el desarrollo de nuevas redes en el contexto internacional, tal es el caso de Suecia, Suiza, Corea, Noruega y Australia, entre otros. Finalmente, existen nuevos modelos de inversión compartida en infraestructura, en los Países Bajos y en Suiza, en donde los operadores están adoptando las redes de siguiente generación de acceso abierto como una propuesta de negocios para compartir y repartir los costos y riesgos (Instituto Berkman, 2010 y Crandall et al, 2013).

En México, la Red Compartida es un proyecto de inversión público-privado, mediante el cual se brindan servicios mayoristas de comunicaciones móviles de siguiente generación para

cubrir a por lo menos el 92 por ciento de la población, favoreciendo así el acceso universal a las tecnologías de la información (Contreras, 2018).

El crecimiento del mercado y su rentabilidad son otros aspectos que inciden en la inversión. Como se señaló en la sección anterior, la expansión de la demanda está hoy en día determinada por la evolución de los OTT, los servicios de datos, el IoT, lo que ha tenido un efecto en los ingresos de los operadores tradicionales de telecomunicaciones. La evolución de estos servicios sin lugar a dudas incide en las decisiones de inversión de los operadores.

Las inversiones pasadas son otro aspecto que determina las decisiones de invertir. Esto es, las fuertes inversiones realizadas en años anteriores en mejorar y modernizar las redes de cobre necesarias para la DBL, pueden desalentar las nuevas inversiones en tecnologías más modernas como las de fibra óptica. Este es el principio del producto varado (*stranded asset*). Ganuza et al (2011) comentan para el caso de España la menor inversión por parte del operador establecido debido a que el despliegue de redes de nueva generación reduciría drásticamente el valor de sus activos actuales, algo que puede ser un factor importante para dicho operador dada su alta cuota de mercado. Así también, Garrone et al (2015) señalan que si hay una sobreinversión en las plataformas de BA tradicionales (es decir, xDSL) o demasiada duplicación de instalaciones de red, no habrá una razón para esperar que los países con niveles relativamente altos en gastos de capital desarrollen redes de BA de mayor calidad. Lo anterior, podría explicar en cierta medida la menor penetración en redes de fibra óptica que se reporta en países como Alemania, el Reino Unido, Italia y Francia. En esos países las velocidades de conectividad ofrecidas a los usuarios son relativamente más altas aun utilizando las redes de cobre DSL. Vogelsang (2017) propone para compensar algunos de esos desincentivos, la aplicación en una primera etapa de precios elevados de acceso a las redes de nueva generación por parte del operador establecido, lo que podría incluso incentivar a sus competidores a invertir en sus propias redes. La existencia de otros activos varados, como la infraestructura pasiva, de hecho, puede tener un efecto positivo sobre la inversión, ya que reduce los costos de despliegue.

Los productos varados surgen por los costos hundidos que implican las redes tradicionales, ya que, al surgir los nuevos productos, ya no se recuperan las inversiones. La depreciación lenta, las tasas impositivas elevadas y los costos de financiamiento altos, tampoco son un incentivo a la inversión.

Autores que han destacado el impacto de otros determinantes de la inversión son Bauer (2010) y Cava-Ferruela y Muñoz (2006). El primero muestra que la penetración ha crecido debido a la densidad poblacional y la propensión a usar tecnologías de la información. Los segundos, estudiando 30 países de la OCDE, prueban que la expansión de las redes de BA fija depende del PIB per cápita, además de la competencia entre las tecnologías. De hecho, para diversos autores, el análisis de la inversión no puede circunscribir su explicación a la apertura de la DBL, sino que responde a la interacción de diversas variables. Así, por ejemplo, Kongout et al (2014) concluyen que los países que han desarrollado una competencia inter-plataforma más intensa logran también una mayor expansión de sus redes de BA fija; pero consideran que la DBL es sólo uno de los muchos factores que inciden, entre los que destacan el PIB per cápita, la densidad poblacional y la tasa de población urbana de cada país. Estas dos últimas variables afectan los costos del despliegue de redes. Estos autores consideran que es importante considerar también variables de la demanda de los servicios y el precio del acceso regulado al bucle local.

En suma, la evidencia empírica actual sugiere que existen diferentes contextos y determinantes que influyen sobre la inversión en nuevas redes. A continuación, se presenta un estudio que analiza el efecto sobre la inversión en nuevas redes, de distintos factores que incluyen la competencia en servicios y redes, pero también otros aspectos relevantes en las decisiones de inversión. El modelo que se plantea en la siguiente sección permite obtener una visión integral de los determinantes de la inversión, sin perder de vista la perspectiva del regulador sobre variables como la DBL y la promoción de nuevos servicios digitales.

3. Modelo

3.1 Descripción del Modelo Fijo y sus variables.

Se plantea un modelo que mide el efecto de la competencia sobre la inversión en redes en el mercado de BA fija, incluyendo tanto la competencia entre redes como la que se da entre servicios a través de la aplicación del esquema regulatorio de acceso abierto de DBL. El modelo incluye también otras variables que explican las decisiones de inversión; tal es el caso del tamaño y fortaleza del mercado, la rentabilidad potencial, los costos asociados, y la estabilidad del mercado local.

La propuesta retoma el debate sobre la relación entre competencia e inversión (Vogelsang, 2017; Rajabuin y Middleton, 2015; Hougbonon et al, 2016; Ovington et al, 2017). Sin embargo, al igual que otras propuestas académicas, no se incluye en las variables explicativas, los precios de los servicios de bucle desagregado, que pueden desincentivar la inversión si se establecen a un nivel de costos.¹⁸ La decisión de omitir los precios responde a que los datos de estos se limitan a los países europeos, lo que excluye a los países de América Latina que son de interés en este estudio.

Cuadro 1. Países incluidos en la muestra

- América Latina: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, México y Perú.
- Europa: España, Italia, Reino Unido, Suecia y Turquía.

Fuente: elaboración propia.

La metodología empleada es de panel utilizando datos trimestrales del periodo de 2013 a 2017 para una muestra de 12 países, la cual incluye países desarrollados y latinoamericanos (Véase Cuadro 1). El esquema que se propone se sustenta en la teoría económica y los planteamientos y hallazgos por parte de autores diversos que han estudiado la relación en países europeos y Estado Unidos. El planteamiento se estimó con diferentes combinaciones de indicadores, lo que da origen a dos versiones del modelo, las cuales dan solidez a las

¹⁸ Rajabuin et al (2015) y Ovington et al (2017) son autores que incluyen los precios del bucle local. En los últimos años, las autoridades regulatorias de algunos países han incrementado los precios regulados que aplican a las diferentes modalidades de DBL. Lo anterior a fin de incentivar la inversión por parte del operador de la red que da acceso. Véase Kongaut et al (2014).

conclusiones, más aún que los diferentes resultados reportados en la literatura surgen debido a los diferentes conjuntos de datos utilizados o debido a la especificación del modelo.

Variable explicada

Inversión. Para medir la inversión se optó por utilizar la penetración del servicio de BA fija que ha sido empleada por algunos autores como indicador de esta variable (Ovington et al, 2017; Konagut et al, 2014). Lo anterior, en virtud de que los flujos de inversión en los últimos años, se destinan a mejorar, modernizar y extender las redes para la provisión del servicio de BA, lo que hace de dicha penetración un indicador adecuado. De manera alternativa, algunos autores han usado el Capex¹⁹ per cápita (Briglauer et al, 2016; Hounghbonon et al, 2016) o la velocidad del servicio (Rajabuin et al, 2015, por ejemplo) como medida de inversión. La información disponible de estos indicadores limita el estudio al uso de la penetración de BA fija como medida de inversión.

Al final de esta sección se presentan algunas consideraciones sobre la velocidad del servicio de BA fija.

Variables explicativas.

Competencia. En la literatura se han utilizado diferentes indicadores para medir la competencia. Los de uso más frecuente es el Índice Herfindahl Hirshman (IHH), aunque también se utilizan las participaciones acumuladas de los diferentes oferentes, el índice de Lerner (IL), entre otras.²⁰ El IHH mide la concentración en el mercado y se calcula a través de las participaciones de los diferentes proveedores que brindan servicios en el mercado. El IL mide el poder de mercado a través del margen entre precio y costo del servicio. Las

¹⁹ El Capex considera el gasto que una empresa realiza en equipo, ya sea por medio de la compra de nuevos activos fijos o por medio de un incremento en el valor de los activos fijos ya existentes.

²⁰ $IHH_t = \sum_i p_{it}^2$, donde p_{it} es la participación de mercado del operador i en el periodo t . El IHH toma valores entre 0 y 10,000, reflejando una situación de menor a mayor competencia. El $IL = \frac{P-C}{P}$, donde P es el precio del bien o servicio y C su costo. El IL toma valores entre 0 (competencia perfecta) y 1 (monopolio). Otras medidas son la denominada $p4$, que se define como la suma de las participaciones de los cuatro oferentes más grandes en el mercado; en mercados menos permeables un indicador relevante es la participación de los nuevos entrantes. Véase por ejemplo la guía para concentraciones (*Merger Guidelines*) publicada por la FCC. Disponible en: <https://www.ftc.gov/sites/default/files/attachments/merger-review/100819hmg.pdf>.

autoridades de competencia en diversos países, incluyendo México, utilizan con mayor frecuencia el primero, y así también emplean las participaciones de mercado de cierto número de oferentes. En este estudio se usa la participación de los entrantes en los servicios de BA fija (Garrone et al, 2015). Esta última es adecuada para destacar la competencia en un mercado como las telecomunicaciones, el cual se caracteriza por barreras a la entrada derivadas de economías de escala y alcance, así como de los costos hundidos. La inclusión de esta medida da énfasis en la permeabilidad del mercado y la presencia de empresas distintas a la originalmente establecida.

Para incorporar la teoría de una relación entre competencia e innovación en forma de “U” invertida (Houghbonon et al, 2016, por ejemplo) o de “U” (Sacco y Schmutzler, 2011), se incluye a modo de alternativa en la especificación del modelo, un componente cuadrático de los indicadores de competencia.²¹

Se contempla además un indicador sobre la participación de mercado de los accesos ofrecidos a través de tecnologías de cable y de fibra óptica. La existencia de redes alternativas a las de cobre (DSL), permite que los operadores tengan opción para la prestación de servicios a los usuarios finales. Este indicador mide propiamente la competencia entre redes. Cabe señalar que, Rajabuin et al (2015) utiliza la proporción de los accesos provistos con tecnología diferente a DSL (cable y fibra); y Wallsten et al (2009) incluye el número de accesos de fibra y los de DSL per cápita.

Regulación de acceso a través de la DBL. Para capturar el efecto de la regulación de acceso DBL, que promueve la competencia en servicios, se incluye una variable dual (Kongaut et al, 2014) que toma el valor de uno si al menos diez por ciento de los accesos se proveen a través de DBL; y toma el valor de cero cuando no se aplica DBL o en los casos en que su implementación es incipiente (provee menos de 10% de los accesos)²². Cabe señalar que

²¹ La inclusión de coeficientes cuadráticos también fue utilizada por Houghbonon et al (2016). Estos autores incluyeron especificaciones lineales y cuadráticas para la DBL y sus diferentes modalidades, entre otras variables.

²² La definición propuesta para la variable dual privilegia que el uso de la DBL tenga un nivel mínimo (que en esta ocasión se define como el 10% de los accesos). De esta manera, los casos de aplicación de la medida incipientes o marginales se agregan a los casos en los que la DBL no se implementa.

Ovington et al (2017) usan el porcentaje de líneas ofertadas a través de DBL sobre el total de líneas de banda ancha en el país, además de que distingue por tipo de DBL. Wallsten et al (2009) distinguen también por tipo de DBL.

Rentabilidad potencial de las inversiones. Las inversiones responden en buena medida a la rentabilidad esperada después de que se realiza esta y, de manera específica, a la diferencia de utilidades que se espera obtener al realizar el proyecto de inversión respecto al punto de partida. Al respecto, Kongaut et al (2014) consideran que los aspectos de demanda son relevantes en estos modelos explicativos.

La perspectiva de rentabilidad depende en buena medida del crecimiento del mercado. Como se señaló en la sección 1.2, en los mercados de telecomunicaciones los servicios a través del Internet son los que presentan un mayor dinamismo, mientras que los tradicionales acusan estancamiento e incluso reducción en diversos países analizados (Véase gráfica 5). Por lo anterior, se incluyen en el estudio dos variables que buscan capturar la capacidad del mercado, tanto en su dinamismo como en el tamaño: la tasa de crecimiento de los suscriptores de BA fija y un estrato de desarrollo. Este último refleja la capacidad adquisitiva de la población de cada país de la muestra. Ovington et al (2017) por ejemplo usan el PIB per cápita y un indicador del nivel educativo de la población. El estrato de nivel de vida resume adecuadamente estos aspectos.

Adicionalmente, se incluyen tres variables que reflejan la expansión de los servicios digitales, estas son: la penetración de los servicios de entretenimiento de audio y video a través de Internet, las denominadas OTT de video; el consumo de datos móviles²³, y la penetración de los servicios de IoT. Los dos últimos se prestan a través de redes móviles, pero usan las redes fijas como respaldo de capacidad, por lo que impactan el uso de mayoreo de las redes fijas. Rajabuin et al, 2015 incluye en sus estimaciones algunos de estos indicadores.

²³ Kongaut et al (2014) estudian los efectos de la competencia inter-plataforma y en servicios sobre la penetración de BA fija. Consideran importante incluir entre las variables explicativas, la penetración de los servicios de BA móvil. Sin embargo, esos autores omitieron la variable por no contar con los datos adecuados. En este estudio el consumo de datos móviles refleja justamente esa variable.

Costo de despliegue de las redes. Este es un aspecto central de las decisiones de inversión, que considera los costos financieros y económicos relacionados con la instalación del cableado, las antenas y demás activos de infraestructura activa y pasiva. Desde luego, pueden incluirse también los costos de transacción, que incluyen el tiempo y la complejidad de los trámites necesarios para los despliegues. La información disponible no permite considerar todos estos aspectos. Por lo anterior, se utiliza a manera de aproximación, la densidad poblacional. Específicamente, en este estudio se estima una variable dual, en la que los países con una densidad poblacional mayor a cien habitantes por kilómetro cuadrado obtienen un valor igual a uno; a los restantes se les asigna un cero. Autores como Briglauer et al (2016) y Houghbonon et al (2016) usan la densidad poblacional como medida del costo de despliegue. Kongout et al (2014) emplea además de la densidad poblacional, la tasa de población urbana; Rajabuin et al (2015) usa esta última.

Tasa de interés. Es importante señalar que las variables explicativas incluyen la tasa de interés, las cuales pueden reflejar el costo del financiamiento, además de la estabilidad macroeconómica general²⁴.

3.2 Resultados del Modelo

Con la aplicación del método de panel se consideraron las opciones sobre los residuales de los efectos aleatorios y fijos, y se aplicó la prueba Hausman²⁵, a fin de seleccionar la opción más conveniente. Bajo esta prueba se eligió el esquema de efectos aleatorios como la alternativa más adecuada, la cual fue estimada con coeficientes robustos.

El Cuadro 2 muestra los resultados de la estimación de tres modelos, para los cuales las variables independientes explican la dependiente con una R^2 que toma valores de 80 y 94

²⁴ Se usaron cifras de *tasa de interés de mercado de dinero* para todos los países, excepto para el caso de Turquía.

²⁵ Esa prueba permite aceptar o rechazar la hipótesis nula H_0 , y establecer si los residuales estimados a través del modelo son aleatorios o no correlacionados con las variables independientes o explicativas incluidas en el modelo. En contraste, cuando la estimación de efectos fijos es consistente con los efectos no observados y las covarianzas se correlacionan y por tanto los efectos aleatorios son inconsistentes, una diferencia estadísticamente significativa es interpretada como contraria a la hipótesis alternativa (H_1) de la estimación de efectos aleatorios.

por ciento. La prueba χ^2 es igual a cero en todos los modelos, esto es, menor a 0.05, lo que demuestra que los coeficientes estimados son diferentes de cero.

La aplicación de los modelos muestra en ambos casos una relación significativa (95 por ciento) y positiva entre la competencia y la inversión. En el modelo 2 el coeficiente de la participación de mercado de los entrantes al cuadrado (que es significativa al 95 por ciento) da cuenta de una relación de “U” inversa entre competencia e inversión. Este resultado es consistente con los hallazgos de otras investigaciones similares, y aporta información útil para el diseño de política en el sector de las telecomunicaciones en los países de América Latina.

Adicionalmente, el efecto de la DBL sobre la inversión es positivo en ambos modelos. El coeficiente estimado para cualquiera de los dos indicadores de la DBL es muy significativo (99 por ciento), y sugiere un mayor impacto sobre la inversión que el que tiene el indicador de competencia. Así, la implementación de la política de acceso a través de la DBL es útil para expandir la BA fija en los países de la muestra.

Cuadro 2. Resumen de resultados			
Variable explicada		Penetración de BAF por cada 100 hogares	Penetración de BAF por cada 100 hogares
Variables explicativas		Modelo 1 (lineal)	Modelo 2 (cuadrático)
Competencia	Particip. Mercado Entrantes	0.262** (0.125)	0.6932** (0.3273)
	Particip. Mercado Entrantes al cuadrado		-0.006195 ** (0.0032)
	Intra-redes: con DBL>10%	17.26*** (6.699)	23.0876*** (3.2478)
	Inter-redes: Hogares con BA fija a través de fibra óptica+cable	0.232*** (4.21E-02)	0.2569*** (0.09927)
Desarrollo de servicios digitales	Penetración OTT video	2.214*** (0.354)	7.3265*** (0.9201)
	Penetración IoT	0.0634** (0.0312)	-0.2809*** (0.0827)

	Tráfico de datos en redes móviles	4.08E-06 (3.19E-06)	0.0000148* (0.00000741)
	Crecimiento suscriptores BAF	0.193*** (0.0361)	0.1235 (0.999)
Control	Estrato de desarrollo	15.94** (6.795)	10.3196*** (3.0040)
	Tasa de interés	0.174*** (0.0632)	0.06448 (0.1264)
	Densidad poblacional	5.516*** (0.648)	-0.8550 (3.8772)
	Constante	10.796 (8.052)	4.8744 (5.3503)
	R cuadrada	0.8003	0.9407
	Wald chi2	36,1933.28	6,677.96
	Número de países	12	12
Errores estándar robustos entre paréntesis ***p<0.01; ** p<0.05; p<0.1			

La competencia entre redes es también altamente significativa para explicar la expansión de la penetración de BA fija. En los dos modelos los signos son positivos, sugiriendo que la competencia inter-plataformas es promotora de la inversión en nuevas redes.

Los indicadores que muestran la rentabilidad potencial del mercado son el estrato de desarrollo del mercado y el crecimiento de los suscriptores de los servicios de banda ancha. El primero se asocia a la capacidad estructural de compra de cada país. El segundo, se vincula al dinamismo del propio servicio y, por ende, a la capacidad de incorporar nuevos usuarios. El estrato de desarrollo es en ambos casos significativo y con un efecto positivo y previsible sobre la inversión; este indicador reporta además un elevado coeficiente lo que denota un mayor impacto sobre la inversión que el del crecimiento de suscriptores de BA fija. El crecimiento de los suscriptores de BA fija reporta un resultado significativo (99 por ciento) y esperado (positivo) en el caso del modelo 1, pero no es significativo en el segundo modelo.

Como se ha comentado en este estudio, el desarrollo de nuevos servicios digitales puede ser un determinante de la inversión en redes. Al respecto, los resultados obtenidos confirman que el mayor uso de los servicios OTT es un detonante de la inversión en BA fija, en virtud del coeficiente positivo y significativo (99 por ciento) obtenido en ambos modelos. Tratándose del tráfico de datos en redes móviles, únicamente se obtiene un efecto positivo (significativo

al 95 por ciento) y pequeño en el caso del modelo 2. Esta variable no tuvo incidencia sobre la inversión en el modelo 1.

Por su parte, la variable de penetración de servicios IoT es significativa en ambos modelos, pero presenta un impacto positivo sobre la inversión sólo en el modelo 1. Lo anterior sugiere que en la medida que se promueve el IoT, se genera un incentivo a invertir. El modelo 2 presenta un resultado contrario, por lo que no es posible establecer una conclusión para esta variable. Cabe señalar que la información disponible sobre la penetración del IoT, corresponde a las conexiones que se dan sobre el espectro licenciado, lo que deja fuera la información correspondiente a estándares como el Sigfox y Lora 1, cuyo uso se ha generalizado y que se aplican en bandas libres.

Por su parte, el indicador de la densidad poblacional se comporta según se planteó en el Cuadro 2, con un efecto positivo (significativo al 99 por ciento) sobre la expansión de los servicios de BA fija, en el modelo 1 y resulta no significativa en el 2. Se confirma que, en los países con mayor densidad poblacional se facilita la inversión en redes de nueva generación. Esta relación hace evidente el reto de conectar a las poblaciones más dispersas y aisladas, que son precisamente las que requieren una mayor atención de la política pública.

Finalmente, los resultados obtenidos para la tasa de interés sugieren que este indicador es estadísticamente significativo en el primer planteamiento. Cabe destacar que el coeficiente estimado es positivo y consistente con lo esperado cuando se considera a la tasa de interés como un indicador de la estabilidad macroeconómica de cada país y con la idea de que los operadores de telecomunicaciones buscan financiamiento para sus proyectos de inversión en la bolsa y en los mercados internacionales de capital.

4. Consideraciones Finales y Recomendaciones

4.1 Consideraciones finales

La relación entre competencia e inversión se ha estudiado sin que se cuente hasta el momento con una conclusión unánime sobre la misma. Los diferentes resultados derivan de aspectos como el periodo de análisis, la utilización de indicadores y la muestra de países incluidos, que normalmente cubre a los desarrollados.

El estudio que se presenta aporta información para países que no han sido estudiados en esta materia, específicamente México y otros de la región latino americana. Se aporta evidencia sobre la existencia de una relación en forma de “U” inversa entre competencia e inversión, al incluir a los países de esa región y capturar al mismo tiempo, el efecto de los servicios digitales sobre la inversión.

El análisis sugiere que la competencia en servicios, la competencia entre redes y la aplicación de la regulación de acceso a través de la DBL propician la inversión de los servicios de BA fija. De manera particular, la regulación de DBL reporta tener el mayor impacto positivo sobre la inversión. De hecho, esta favorece el desplazamiento de usuarios de los operadores establecidos, hacia los nuevos entrantes, propiciando un ambiente más competitivo en el corto plazo, con la consecuente reducción del precio, el incremento de la diversidad y calidad de servicios, la expansión de las ventas y el aumento del bienestar social que de ello se desprende.

En países como Alemania, Italia, España y Suecia, se ha mantenido un número significativo de entrantes que rentan el bucle. La competencia promovida por la DBL ha propiciado la caída de los precios de los servicios de BA fija y el crecimiento de la penetración de ese servicio. Sin embargo, el impulso que cobró la utilización de las redes de cobre, podría haber inhibido el despliegue de redes de fibra óptica a través del efecto de “*producto varado*”. En los países latinoamericanos no se ha aplicado sustantivamente la DBL, pero la inversión se propicia impulsada por la competencia en redes y por otras variables como el desarrollo de los servicios de entretenimiento de audio y video que se ofrecen por Internet.

La existencia de resultados diferentes sobre la relación de la competencia y la inversión, responde también a la complejidad de la misma, que involucra diversos efectos tanto

positivos como negativos. Asimismo, la relación depende de la calibración de los instrumentos de política, ya que los resultados se supeditan en buena medida de las circunstancias específicas de cada país y de los detalles de la regulación, incluyendo aspectos como el precio que se pague por el acceso, el tiempo y efectividad en que se da el acceso, los mecanismos de resolución de controversias, entre otros.

Los efectos derivados de las variables digitales son claros tratándose de la expansión de los servicios de entretenimiento de audio y video que se ofrecen por Internet, que aportan favorablemente a la inversión. Sin embargo, no son sólidos en materia de otras variables consideradas como la penetración de los servicios de IoT o el tráfico de datos en redes móviles. En estos casos se recomienda continuar el estudio de su impacto, en la medida que se cuente con series de datos más amplias.

4.2 Recomendaciones de política pública

Los resultados obtenidos permiten establecer los siguientes resultados de política pública:

- La existencia de una relación en “U” invertida entre competencia e inversión sugieren que la inversión se promueve en un entorno con competencia. Así, los esfuerzos por incentivar y proteger la competencia por parte de las autoridades generarán incentivos a expandir las redes. Si bien la competencia es deseada, para fines de inversión la atomización del mercado no es necesaria. Una estructura equilibrada con un número acotado de participantes puede resultar benéfica para la expansión y modernización de las redes.
- La DBL es una herramienta adecuada para incentivar la inversión y deberá implementarse en los países de América Latina que aún se encuentran en proceso de introducirla.
- Los resultados obtenidos en este estudio a partir de cifras de 12 países sugieren que la competencia entre redes de tecnologías alternativas al cobre, es también un incentivo para

la inversión. Por ello debe promoverse un marco actualizado y adecuado para que las redes de cable sigan compitiendo con vigor.

- La competencia entre redes es un hecho en un número importante de localidades del país, pero no existe en todas las poblaciones. Por lo anterior, es importante continuar el estudio sobre el impacto de la competencia en la inversión en el ámbito regional, distinguiendo las diferentes localidades según su equipamiento.

5. Bibliografía

- Aghion, Ph., Bloom, N., Blundell R., Griffith, R. y P. Howitt. (2002). Competition and innovation: an inverted U relationship. Working Paper 9269. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w9269>.
- Al-Mutawkkil, A.; Heshmati, A. y Hwang, J. (2009). Development of telecommunication and broadcasting infrastructure indices at the global level. Telecommunications Policy. Vol. 33, Issue 3-4; April-May, pp. 176-199.
- Bauer, J. M. (2010). Regulation, Public Policy, and Investment in Communications Infrastructure, Telecommunications Policy. Vol. 34 (1), pp. 65-79.
- Briglauer, W., Gugler, K. y Haxhimusa, A. (2016). Facility-and service-based competition and investment in fixed broadband networks: Lessons from a decade of access regulations in the European Union member states. Telecommunications Policy. Vol. 40, 729–742.
- Cava-Ferruela, I. y Alabau-Muñoz, A. (2006). Broadband Policy Assesment: A Cross-National Empirical Analysis. Telecommunications Policy. Vol. 30.
- Cave, M. (2006). Encouraging Infrastructure Competition via the Ladder of Investment. Telecommunications Policy, Vol. 30, pp. 223-237.

- Cave, M. (2014). The ladder of investment in Europe, in retrospect and prospect. *Telecommunications Policy*, Vol. 38, pp. 674–683.
- Contreras Saldívar, G. O. (2018). Reforma en materia de telecomunicaciones. Colec. Administración pública, serie de reformas estructurales. Fondo de Cultura Económica. México. ISBN 978-607-16-5556-1.
- Crandall, R., Eisenach, W., Ingraham, Allan T. (2013). The Long Run Effect of Copper Unbundling and the Implication for Fiber. *Telecommunications Policy*. Vol. 37, Issues 4-5, pp. 262-281.
- Cuevas-Ruiz, J.L. (2018). Internet de las Cosas. Demanda espectral. Disponible en: http://centrodeestudios.ift.org.mx/documentos/publicaciones/2018/Reporte_IoT_espectroJLCR.pdf.
- De Ridder, J. (2008). “What drives Broadband Uptake?” *Media International Australia*, No. 127.
- Distaso, W., Lupi, P., y Manenti, F., (2005). Platform Competition and Broadband Uptake: Theory and Empirical Evidence from the European Union. *Information Economics and Policy*, Vol. 18, Issue 1, pp. 87-106.
- Ganuza, J.J., Perca K. y Viacens, M.F. (2011). Las Redes de Nueva Generación: ¿un nuevo modelo para las telecomunicaciones en España?
- Garrone, P. y Zaccagnino, M. (2015). Seeking the links between competition and telecommunications investments. *Telecommunications Policy*. Vol. 39, pp. 388-405.
- Hounghonon, G.V. y Jeanjean F. (2016). What level of competition intensity maximizes investment in the wireless industry? *Telecommunications Policy*. Vol. 40, pp. 774-790.

- Instituto Berkman, (2010). “Next Generation Connectivity. A review of Broadband Internet Transition and Policy around the World.” The Berkman Center for Internet & Society at Harvard University. Documento disponible en: <http://ictlogy.net/bibliography/reports/projects.php?idp=1599>.
- Kongaut Ch. y Bohlin, E. (2014). Unbundling and infrastructure competition for broadband adoption: Implications for NGA regulation. *Telecommunications Policy* Vol. 38, pp. 760-770.
- Ovington, T., Smith, R., Santamaría J. y Stammatic L. (2017). The impact of intra-platform competition on broadband penetration. *Telecommunications Policy*. Vol. 41, pp. 185-196.
- Pedrós, X; Bahía, K.; Castells, P. y Abate, S. (2016). Assessing the impact of mobile consolidation on innovation and quality. An evaluation of the Hutchison/Orange merger in Austria. GSMA. Disponible en: <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=ca2ea66a84db24c180cf502709600450&download>.
- Pradhan, R.P.; Arvin, M.B.; Norman, N.R. y Bele, S.K. (2014). Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel VAR approach. *Telecommunications Policy*. Vol. 38, pp. 634–649.
- Rajabiun, R y Middleton, C. (2015). Regulation, investment and efficiency in the transition to next generation broadband networks: Evidence from the European Union. *Telematics and Informatics*. Vol. 32, pp. 230-244.
- Shahiduzzaman Md. y Khorshed A. (2014). The long-run impact of Information and communication technology on economic output: The case of Australia. *Telecommunications Policy*. Vol. 38, Issue 7, pp. 623-633.

- Shapiro, C. (2012) Competition and Innovation: Did Arrow hit the bull's eye? In J. Lerner and Stern (Eds.), *The rate and direction of inventive activity revisited* (pp. 361-404). Chicago, Illinois. University of Chicago Press.

- Sudtasan, T. y Mitomo, H. (2018). The internet of things as an accelerator of advancement of broadband networks: A case of Thailand. *Telecommunications Policy*. Vol. 42, pp. 293-303.

- Vogelsang, I. (2017). The role of competition and regulation in stimulating innovation-Telecommunications. *Telecommunications Policy*. Vol. 41, pp. 802-812.

- Wallsten. S.J. y Hausladen S. (2009). Net neutrality, unbundling, and their effects on international investment in next-generation networks. Disponible en: <https://techpolicyinstitute.org/wp-content/uploads/2009/04/net-neutrality-unbundling-and-2007297.pdf>.