

Nº 138

DICIEMBRE • 2022

# ARTÍCULO

El efecto de la banda ancha  
en el crecimiento económico  
de América Latina: una aproximación  
basada en un modelo  
de ecuaciones simultáneas

María Verónica Alderete

REVISTA  
CEPAL

COMISIÓN  
ECONÓMICA PARA  
AMÉRICA LATINA  
Y EL CARIBE



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# El efecto de la banda ancha en el crecimiento económico de América Latina: una aproximación basada en un modelo de ecuaciones simultáneas

María Verónica Alderete

## Resumen

Este trabajo analiza los efectos de la banda ancha en el crecimiento económico en América Latina, distinguiendo banda ancha móvil y fija. Aunque existen estudios sobre los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), en la región de América Latina son escasos. Se utilizan datos de 20 países correspondientes al período 2010-2018. Se estima un modelo de ecuaciones simultáneas basado en Koutroumpis (2009) y Katz y Callorda (2013). Los resultados muestran una contribución significativa y positiva de la banda ancha fija y móvil al crecimiento económico de la región. Un incremento en un 1% de la penetración de la banda ancha móvil genera un incremento del 0,23% en el PIB; mientras que un incremento del 1% de la banda ancha fija aumenta el PIB en un 0,31%. Este efecto es mayor que el hallado en otros análisis en que no se considera la complementariedad entre ambas bandas.

---

## Clasificación JEL

O3, O4, C3, L9

## Palabras clave

Internet, banda ancha, tecnología de la información, tecnología de las comunicaciones, servicios móviles de telecomunicaciones, crecimiento económico, producto interno bruto, modelos matemáticos, América Latina

## Autora

María Verónica Alderete es investigadora adjunta en el Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS/CONICET) y profesora adjunta en el Departamento de Economía de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina. Correo electrónico: [mvalderete@iieess-conicet.gob.ar](mailto:mvalderete@iieess-conicet.gob.ar).

## I. Introducción

En varios países del mundo, la infraestructura de banda ancha se reconoce ampliamente como un elemento fundamental para el crecimiento económico (OCDE, 2009; Reynolds, 2009). La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define la banda ancha como una red que ofrece una velocidad combinada de al menos 256 kb por segundo en una o ambas direcciones (UIT, 2005 y 2006). El despliegue de la banda ancha es uno de los principales objetivos políticos y estratégicos de estos años. Con ello se busca incrementar la productividad de las economías y promover la creación de empleo.

El marco de investigación más utilizado en esta área relacionada con las tecnologías de la información y la productividad es la contabilidad del crecimiento económico neoclásica. En numerosos estudios se ha establecido la existencia de una correlación positiva entre la penetración de la banda ancha en un país o región y el crecimiento económico (Crandall, Lehr y Litan, 2007; Katz, 2009 y 2010; Koutroumpis, 2009; Pérez Martínez, 2012; Alderete, 2017). Sin embargo, existen escasos trabajos que examinen la relación entre crecimiento económico y banda ancha móvil (UIT, 2020). A diferencia de la UIT (2020)<sup>1</sup>, que mide el impacto de la banda ancha (fija y móvil) y de la transformación digital en la región de América en su conjunto, en este trabajo se considera el efecto de ambos tipos de banda ancha en conjunto, y no por separado, prestando especial atención a los países de América Latina.

La evolución de la base de conocimiento subyacente a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en forma de un conocimiento recombinado ha favorecido el crecimiento económico mediante la aplicación de un nuevo núcleo de tecnologías altamente complementarias (Antonelli, Krafft y Quatraro, 2010). Por un lado, existe una hipótesis de complementariedad entre la banda ancha fija y la banda ancha móvil<sup>2</sup>. Por otro, los datos recientes muestran que la banda ancha inalámbrica reviste un interés especial en regiones de bajo ingreso y rurales. Si bien la penetración de la banda ancha fija sigue en aumento, la banda ancha móvil está alcanzando tasas de crecimiento exponenciales en los países en desarrollo, en comparación con los países desarrollados (Thompson y Garbacz, 2011). El servicio de banda ancha móvil ha crecido muy rápidamente durante los últimos años y ya ha superado a la banda ancha fija alrededor del mundo (UIT, 2014).

El exponencial crecimiento económico de la banda ancha móvil no solo es resultado de las inversiones en infraestructura o del despliegue de ese tipo de banda ancha, sino también de las mejoras complementarias en lo que se refiere al acceso a equipos de telefonía móvil y a las mejoras en sus usos y aplicaciones. A medida que la ley de Moore funciona a lo largo del tiempo en procesadores, memorias, sensores y varios otros elementos del *hardware* (una notable excepción son las baterías, cuyo rendimiento no ha aumentado a una tasa exponencial debido a que dependen esencialmente de reacciones químicas, a diferencia de los equipos digitales), el resultado va más allá de obtener equipos de computación más rápidos, baratos, pequeños y livianos. También permite que realicen tareas que anteriormente parecían fuera de su alcance (Brynjolfsson y McAfee, 2014, pág. 27).

Los servicios de banda ancha móvil aseguran un mejor alcance y menores costos, a diferencia de los servicios de banda ancha fija, que se caracterizan por tener un alcance limitado y gastos de capital altos. Por otro lado, proveen un acceso extraordinario a experiencias altamente personalizadas en Internet. De hecho, las telecomunicaciones móviles afectan profundamente la manera en que los usuarios interactúan y poseen externalidades significativas para las actividades económicas en

<sup>1</sup> Cabe aclarar que, hasta el momento de enviar esta publicación a la revista, dicha investigación no se había difundido.

<sup>2</sup> El concepto de banda ancha se refiere al acceso a Internet a alta velocidad. En el caso de la banda ancha fija, el acceso a Internet se consigue mediante un módem para cable, fibra óptica, u otros medios similares. Mientras tanto, la banda ancha móvil permite acceder a todas las funcionalidades de Internet sin conexión directa a una línea terrestre.

que se utilizan (Gruber y Koutroumpis, 2011). Asimismo, el uso de la Internet móvil exige menores habilidades digitales y menores gastos financieros que las computadoras de escritorio o las portátiles (Stork, Calandro y Gillwald, 2013).

En varios países en desarrollo, los productores agropecuarios utilizan los celulares para hallar los mejores precios para sus productos (Kotelnikov, 2007). En Kerala (India), el servicio de telefonía móvil permite a los pescadores aumentar sus ganancias una vez que conocen cuándo los precios del pescado se estabilizan y caen en promedio. Los pescadores podrían evitar desperdiciar su producto (pescado) y los altos costos de transacción mediante la recolección de información del mercado procedente de la telefonía móvil. De esta manera, tanto los compradores como los vendedores alcanzan un mayor nivel de bienestar.

Por otro lado, todavía es bajo el porcentaje de transacciones de comercio electrónico realizadas mediante equipos y aplicaciones móviles en América Latina. Sin embargo, la tasa de crecimiento del comercio electrónico está aumentando a gran velocidad en la región. En este ámbito, actualmente la región de América Latina constituye el segundo mercado de mayor crecimiento en el mundo después de China. Según Mercado Libre, la plataforma de comercio electrónico para transacciones entre empresas y consumidores (B2C) y entre consumidores (C2C), el comercio electrónico representará un 50% del negocio en 2019 (GSM Association, 2014).

En América Latina, la banda ancha móvil está más difundida que la fija debido a la diversidad y asequibilidad de los equipos celulares, y al mayor despliegue de las redes de telefonía móvil. En el año 2013, la penetración promedio de la banda ancha móvil en la región era del 30% mientras que la penetración de la banda ancha fija alcanzaba el 9%. Estos porcentajes son inferiores a los alcanzados por los países de la OCDE, con valores del 79% y el 29% para la banda ancha móvil y fija, respectivamente. De 18 países de América Latina, en 16 casos la penetración de la banda ancha móvil es mayor que la de la fija (CEPAL, 2016a). Entre 2006 y 2013, la tasa de crecimiento de la banda ancha fija fue del 5% mientras que la tasa de crecimiento de la móvil alcanzó el 22%.

Costa Rica posee una alta penetración de la banda ancha móvil, similar al promedio de los países de la OCDE y superior al resto de la región de América Latina. El Brasil es el segundo país mejor posicionado y el Uruguay ocupa el tercer puesto en penetración de la banda ancha móvil. En el caso de la banda ancha fija, el nivel de penetración en estos países es inferior al caso de banda ancha móvil.

Entre los años 2010 y 2014 ha habido una mejora considerable en la asequibilidad de la banda ancha fija. Una forma de medirla es con el precio promedio de 1 Mbps como porcentaje del PIB per cápita mensual. Por su parte, la asequibilidad de la banda ancha móvil puede determinarse a partir del precio promedio de un plan pospago como porcentaje del PIB per cápita (CEPAL, 2016a). En 2010 se necesitaba el 17,8% del ingreso (promedio) para acceder al servicio de banda ancha fija, pero ya en 2014 solo se requería el 3,8% (CEPAL, 2016a). Entre los países más desarrollados, como Francia, el Japón o el Reino Unido, el monto necesario para acceder al servicio está por debajo del 0,1% del ingreso mensual. Por otro lado, en el caso de la banda ancha móvil (plan pospago) esa proporción es aproximadamente del 0,6%.

En América Latina, los países con los porcentajes más altos de asequibilidad de la banda ancha móvil son la Argentina, Chile, Costa Rica y el Uruguay, con porcentajes inferiores al 2% (CEPAL, 2016a). La brecha en la asequibilidad de la banda ancha entre los países más desarrollados y la región de América Latina es inferior en términos de banda ancha móvil que de banda ancha fija.

Por último, en esta región la banda ancha móvil es un instrumento de colaboración para promover la inclusión social (Barrantes Cáceres y Vargas, 2016). Un buen ejemplo es la administración de los programas para combatir la pobreza mediante el uso de la banda ancha móvil. Su utilización

permite mejorar la selección de los beneficiarios, así como el monitoreo y la evaluación de los resultados de los programas. Tal es el caso de los programas Oportunidades en México y Bolsa Familia en el Brasil.

En este análisis se busca analizar la penetración de la banda ancha tanto fija como móvil en América Latina y su efecto en el crecimiento económico. Su principal contribución consiste en analizar si existe una relación de complementariedad o sustituibilidad entre ambos tipos de banda ancha. Esta es su diferencia principal con UIT (2020), donde se analiza el efecto de cada tipo de banda ancha por separado. También representa una ampliación del análisis de Alderete (2017), que se limitaba al impacto de la banda ancha fija en el crecimiento económico de la región de América Latina. Con el fin de alcanzar este objetivo, se emplean datos a nivel de países pertenecientes a la región de América Latina en el período 2010-2018.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se describen los hallazgos más recientes sobre la contribución de la banda ancha fija y móvil al crecimiento económico, con especial hincapié en la región de América Latina. En segundo lugar, se desarrolla un marco teórico sobre la importancia de las TIC para el crecimiento económico y se analiza la literatura con respecto a la relación entre crecimiento económico y banda ancha fija y móvil. En tercer lugar, se describe la metodología basada en un modelo de ecuaciones simultáneas, así como la fuente de datos empleada. Por último, se presentan y explican los resultados obtenidos y se exponen las conclusiones.

## II. Los hallazgos más recientes

Hacia fines de la década de 2000, las limitaciones de las redes de alta velocidad y la escasa competencia en las redes de acceso fuera de los centros urbanos habían afectado negativamente el alcance, la calidad y los precios de los servicios de banda ancha (Galperin, Mariscal y Vicens, 2012).

Por otro lado, son escasos los instrumentos existentes para promover el despliegue de la banda ancha y mitigar las disparidades regionales o atender los nuevos requisitos de conectividad de los hogares, las empresas y las instituciones públicas. En este contexto, es un tema fundamental la intervención pública para el despliegue de redes medulares (o redes núcleo) en áreas con limitados retornos para la inversión privada.

Durante los últimos años, la región de América Latina ha experimentado un cambio hacia una mayor intervención pública en el sector. Los planes de banda ancha nacionales constituyen un conjunto de iniciativas de los gobiernos nacionales para acelerar el despliegue y la adopción de los servicios de banda ancha. Los países de América Latina han sido proactivos en cuanto al diseño y ejecución de estos planes, que también se han visto seguidos por un esfuerzo creciente de coordinación de los planes regionales.

Existen patrones comunes y diferencias en los planes de banda ancha entre los países de América Latina (Galperin, Mariscal y Vicens, 2012). Los principales instrumentos de política en el sector de telecomunicaciones de la región han sido el financiamiento público y la inversión en las redes y equipos, la participación del Estado en el funcionamiento de las redes y una política industrial activa. La proliferación de los planes de banda ancha nacionales muestra la aplicación de tales políticas para fomentar las telecomunicaciones.

En América Latina, 17 países han adoptado planes de banda ancha entre 2010 y 2013. Las fuentes de financiamiento más importantes han sido el fondo de servicio universal, los subsidios gubernamentales y otros mecanismos directos de financiación y asociaciones público-privadas (CEPAL, 2016a). Según Iglesias, Cano y García Zaballos (2015) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre los países del Cono Sur, Chile ha alcanzado el mejor valor en lo que se refiere al estado del plan de banda ancha.

Otros factores que explican la necesidad de políticas orientadas a las telecomunicaciones son las disparidades regionales en infraestructura y acceso a los servicios de telecomunicaciones, sobre todo los de banda ancha. Durante las últimas décadas, las inversiones privadas en el sector se han concentrado en las áreas urbanas con un mayor ingreso per cápita. Sin embargo, el problema real ha sido el fracaso en la ejecución de instrumentos que mitiguen las diferencias regionales, tales como la obligación de extender las redes a los operadores privados y el fondo de servicio universal.

Tras varios años de crecimiento interanual a tasas de alrededor del 50%, el mercado de banda ancha fija en América Latina ha comenzado a mostrar signos de desaceleración. Esto es resultado del nivel de saturación alcanzado en las áreas urbanas de mayor ingreso y de la baja tasa de adopción en hogares de ingreso medio y bajo (Galperin, Mariscal y Vicens, 2012).

Por otro lado, a pesar de que el crecimiento en las suscripciones de telefonía móvil está disminuyendo a medida que el mercado alcanza niveles de saturación, la banda ancha móvil se convierte en el segmento de mercado con crecimiento más acelerado. La tasa de crecimiento promedio anual de las suscripciones a banda ancha móvil fue del 55,3%, mientras que la de la banda ancha fija fue del 11% (CEPAL, 2016b). A pesar de que la banda ancha móvil surgió recientemente (en 2007), ya ha superado a la banda ancha fija. Actualmente, la banda ancha móvil es el principal medio de acceso a Internet, para el 32% de la población, mientras que la banda ancha fija solo alcanza al 10% (CEPAL, 2016a).

En el mundo en desarrollo, los servicios de banda ancha móvil brindan una respuesta a la demanda de acceso a Internet de alta velocidad ante la falta de asequibilidad de los servicios de banda ancha fija. Por su parte, en el mundo desarrollado tanto el consumo de banda ancha fija como móvil siguen creciendo continuamente (UIT, 2014).

Los países difieren en su infraestructura móvil. Algunos están modernizando sus redes de comunicación inalámbrica hacia las redes conocidas como 4G, mientras que otros aún disponen de redes 3G con un alcance parcial o incompleto. En varios países en desarrollo, el acceso a banda ancha todavía es limitado y las redes de tipo 5G están ausentes con limitadas posibilidades de aumentar la penetración en línea (UIT, 2013).

El índice de digitalización mide el progreso de un país en términos de desarrollo digital<sup>3</sup>. En ese aspecto, la región de América Latina se encuentra en la frontera entre las economías emergentes y en transición (Katz, Koutroumpis y Callorda, 2013). Mientras que Chile es el mejor país posicionado de la región, hay países como Cuba, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Nicaragua que pertenecen a la categoría restringida (con un índice inferior a 20) (Alderete, 2017).

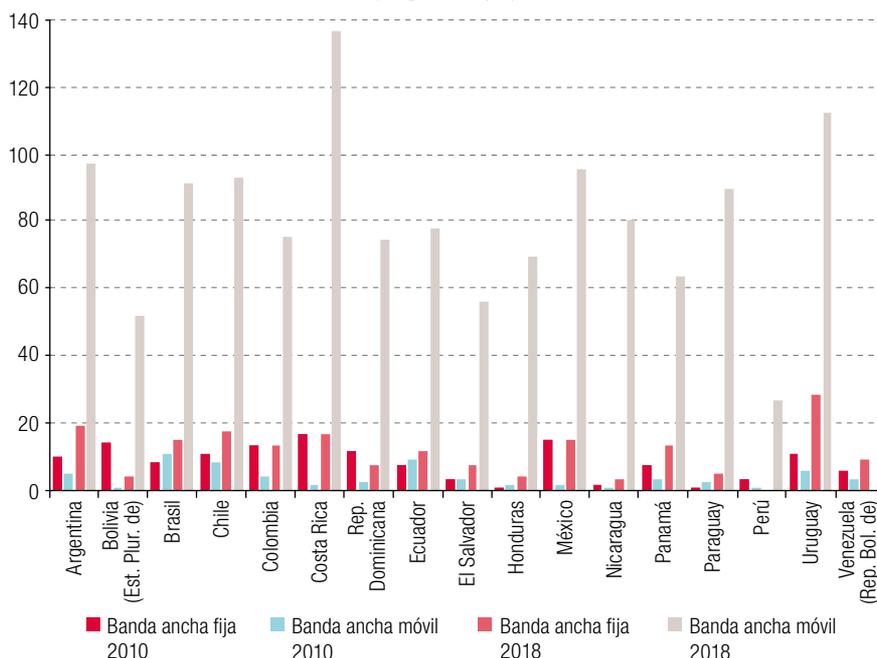
La banda ancha móvil es uno de los segmentos de mercado más dinámicos. A nivel mundial, su penetración alcanzaba el 47% en 2015, un valor que se ha incrementado 12 veces desde 2007 (UIT, 2015). En América Latina, la banda ancha móvil ha crecido en promedio del 8,27% en 2011 al 44% en 2015. Por otro lado, la penetración de la banda ancha fija ha sido más estable, con tasas del 5,63% en 2011 y el 8,7% en 2015.

En el gráfico 1 se muestra la evolución de la penetración de la banda ancha fija y móvil en los años 2010 y 2018 en 17 países de América Latina.

En 2018, la penetración promedio de la banda ancha móvil en la región fue del 77%, mientras que la penetración promedio de la banda ancha fija fue del 12%. El Uruguay es el país de la región que tiene los más altos niveles de banda ancha fija y móvil, mientras que Nicaragua y el Perú son los peor posicionados.

<sup>3</sup> El índice de digitalización consiste en seis componentes o dimensiones que captan el alcance, el nivel de acceso, la confiabilidad, la velocidad, el uso y las capacidades. A su vez, tiene 24 subindicadores que miden la digitalización.

**Gráfico 1**  
América Latina (17 países): penetración de la banda ancha fija y móvil, 2010 y 2018  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia.

### III. Marco teórico

No existe consenso en la literatura sobre el impacto de las TIC en el crecimiento económico, a pesar de que, por lo general, la evidencia empírica establece la existencia de un efecto significativo y positivo de estas nuevas tecnologías en el crecimiento (Madden y Savage, 2000; Jorgenson y Vu, 2007).

De la misma manera que ocurre con la evaluación del impacto económico de las inversiones en TIC, determinar el impacto económico de la banda ancha no es una tarea sencilla. La relación entre las TIC y el crecimiento económico sufre de endogeneidad. Varios autores dudan acerca de la dirección de causalidad entre estas variables. Es probable que los países que tienen un crecimiento del PIB per cápita sólido inviertan más en TIC y que, al mismo tiempo, los países que invierten en TIC más intensamente, alcancen mejores resultados en términos de crecimiento. De cualquier manera, las tasas de penetración de las telecomunicaciones (con respecto al uso del servicio) suelen preceder al crecimiento económico en comparación con las inversiones en telecomunicaciones (Jorgenson y Vu, 2007).

Roller y Waverman (2001) intentaron endogeneizar las inversiones en infraestructura de telecomunicaciones en un grupo de países de la OCDE mediante la especificación de un micromodelo de oferta y demanda de telefonía fija que se estima conjuntamente con una función de producción macroeconómica. De esta manera, establecieron un modelo de ecuaciones simultáneas. Más adelante, el modelo se utilizó como referencia para el caso de la banda ancha fija en los países de la OCDE (Koutroumpis, 2009), en las telecomunicaciones móviles (telefonía celular) de 191 países del mundo (Gruber y Koutroumpis, 2011) y en la banda ancha fija de América Latina (Alderete, 2017). Más recientemente, en UIT (2020) se analizó el efecto de la banda ancha fija y móvil por separado sobre el crecimiento económico a nivel mundial, y en la región de América en particular. De acuerdo a Koutroumpis (2009), un incremento del 1% en la penetración de la banda ancha fija (en países con un

nivel de penetración por debajo del 14%) explica el crecimiento del PIB en un 0,008%. Por otro lado, Alderete (2017) encuentra que un aumento del 1% en la banda ancha fija genera un incremento del producto de 0,087 puntos porcentuales en América Latina. Por su parte, UIT (2020) encuentra para la región de América Latina que un incremento en 1 punto porcentual de la banda ancha fija genera un incremento del 0,15% en el crecimiento. En el caso de la banda ancha móvil, este incremento alcanza el 0,17%. Por otro lado, es posible observar que el efecto a nivel regional es superior que a nivel mundial con ambos tipos de banda ancha.

En otros estudios también se ha tenido en cuenta el problema de la endogeneidad y, con ese fin, se han empleado metodologías alternativas en el caso de los Estados Unidos (Crandall, Lehr y Litan, 2007; Greenstein y McDevitt, 2009). Greenstein y McDevitt (2009) hallaron un efecto positivo y pequeño de la banda ancha fija en la economía estadounidense. En el caso de los países de la OCDE, Czernich y otros (2011) estiman que un incremento de 10 puntos porcentuales en la banda ancha hace que el crecimiento per cápita anual aumente entre 0,9 y 1,5 puntos porcentuales.

En general, se puede observar que el impacto promedio de la banda ancha fija sobre el crecimiento económico es relativamente bajo. Existe consenso en el sentido de que el impacto de las TIC sobre la actividad económica se encuentra subestimado. Esta subestimación se explica por la dificultad para medir el valor de los bienes y servicios intangibles y la difusión de las TIC a partir de sus usos y aplicaciones (CEPAL, 2016a). Las diferencias en el impacto de las TIC están relacionadas con el grado de madurez del ecosistema digital, que incluye factores tales como una adecuada infraestructura de banda ancha, la difusión de las TIC y la intensidad de su uso entre individuos y empresas, así como su incorporación a los procesos productivos y organizacionales.

Por otro lado, Waverman, Meschi y Fuss (2005) encuentran una relación entre acceso a la telefonía móvil y crecimiento económico, con un impacto más significativo en los países en desarrollo que en los países desarrollados.

Tan solo en unos pocos estudios se ha analizado la relación entre las tecnologías de banda ancha fija y móvil. Algunos autores hallan una relación complementaria entre ellas (Galperin y Callorda, 2014; Lee, Marcu y Lee, 2011; Cardona y otros, 2009). Sin embargo, otros establecen que la banda ancha fija y la banda ancha móvil se sustituyen entre sí (Srinuan, Srinuan y Bohlin, 2012). Lee, Marcu y Lee (2011) examinan los factores que explican la difusión de la banda ancha fija y móvil, y sugieren que en varios países de la OCDE la banda ancha móvil es un complemento de la banda fija en los comienzos del despliegue de esta tecnología en sentido amplio. De igual manera, este trabajo supone una relación de sustitución entre ambas tecnologías.

Thompson y Garbacz (2011) elaboraron un modelo para determinar el impacto directo del uso de la banda ancha fija y móvil en el PIB por hogar, basado en un panel de datos de 43 países para el período 2005-2009. Los autores estiman ecuaciones separadas para la banda ancha fija y móvil para controlar la endogeneidad entre el PIB y la banda ancha. Por un lado, hallan que la banda ancha móvil posee un efecto directo positivo en el PIB por hogar de un país, con mayor incidencia en las economías de bajos ingresos respecto de las de alto ingreso. Por otro lado, encuentran que la banda ancha fija no posee un impacto económico.

El hecho de que el PIB no capture los beneficios totales de las inversiones en TIC podría explicarse por el rezago en el tiempo del impacto de las inversiones en TIC sobre la economía de un país. Este retraso es resultado de los activos complementarios que se necesitan para explotar apropiadamente las oportunidades digitales. Se necesitan innovaciones complementarias previas para que las tecnologías de propósito general, como las tecnologías de la información, puedan producir su real impacto (Brynjolfsson, 1993). Al respecto, Brynjolfsson y Hitt (2003) argumentan que toma entre cinco y siete años en promedio que las inversiones en computadoras se vean reflejadas en la productividad total de las empresas. Durante este tiempo, se realizan esfuerzos e inversiones complementarias que contribuyen a ese resultado.

Una explicación alternativa es que el impacto sobre el crecimiento económico proviene de dos fuentes: i) por un lado, de la “caja blanca” de componentes tales como el nivel de capital, las inversiones en TIC y el trabajo; ii) por otro, de una “caja negra” que se refiere a la productividad total de los factores cuyo origen y composición todavía se encuentra en debate (Samoilenko y Osei-Bryson, 2011). En este sentido, Brynjolfsson y McAfee (2014) argumentan que el crecimiento económico no está acabado, solamente se ha visto interrumpido o frenado por la incapacidad de las personas de procesar todas las nuevas ideas a una velocidad adecuada.

A su vez, Holt y Jamison (2009), en el caso de los Estados Unidos, obtienen un efecto económico positivo de la banda ancha, sin mayor precisión. Una de las dificultades que se ha puesto de relieve en los estudios sobre el efecto de las TIC es que su impacto evoluciona, pasando quizás por períodos de crecimiento negativo, a medida que los negocios experimentan con las nuevas aplicaciones y reorganizan sus operaciones.

Otros, como Van Ark e Inklaar (2005), sugieren que las inversiones en TIC pueden afectar la economía siguiendo un patrón en forma de U. Al comienzo, la tecnología se difunde alrededor del país, lo que provoca un aumento de la productividad, seguido por un período de crecimiento negativo de este parámetro, a medida que los negocios dentro del país experimentan o usan la tecnología y aprenden cómo explotarla adecuadamente. Este período de aprendizaje consiste en inversiones en activos complementarios, tales como el capital humano, y cambios organizacionales que no se traducen inmediatamente en mayor productividad.

Según la teoría de recursos y capacidades, la combinación de competencias y activos complementarios produce efectos sinérgicos sobre el desempeño de las firmas (Taher, 2012; Rivard, Raymond y Verreault, 2006). En esta línea, la hipótesis es que las bandas anchas fija y móvil, utilizadas en forma combinada, generan una sinergia adicional a sus efectos por separado.

## 1. Determinantes de la demanda de banda ancha

Como cualquier otro mercado, el de banda ancha es resultado de la dinámica entre las fuerzas de la oferta y la demanda. De acuerdo a algunos autores, la adopción de la banda ancha se encuentra más restringida por la demanda que por la oferta (Oh, Ahn y Kim, 2003; Stanton, 2004; Irani, Dwivedi y Williams, 2009). Esta afirmación no sorprende, teniendo en cuenta el énfasis de investigaciones previas en la adopción de tecnologías por parte de los hogares. Por su parte, los factores del lado de la oferta no se consideran un gran problema en varios países (Irani, Dwivedi y Williams, 2009).

La reducción de los precios es una estrategia exitosa para atraer a los clientes en las primeras etapas. No obstante, una vez que se alcanza el nivel de saturación, deben analizarse otros factores de adopción, tales como la utilidad percibida y la influencia social, entre otros. Estos factores son examinados por el Modelo de Aceptación Tecnológica, pero ese análisis va más allá del alcance del presente modelo.

En estudios previos sobre la difusión de la banda ancha a nivel mundial se encontró que el menor costo de uso del servicio es uno de sus principales determinantes (Gruber, 2001; Gruber y Verboven, 2001; Liikanen, Stoneman y Toivanen, 2004; Koski y Kretschmer, 2005; Rouvinen, 2006). Cuanto menor es el precio del servicio de banda ancha, mayor se espera que sea su difusión. De igual manera, en la región de América Latina, Alderete (2017) y UIT (2020) predicen que un aumento del 1% en el precio de la banda ancha fija reduce la cantidad demandada de suscripciones en un 0,29% y un 0,15%, respectivamente.

Por otro lado, la competencia entre plataformas (basada en instalaciones entre diferentes plataformas) se ha convertido en una herramienta fundamental para reducir los precios, incrementar el número de usuarios, mejorar la calidad del servicio y promover las inversiones y la innovación (UIT, 2003; Lee, Marcu y Lee, 2011). De esta forma, la complementariedad entre banda ancha fija y móvil influye en la adopción de la banda ancha. Distaso, Lupi y Maneti (2006) establecen que la competencia

entre plataformas, por ejemplo, entre banda ancha fija y móvil, puede determinar la difusión de la banda ancha. Por otro lado, no existe consenso respecto a si los estándares simples o múltiples provocan la difusión de las comunicaciones móviles.

Lee, Marcu y Lee (2011) introducen la complementariedad entre los dos tipos de banda ancha al incluir en su modelo el precio de la banda ancha fija como variable explicativa de la demanda de la móvil. Si esta fuese un complemento de la banda ancha fija, podría aumentar la penetración de la banda ancha. En cambio, si la banda ancha móvil fuera un sustituto, el efecto agregado de la banda ancha sería ambiguo. Por un lado, la penetración de la banda ancha podría acelerarse mediante la competencia entre plataformas, pero al mismo tiempo podría verse contrarrestada por las inversiones irrecuperables en banda ancha fija.

Asimismo, según estudios de mediados de los años 2000, en las etapas relativamente tempranas del despliegue de la banda ancha como servicio, los factores socioeconómicos (particularmente el ingreso) explican la adopción de la banda ancha más que la sensibilidad ante cambios en los precios, aun controlando la disponibilidad del servicio (Horrigan, 2015). La adopción de las TIC, así como la penetración de la banda ancha, están relacionadas directamente con el desarrollo económico (Horrigan, 2015; Kyriakidou, Michalakelis y Spichopoulos, 2011; Holt y Jamison, 2009; Samoilenko y Osei-Bryson, 2011). Los resultados hallados con respecto a los efectos del ingreso, del precio de la banda ancha y la competencia en su difusión se encuentran mezclados (OCDE, 2007).

A su vez, sobre la base de Thompson y Garbacz (2011) se introducen como variables de control en las funciones de demanda las suscripciones a celulares por cada 100 habitantes como un indicador indirecto (*proxy*) de las inversiones en infraestructura de telecomunicaciones. Por último, se introduce el índice de competencia en Internet y telefonía tanto en las funciones de demanda como de oferta para controlar el nivel de concentración y de regulación del sector, de forma similar a la metodología utilizada en UIT (2020).

## IV. Metodología y datos

Para controlar la endogeneidad entre la penetración de la banda ancha y el crecimiento económico, se estima un modelo de ecuaciones simultáneas. El modelo está compuesto de dos o más ecuaciones cuyo número es igual al número de variables endógenas.

Estos modelos son útiles cuando existe interdependencia entre dos o más variables (relación bidireccional) y una influencia simultánea entre las variables y las ecuaciones. Los parámetros se estiman en función de la información provista por el sistema de ecuaciones.

El modelo a estimar se compone de un conjunto de cuatro ecuaciones: i) una función de producción; ii) una función de demanda; iii) una función de oferta, y iv) una función de producto. Estas últimas tres funciones permiten modelar el mercado de banda ancha, controlando la causalidad inversa.

La producción se representa mediante una función de tipo Cobb Douglas. En esta función, expresada en términos logarítmicos, el crecimiento del PIB depende de las variaciones o cambios en el capital físico distinto de las TIC, de la mano de obra calificada y de las infraestructuras de banda ancha fijas y móviles.

Según Katz y Callorda (2013), la función agregada de producción vincula al PIB con la formación o inversión bruta de capital fijo, excluyendo las inversiones en telecomunicaciones en el sector privado, la mano de obra calificada (medida como el porcentaje de la mano de obra que tiene un nivel de educación intermedio) y las infraestructuras de banda ancha fija y móvil medidas por sus tasas de penetración (número de suscripciones de banda ancha fija y móvil)<sup>4</sup>. De acuerdo a Madden y Savage (2000), el uso de las tasas de penetración de telecomunicaciones como variables independientes de los estudios de producción puede ser menos problemático que las medidas de inversión. Esto justifica el uso de las tasas de penetración de la banda ancha en lugar de los indicadores de inversión. Sin embargo, no existen estadísticas internacionales sobre

<sup>4</sup> Para distinguir entre el capital físico y el capital TIC, los autores deducen las inversiones en telecomunicaciones del sector privado a partir de la formación bruta de capital, con datos del Banco Mundial.

el monto de las inversiones en banda ancha. Al respecto, el indicador de inversiones en telecomunicaciones del sector privado que publica el Banco Mundial no sería apropiado, ya que las telecomunicaciones incluyen otras tecnologías, tales como radio y televisión, que las distinguen de la banda ancha.

Por su parte, la función de demanda relaciona la tasa de penetración de la banda ancha con el precio del servicio de banda ancha básico (el plan más barato de banda ancha móvil pospago de 1 GB), el precio de la banda ancha fija (la tarifa más barata) y el consumo per cápita de los hogares. Como en Katz y Callorda (2013), se utiliza el consumo per cápita en lugar del PIB per cápita, pues este no se considera un indicador adecuado de ingreso, sobre todo en países de América Latina donde existen problemas en cuanto a las estadísticas oficiales y la informalidad laboral. Se incluye el precio de la banda ancha fija para estimar la relación de complementariedad entre banda ancha fija y móvil. También se incorpora la variable del número de suscripciones a telefonía celular para controlar el efecto de las inversiones en infraestructura de banda ancha, además de agregarse el índice de competencia en Internet y telefonía para aproximar el efecto del grado de concentración y regulación del sector.

A su vez, la función de oferta expresa la relación entre los ingresos agregados de las ventas de banda ancha, el nivel de consumo de los hogares y las tasas de urbanización de un país determinado<sup>5</sup>. Dado que el despliegue de la banda ancha móvil está correlacionado con la concentración urbana, la oferta de banda ancha debe mostrar esta tendencia estructural (Katz y Callorda, 2013). Asimismo, la ecuación incluye la variable de control del índice de competencia en Internet y telefonía para aproximar el efecto del grado de concentración y regulación del sector.

La ecuación de producto relaciona el cambio anual en la penetración de la banda ancha móvil con los ingresos provenientes de las ventas de banda ancha. Tal cambio se utiliza como indicador de la inversión anual en capital de banda ancha. Esta ecuación asume una relación estable y constante entre las ventas y la inversión, lo que no siempre sucede (Roller y Waverman, 2001; Koutroumpis, 2009). De esta manera se construye un sistema de ecuaciones, cuyas funciones son:

$$\ln \text{ PIB} = \alpha_1 \ln \text{ capital noTIC pc} + \alpha_2 \ln \text{ trabajo calificado} + \alpha_3 \text{ banda ancha fija} + \alpha_4 \text{ banda ancha móvil} + \varepsilon_1$$

$$\ln \text{ banda ancha} = \beta_1 \ln \text{ consumo pc} + \beta_2 \ln \text{ precio de la banda ancha móvil} + \beta_3 \text{ precio de la banda ancha fija} + \beta_4 \ln \text{ celulares} + \beta_5 \ln \text{ índice de competencia} + \varepsilon_2$$

$$\ln \text{ ingreso de la banda ancha} = \beta_1 \ln \text{ consumo pc} + \beta_2 \ln \text{ urbanización} + \beta_3 \ln \text{ índice de competencia} + \varepsilon_3$$

$$\ln \text{ penetración de la banda ancha} = \beta_1 \ln \text{ ingreso de la banda ancha} + \varepsilon_4$$

Para la estimación del modelo se emplea el *software* STATA 14. En el cuadro 1 se resume la información sobre las variables incluidas en el modelo, con su nomenclatura y la fuente de donde provienen los datos.

**Cuadro 1**  
Descripción de las variables

| Variables          | Abreviatura (en ln) | Descripción  | Fuente   |
|--------------------|---------------------|--|--|
| PIB                | lpib                | PIB constante a precios de 2010  | Banco Mundial  |
| Capital no TIC     | lcapitalnoTIC       | Formación bruta de capital, excluidas las inversiones en telecomunicaciones del sector privado | Banco Mundial  |
| Trabajo calificado | ltrabajo            | Mano de obra con nivel educativo intermedio  | Banco Mundial  |
| Banda ancha móvil  | lbm                 | Suscripciones activas de banda ancha móvil cada 100 habitantes                                 | Unión Internacional de Telecomunicaciones; Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina (cet.la) |

<sup>5</sup> La variable dependiente es el ingreso proveniente de las ventas de banda ancha, sea fija o móvil (suscripciones a banda ancha o tasa de penetración). Desafortunadamente, no hay información disponible de todos los años en la región sobre las inversiones en infraestructura de banda ancha móvil y fija. Por lo tanto, el ingreso se calcula como el producto entre el precio y la cantidad de suscripciones.

Cuadro 1 (conclusión)

| VARIABLES                      | Abreviatura (en ln) | Descripción  | Fuente  |
|--------------------------------|---------------------|--|---|
| Banda ancha fija               | lbf                 | Porcentaje de suscripciones de banda ancha fija                                | Banco Mundial   |
| Consumo                        | lconsumo            | Gastos en consumo final per cápita de los hogares a precios constantes de 2010 | Banco Mundial   |
| Precio de la banda ancha móvil | lpreciobm           | Precio más barato de la banda ancha móvil, plan pospago en dólares             | Diálogo Regional sobre la Sociedad de la Información (DIRSI)            |
| Precio de la banda ancha fija  | lpreciobf           | Precio más barato de la banda ancha fija en dólares                            | DIRSI   |
| Urbanización                   | lurban              | Población urbana   | Banco Mundial   |
| Celulares                      | lcelulares          | Número de suscripciones a telefonía celular                                    | Banco Mundial   |
| Índice de competencia          | lindicecompetencia  | Índice de Competencia en Internet y Telefonía                                  | Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** Los precios de 2017-2018 no están publicados, sino que se estimaron a partir de las variaciones de los ingresos del sector y las variaciones en la cantidad de suscripciones a la banda ancha.

Se estima el modelo para los siguientes 20 países de América Latina: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tabago, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de).

Los datos corresponden al período 2010-2018, ya que existen datos sobre los precios de la banda ancha a partir de 2010. En el cuadro 2 se observan los valores estadísticos descriptivos de cada una de las variables del modelo en términos logarítmicos.

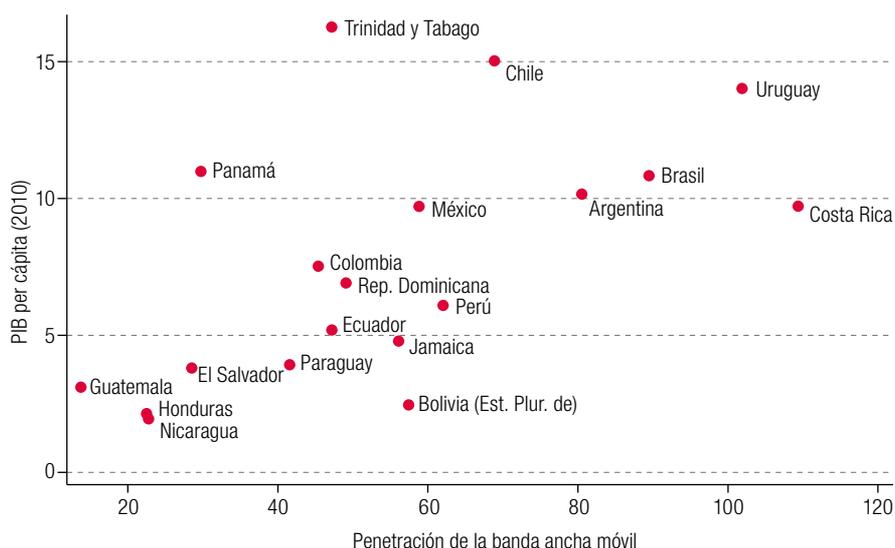
**Cuadro 2**  
Valores estadísticos descriptivos

| Variable           | Observado | Mediana    | Desviación estándar | Mínimo     | Máximo   |
|--------------------|-----------|------------|---------------------|------------|----------|
| lpiib              | 176       | 12,26427   | 6,831249            | 7,330733   | 28,47296 |
| llabor             | 148       | 4,249583   | 0,0727308           | 4,110412   | 4,407629 |
| lcapitalnotic      | 166       | 23,64896   | 1,509135            | 21,50059   | 27,0308  |
| lbnm               | 172       | 2,977212   | 1,332224            | -0,6931472 | 4,914711 |
| lbf                | 175       | 1,923959   | 0,9442899           | -4,333541  | 3,344134 |
| lconsumopc         | 166       | 8,302599   | 0,5934321           | 7,0988     | 9,221013 |
| lpreciobm          | 145       | 2,309964   | 0,8007946           | -1,915537  | 3,952013 |
| lpreciobf          | 167       | 2,827548   | 0,383233            | 1,565946   | 3,855486 |
| lincome_ba~a       | 138       | 6,001672   | 0,8511836           | 3,640769   | 7,502315 |
| lurban             | 180       | 4,182219   | 0,4483579           | 2,122501   | 4,558707 |
| lpenbm             | 139       | 1,777137   | 1,321302            | -2,813324  | 3,935544 |
| lpenbf             | 126       | -0,2356156 | 1,111347            | -3,566671  | 2,7888   |
| lindicecompetencia | 98        | 1,359708   | 0,7849852           | -0,4004775 | 2,079442 |

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se realiza una exploración de los datos para analizar la relación entre la variable del PIB per cápita y la penetración de la banda ancha fija y móvil como análisis previo al estudio causal entre la penetración de la banda ancha y el crecimiento económico. Con este objetivo, en primer lugar en el gráfico 2 se muestra la correlación entre el porcentaje de suscripciones de banda ancha móvil y el PIB per cápita correspondientes a 2016 (período con tasas de crecimiento positivas). Se puede observar que existiría cierto patrón en los países de la región, de modo que los países con bajas tasas de penetración de la banda ancha móvil exhibirían bajos niveles de PIB per cápita.

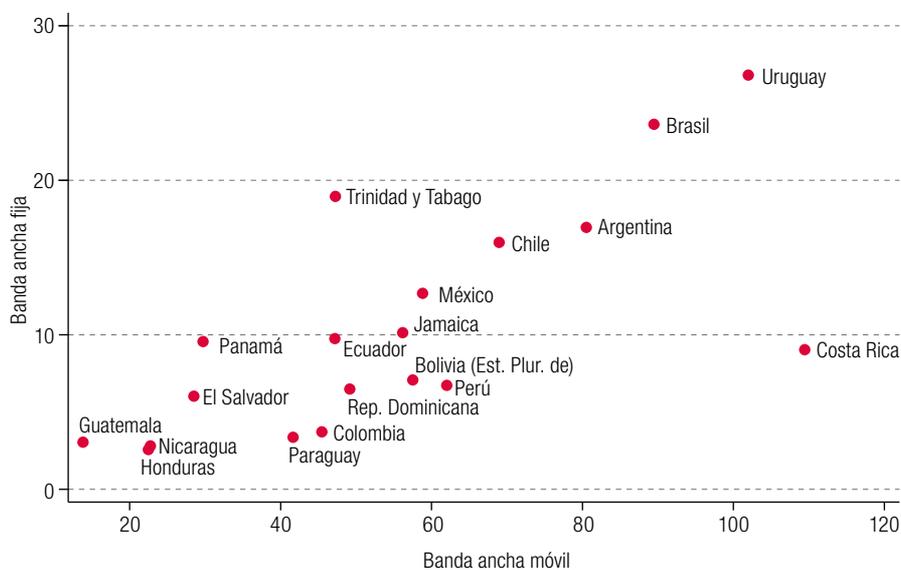
**Gráfico 2**  
América Latina: PIB per cápita y penetración de la banda ancha móvil, 2016  
(En miles de dólares y porcentajes)



**Fuente:** Elaboración propia.

Por otra parte, para analizar la relación entre los dos tipos de banda ancha, se presenta el gráfico 3. Se observa una relación aparentemente positiva entre ambas variables. Por un lado, hay países con muy reducida penetración de la banda ancha móvil que exhiben una baja penetración de la banda ancha fija. Por otro, hay un grupo de países con una mayor penetración de la banda ancha móvil y de la fija (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, entre otros).

**Gráfico 3**  
Penetración de la banda ancha fija y móvil, 2016  
(En porcentajes)



**Fuente:** Elaboración propia.

## V. Resultados y discusión

En este trabajo se estima un modelo de ecuaciones simultáneas basado en Koutroumpis (2009) y compuesto por cuatro funciones: la función de producción, de demanda y oferta de la banda móvil, y la función de producto. En primer lugar, se estima la función de producción o de crecimiento del PIB (véase el cuadro 3) que alcanza una adecuada bondad de ajuste ( $R^2 = 0,99$ ). Se plantean dos modelos diferentes, uno que incluye el índice de competencia en Internet y telefonía (modelo 1) y el modelo 2, que no incluye tal variable. Como no se encontraron datos del índice correspondientes a los años 2010 y 2011, se pierden muchas observaciones en el modelo 2. Sin embargo, se estiman ambos para mostrar que los efectos de la banda ancha son bastante robustos ante la ausencia de tal variable.

**Cuadro 3**  
Resultados obtenidos en los modelos estimados  
(En coeficientes)

| Funciones                       | Variables   | Modelo 1           |                   | Modelo 2           |                   |
|---------------------------------|---|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                                 |   | Coeficientes       |                   | Coeficientes       |                   |
| Crecimiento del PIB             | Trabajo (ltrabajo)                                      | 1,234821           |                   | 0,3716344          |                   |
|                                 | Capital no TIC (lcapital)                               | 0,329578***        |                   | 0,3417165***       |                   |
|                                 | Penetración de la banda ancha móvil (l <sub>bm</sub> )  | 0,2056119**        |                   | 0,2639624***       |                   |
|                                 | Penetración de la banda ancha fija (l <sub>bf</sub> )   | 0,345902***        |                   | 0,2937888***       |                   |
|                                 |   | <b>Banda móvil</b> | <b>Banda fija</b> | <b>Banda móvil</b> | <b>Banda fija</b> |
| Demanda                         | Precio de la banda ancha móvil (l <sub>preciobm</sub> ) | -0,3586388***      | -0,2570329**      | -0,2056073***      | -0,1863914**      |
|                                 | Precio de la banda ancha fija (l <sub>preciobf</sub> )  | -0,0699065         | 0,1701258         | -0,21379*          | 0,1406662         |
|                                 | Consumo de los hogares (l <sub>consumo</sub> )          | 0,7807555***       | 1,119162***       | 0,7395554***       | 1,052132***       |
|                                 | Índice de competencia (l <sub>indice</sub> )            | 0,0412268          | -0,4825844***     |                    |                   |
|                                 | Celulares (l <sub>celulares</sub> )                     | 0,1815498          | 0,1364271         | 0,2848965          | 0,2609025         |
| Oferta (l <sub>ingresob</sub> ) | Consumo de los hogares (l <sub>consumo</sub> )          | 0,5019935**        |                   | 0,4616062***       |                   |
|                                 | Urbanización (l <sub>urban</sub> )                      | 1,420929**         |                   | 1,563048***        |                   |
|                                 | Índice de competencia (l <sub>indice</sub> )            | 0,1987062**        |                   |                    |                   |
|                                 |   | <b>Banda móvil</b> | <b>Banda fija</b> | <b>Banda móvil</b> | <b>Banda fija</b> |
| Producto (l <sub>varb</sub> )   | Ingresos de la banda ancha (l <sub>ingresob</sub> )     | 0,6824236***       | 0,552166***       | 0,4504333***       | 0,5755936***      |
| Efectos en años                 |   | Sí                 | Sí                | Sí                 | Sí                |
| Observaciones por función       |   | 53                 | 53                | 83                 | 83                |
| R2                              | Crecimiento PIB   | 0,9940             |                   | 0,9946             |                   |
|                                 | Demanda   | 0,7741             | 0,6370            | 0,7365             | 0,5990            |
|                                 | Oferta  | 0,5066             |                   | 0,4843             |                   |
|                                 | Producto  | 0,3039             | 0,3128            | 0,2294             | 0,2402            |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** \*, \*\* y \*\*\* representan variables significativas al 10, el 5% y el 1%, respectivamente. Los años 2016 y 2018 resultaron significativos, con una tasa de crecimiento que fue negativa en 2016 y positiva en 2018. Por su parte, l<sub>varb</sub> es la variación en la penetración de la banda ancha en términos logarítmicos (penetración  $t$  - penetración  $t-1$ ).

Los parámetros estimados a partir de esta función muestran que el capital no TIC, la banda ancha móvil y la banda ancha fija son factores productivos significativos y con un efecto positivo en el crecimiento económico. Es decir, mayores niveles de inversión de capital y de penetración de la banda ancha tanto fija como móvil generan un mayor crecimiento económico. De acuerdo al modelo estimado, un aumento en 1 punto porcentual de la penetración de la banda ancha móvil produce un incremento en el crecimiento del PIB de 0,20 puntos porcentuales en el modelo 1 y de 0,26 puntos porcentuales en el modelo 2. Este resultado es significativo al nivel del 5% y el 1%, respectivamente, y superior a estudios previos sobre la banda ancha, tanto en la región (Katz, 2009 y 2012; Katz y Callorda, 2013; UIT, 2020) como en el exterior (Czernich y otros, 2011).

A su vez, la banda ancha fija presenta un efecto positivo y significativo, aunque de mayor cuantía y a un mayor nivel de significancia que la banda ancha móvil, de modo que 1 punto porcentual de penetración de la banda ancha fija produce un incremento en el crecimiento del PIB de 0,34 puntos porcentuales en el modelo 1 y de 0,29 puntos porcentuales en el modelo 2. Este resultado contrasta con otros autores que encontraron un efecto no significativo (Holt y Jamison, 2009) o negativo (Thompson y Garbacz, 2011; Van Ark e Inklaar, 2005) de la banda ancha fija con datos de países no latinoamericanos. Es decir, al contrario de las determinaciones del presente trabajo, estos autores hallaron que mayores niveles de penetración de la banda ancha fija conducirían a menores tasas de crecimiento económico.

Sin embargo, los hallazgos del presente trabajo confirman los resultados recientes de Alderete (2017) para la región de América Latina. Una explicación razonable de la mayor incidencia de la banda ancha fija es que la variable, considerada de forma aislada (sin introducir la banda ancha móvil en conjunto), no logra captar los beneficios totales de la banda ancha. Más aún, este resultado podría resaltar la relevancia de la “caja negra” compuesta de activos complementarios que son una segunda fuente de productividad. Los activos complementarios se refieren a las capacidades, habilidades y creatividad para combinar los nuevos conocimientos e ideas que caracterizan el mundo digital. En el caso de la banda ancha móvil, tecnología que se encuentra más difundida que la fija, esta “caja negra” es más clara o transparente. El despliegue de esta plataforma no requiere inversiones en infraestructura tan significativas como la de banda ancha fija; tampoco requiere una infraestructura dedicada por consumidor. Más aún, la ubicuidad es su principal ventaja, que explica los mayores niveles de penetración de la banda ancha móvil. La población con menores recursos ya ha accedido a los servicios de la banda ancha móvil (Flores y Mariscal, 2012). Por otro lado, la no inclusión de ambas tecnologías en la estimación puede hacer que se subestime su verdadero impacto, si se advierte, como en este caso, la existencia de una relación de complementariedad entre ambos tipos de banda ancha.

A nivel organizacional, a medida que las empresas van incorporando las TIC, van incursionando en más espacios o medios digitales, lo que aporta evidencia a la idea de complementariedad en la tecnología (Torrent-Sellens y Ficapal-Cusí, 2011; Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt, 2002).

Por otro lado, el signo no significativo del trabajo podría ser resultado de la falta de datos en algunos países de la región sobre el porcentaje de la mano de obra que tiene estudios de nivel intermedio. Para determinar si se trata de un problema de falta de datos, se estimó un modelo alternativo a partir de los gastos en investigación y desarrollo en reemplazo de la mano de obra con estudios intermedios. En tal caso, la variable también resultó no significativa para explicar el crecimiento económico<sup>6</sup>. Más aún, este resultado concuerda con algunas líneas de pensamiento actuales en torno al desplazamiento de la mano de obra provocado por las nuevas tecnologías (Acemoglu y Restrepo, 2017).

Con respecto a la ecuación de demanda, tal como predice la teoría, un incremento en el consumo per cápita utilizado como variable indirecta o instrumental del ingreso disponible genera un efecto significativo sobre la demanda de banda ancha. Dado que las variables se expresan en términos logarítmicos, el coeficiente que acompaña el ingreso representa la elasticidad-ingreso de la banda ancha, lo que indica que la banda ancha es un bien normal. Es decir, la cantidad de suscripciones aumenta con el ingreso. Sin embargo, la banda ancha móvil es un bien necesario, ya que, por cada punto porcentual de aumento en el ingreso disponible, la cantidad demandada de suscripciones de banda ancha móvil aumenta un 0,78%. En tanto, la banda ancha fija es un bien de lujo, ya que, por cada punto porcentual de aumento en el ingreso disponible, la cantidad demandada de suscripciones de banda ancha móvil aumenta un 1,1%.

Por otro lado, cuando se analizan los determinantes del precio de la banda ancha, se observa que la demanda de banda ancha fija no se explica por su propio precio. En cambio, la demanda de

<sup>6</sup> La autora dispone de los resultados obtenidos en este caso para los lectores que estén interesados en conocerlos.

banda ancha móvil sí se explica por su propio precio. La demanda de banda ancha fija está relacionada negativamente con el precio de la banda ancha móvil. Un coeficiente negativo explicaría la existencia de una relación de complementariedad entre ambos servicios (elasticidad cruzada inferior a cero).

Una revisión de la literatura sobre la existencia de complementariedades en la tecnología remite a autores tales como Bae, Choi y Hahn (2014), Grzybowski y Verboven (2013), Dewan, Ganley y Kraemer (2010) y otros menos recientes, como Bayus (1987) y Bucklin y Sengupta (1993). Grzybowski y Verboven (2013) muestran que los servicios de telefonía fija y voz por celular son débilmente complementarios. Dewan, Ganley y Kraemer (2010) han examinado las complementariedades en la difusión de múltiples productos e innovaciones. En particular, las complementariedades en la difusión de las computadoras y de Internet han provocado la disminución de las brechas digitales. Bayus (1987) examina las complementariedades en las ventas de *hardware* y *software*. Bucklin y Sengupta (1993) someten a prueba los efectos de complementariedad en la codifusión entre los escáneres y los códigos UPC. De la misma manera, en este trabajo se analiza la complementariedad entre las bandas anchas fija y móvil y su posible contribución a reducir la brecha digital en favor de los países en desarrollo. Sin embargo, a diferencia de tales estudios, la dirección de complementariedad es en cierto sentido diferente, ya que la banda ancha fija aparece como un complemento de la banda ancha móvil y no a la inversa. Esto es consecuencia de la mayor penetración de la banda ancha móvil en esta región.

Por otra parte, el índice de competencia solamente resulta significativo en la demanda de banda ancha fija. Dado que la plena liberalización en telefonía implica una puntuación de 2, cuanto mayor sea el nivel de competencia del sector de banda ancha fija, mayor es la demanda de banda ancha fija. Este índice no resultó significativo en la demanda de banda ancha móvil. Por último, la variable de control de celulares no resultó significativa.

De acuerdo a la ecuación de oferta, la tasa de urbanización posee un efecto significativo. Es decir, los incrementos de la oferta de los servicios de banda ancha se explicarían por el crecimiento de la urbanización. En particular, por cada punto porcentual de aumento en la tasa de urbanización, la oferta de banda ancha aumenta en 1,42 puntos porcentuales. A su vez, la oferta también se explica por el nivel de consumo per cápita y el índice de competencia. En este último caso, el signo es contrario al obtenido en la función de demanda.

Por último, los ingresos o ganancias derivados de las ventas de suscripciones tanto móviles como fijas tienen un efecto significativo en la ecuación de penetración de la banda ancha. Teniendo en cuenta que habría un tiempo de rezago en las inversiones en TIC, ya que se requiere tiempo para que estas generen un impacto en la economía de un país, resulta adecuada la significatividad de la función de producto o de penetración de la banda ancha.

## VI. Conclusiones

Este trabajo brinda un aporte a la literatura empírica que analiza el impacto de las nuevas TIC, en particular en el caso de la banda ancha, sobre el crecimiento económico. Se han publicado numerosos estudios recientes sobre el tema respecto de los países de la OCDE, o de todos los países en su conjunto. Sin embargo, son escasos los trabajos que se centran en la región de América Latina.

La principal contribución de este trabajo consiste en extender el análisis del impacto de la banda ancha sobre el crecimiento económico, al incluir la penetración de la banda ancha móvil y fija en conjunto. En este sentido, es probable que el impacto de la banda ancha en la región no sea igual que en otras regiones del mundo, teniendo en cuenta el contexto más amplio en que se despliegan las TIC y las condiciones en que han contribuido más efectivamente al crecimiento económico.

De acuerdo a la revisión de la literatura internacional, el efecto de la banda ancha fija en el crecimiento económico ha sido inferior a los niveles esperados, incluso con resultados negativos. Como se ha mencionado en el trabajo, una posible explicación de este resultado es que el acceso a las TIC (en este caso, la penetración de la banda ancha fija), no puede explicar el efecto total de estas nuevas tecnologías sobre el crecimiento económico. Otra crítica que se hace a tales estudios es que la inclusión en la función de producción de la banda ancha fija sin que esté acompañada de la banda ancha móvil podría sesgar su efecto, al omitirse el impacto de esta última. Esta hipótesis puede resultar robusta si se asume la existencia de una relación de complementariedad entre los dos tipos de banda ancha. Por tales motivos, incluir en el estudio el efecto de la banda ancha móvil resulta importante para completar el análisis.

Mediante el uso de un modelo de ecuaciones simultáneas, se obtiene como resultado que la penetración de la banda ancha móvil se corresponde en parte con el crecimiento económico de los países de la región de América Latina. En particular, un aumento de un 1% de la penetración de la banda ancha móvil provoca un aumento en el PIB de alrededor del 0,23% (promedio de ambos modelos). A su vez, un aumento de un 1% en la penetración de la banda ancha fija provoca un aumento en el PIB de alrededor del 0,31% (promedio de ambos modelos). Estos efectos encontrados de la banda ancha son superiores a los efectos obtenidos respecto de la banda ancha fija en estudios previos de la región (Alderete, 2017) y del exterior (Koutroumpis, 2009; Czernich y otros, 2011), y a los obtenidos por la UIT (2020).

Por otro lado, el modelo también encuentra un impacto positivo superior de la banda ancha fija en el crecimiento del PIB. Este resultado es de mayor magnitud que el impacto de la banda ancha móvil y contrasta con estudios realizados sobre la banda ancha fija en países desarrollados. Este último punto se puede atribuir a la ausencia en estudios previos de ambos tipos de banda ancha en conjunto (y, por lo tanto, a la ausencia de complementariedad entre ambos). En el caso de la banda ancha fija, es probable que su impacto económico no sea inmediato y requiera inversiones complementarias. Por ejemplo, habría que tener en cuenta el tiempo de uso de la tecnología y el tiempo de adaptación, durante el que los empresarios puedan experimentar o aprender de estas tecnologías y realizar los correspondientes cambios organizacionales. En el caso de la banda ancha móvil, aunque existan tales inversiones complementarias, se requiere un menor nivel de habilidades digitales y gastos complementarios.

Desde el punto de vista de las implicancias teóricas, este trabajo sigue la línea de estudios previos en cuanto a la existencia de complementariedades en las tecnologías (Dewan, Ganley y Kraemer, 2010; Bayus, 1987; Bucklin y Sengupta, 1993). También se analiza la complementariedad entre las bandas anchas fija y móvil y su contribución, mediante las sinergias que se generan, a potenciar el efecto sobre el crecimiento y reducir la brecha digital a favor de los países en desarrollo.

Desde el punto de vista de las implicancias prácticas, la combinación de infraestructuras tecnológicas de distinta naturaleza se hace visible en el ámbito del comercio electrónico. El despliegue de un modelo de negocio electrónico combina la plataforma de ventas con distintos medios digitales, como las aplicaciones móviles y las redes sociales. A estos se suman procesos internos adecuados, además de factores intangibles como el capital relacional para integrar a los distintos agentes implicados en la plataforma y las habilidades para gestionar los proyectos.

Desde el punto de vista de las implicancias de política, el presente trabajo sirve de base para promover políticas relacionadas con la banda ancha, sobre todo la banda ancha móvil, dado su importante impacto en el crecimiento económico de la región de América Latina. Por otro lado, se sugiere la necesidad de implementar políticas de una manera integral que aborde tanto los determinantes de la demanda como los de la oferta de conectividad de banda ancha móvil. Al respecto, los resultados explican las mayores tasas de penetración de la banda ancha móvil en los países con un mayor nivel de ingreso per cápita, y el predominio de los servicios de banda ancha móvil en países con un mayor porcentaje de población urbana. Al hacerse un análisis un poco más profundo de estos resultados, se

aprecia que los sectores más marginados o excluidos de la población, tales como la población rural o la población con menores niveles de ingreso per cápita, no disponen de las ventajas que estas nuevas tecnologías ofrecen al crecimiento económico. Por lo tanto, es necesario distinguir entre las políticas orientadas al crecimiento y las políticas con fines redistributivos o inclusivos.

De todos modos, el hecho de que la introducción de la banda ancha móvil provoque un impacto más significativo de la banda ancha fija en el crecimiento económico es un resultado prometedor desde el punto de vista de la inclusión social. Por un lado, la banda ancha móvil requiere menores inversiones en infraestructura que la banda ancha fija. Por otro, los costos financieros asociados tanto al equipo como al costo del servicio son inferiores en el caso de la banda ancha móvil. A su vez, el uso de esta última requiere menores habilidades digitales que el de la fija.

Este estudio se centra en los países de la región de América Latina. No obstante, sus resultados podrían ser útiles para comprender la relación entre la penetración de la banda ancha y el crecimiento económico en otras economías en desarrollo. Así se podrían comparar los resultados obtenidos en las regiones desarrolladas con los de las regiones en desarrollo.

## Bibliografía

- Acemoglu, D. y P. Restrepo (2017), "Robots and jobs: evidence from US labor markets", *NBER Working Paper*, N° 23285, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas (NBER).
- Alderete, M. V. (2017), "An approach to the broadband effect on Latin American growth: a structural model", *Cuadernos de Economía*, vol. 36, N° 71.
- Antonelli, C., J. Krafft y F. Quatraro (2010), "Recombinant knowledge and growth: the case of ICTs", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 21, N° 1.
- Bae, J., Y. J. Choi y J.-H. Hahn (2014), "Fixed and mobile broadband: are they substitutes or complements?", *Working Papers*, N° 68, Yonsei University.
- Barrantes Cáceres, R. y E. Vargas (2016), "Detrás de las diferencias en la riqueza informacional: análisis del acceso y la apropiación diferenciada de Internet en tres metrópolis de LAC", documento presentado en CPR LATAM Conference, Cancún, 22 y 23 de junio.
- Bayus, B. L. (1987), "Forecasting sales of new contingent products: an application to the compact disc market", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 4, N° 4.
- Bresnahan, T., E. Brynjolfsson y L. Hitt (2002), "Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: firm-level evidence", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, N° 1, febrero.
- Brynjolfsson, E. (1993), "The productivity paradox of information technology", *Communications of the ACM*, vol. 36, N° 12.
- Brynjolfsson, E. y A. McAfee (2014), *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, Nueva York, W. W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E. y L. M. Hitt (2003), "Computing productivity: firm-level evidence", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 85, N° 4.
- Bucklin, L. P. y S. Sengupta (1993), "The co-diffusion of complementary innovations: supermarket scanners and UPC symbols", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 10, N° 2.
- Cardona, M. y otros (2009), "Demand estimation and market definition for broadband Internet services", *Journal of Regulatory Economics*, vol. 35, N° 1, febrero.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2016a), *La nueva revolución digital: de la Internet del consumo a la Internet de la producción* (LC/L.4029(CMSI.5/4)/Rev. 1), Santiago, agosto.
- \_\_\_\_\_(2016b), *Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe 2016* (LC/W.710/Rev.1), Santiago, octubre.
- Crandall, R., W. Lehr y R. Litan (2007), "The effects of broadband deployment on output and employment: a cross-sectional analysis of U.S. data", *Issues in Economic Policy*, N° 6, The Brookings Institution, julio.
- Czernich, N. y otros (2011), "Broadband infrastructure and economic growth", *The Economic Journal*, vol. 121, N° 552.
- Dewan, S., D. Ganley y K. L. Kraemer (2010), "Complementarities in the diffusion of personal computers and the Internet: implications for the global divide", *Information Systems Research*, vol. 21, N° 4.

- Distaso, W., P. Lupi y F. M. Maneti (2006), "Platform competition and broadband uptake: theory and empirical evidence from the European Union", *Information Economics and Policy*, vol. 18, N° 1.
- Flores, E. y J. Mariscal (2012), "Oportunidades y desafíos de la banda ancha móvil en América Latina", *Documentos de Trabajo del CIDE*, N° 267, Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Galperin, H., J. Mariscal y M. F. Viéens (2012), "Análisis de los planes nacionales de banda ancha en América Latina", *Documento de Trabajo*, N° 11, Universidad de San Andrés.
- Galperin, H. y F. Callorda (2014), "Uso y sustitución de la banda ancha en Argentina: un análisis a partir de microdatos", documento presentado en CPR LATAM Conference, Bogotá, 30 y 31 de mayo.
- Greenstein, S. y R. C. McDevitt (2009), "The broadband bonus: accounting for broadband Internet's impact on U.S. GDP", *NBER Working Paper*, N° 14758, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas (NBER).
- Gruber, H. (2001), "Competition and innovation: the diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe", *Information Economics and Policy*, vol. 13, N° 1.
- Gruber, H. y F. Verboven (2001), "The evolution of markets under entry and standards regulation: the case of global mobile telecommunications", *International Journal of Industrial Organisation*, vol. 19, N° 7.
- Gruber, H. y P. Koutroumpis (2011), "Mobile telecommunications and the impact on economic development", *Economic Policy*, vol. 26, N° 67.
- Grzybowski, L. y F. Verboven (2013), "Substitution and complementarity between fixed-line and mobile access", *NET Institute Working Paper*, N° 13-09.
- GSM Association (2014), *La economía móvil en América Latina 2014*.
- Holt, L. y M. Jamison (2009), "Broadband and contributions to economic growth: lessons from the US experience", *Telecommunications Policy*, vol. 33, N° 10-11.
- Horrigan, J. B. (2015), "The training difference: how formal training on the Internet impacts new users", documento presentado en 43<sup>rd</sup> Research Conference on Communications, Information and Internet Policy (TPRC 43), Virginia, 24 a 26 de septiembre.
- Iglesias, E., L. Cano y A. García Zaballos (2015), "Informe anual del índice de Desarrollo de la Banda Ancha en América Latina y el Caribe: IDBA 2014", *Documento para Discusión*, N° IDB-DP-404, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Irani, Z., Y. K. Dwivedi y M. D. Williams (2009), "Understanding consumer adoption of broadband: an extension of the technology acceptance model", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 60, N° 10.
- Jorgenson, D. W. y K. Vu (2007), "Latin America and the world economy", Universidad de Harvard [en línea] <https://scholar.harvard.edu/jorgenson/publications/latin-america-and-world-economy>.
- Katz, R. (2012), "Banda ancha, digitalización y desarrollo en América Latina", *Conectados a la banda ancha: tecnología, políticas e impacto en América Latina y España (LC/W.495)*, E. F. Rojas (ed.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- \_\_\_\_\_(2010), "La contribución de la banda ancha al desarrollo económico", *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe (LC/R.2167)*, V. Jordán, H. Galperin y W. Peres (coords.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- \_\_\_\_\_(2009), "Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America", documento presentado en Acorn-Redecom Conference, Ciudad de México, 4 y 5 de septiembre.
- Katz, R., P. Koutroumpis y F. Callorda (2013), "The Latin American path towards digitization", *Info*, vol. 15, N° 3.
- Katz, R. y F. Callorda (2013), *Impacto del despliegue de la banda ancha en el Ecuador*, Lima, Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).
- Koski, H. y T. Kretschmer (2005), "Entry, standards and competition: firm strategies and the diffusion of mobile telephony", *Review of Industrial Organization*, vol. 26, N° 1.
- Kotelnikov, V. (2007), *Small and Medium Enterprises and ICT*, Programa de Información para el Desarrollo de Asia y el Pacífico/Centro de Capacitación de Asia y el Pacífico para la Tecnología de la Información y las Comunicaciones para el Desarrollo (CCAPTIC).
- Koutroumpis, P. (2009), "The economic impact of broadband on growth: a simultaneous approach", *Telecommunications Policy*, vol. 33, N° 9.
- Kyriakidou, V., C. Michalakelis y T. Sphicopoulos (2011), "Digital divide gap convergence in Europe", *Technology in Society*, vol. 33, N° 3-4.
- Lee, S., M. Marcu y S. Lee (2011), "An empirical analysis of fixed and mobile broadband diffusion", *Information Economics and Policy*, vol. 23, N° 3-4.
- Liikanen, J., P. Stoneman y O. Toivanen (2004), "Intergenerational effects in the diffusion of new technology: the case of mobile phones", *International Journal of Industrial Organization*, vol. 22, N° 8-9.

- Madden, G. y S. J. Savage (2000), "Telecommunications and economic growth", *International Journal of Social Economics*, vol. 27, N° 7/8/9/10.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2009), *Communications Outlook 2009*, París, OECD Publishing.
- (2007), "Catching-up in broadband: what will it take?", *OECD Digital Economy Papers*, N° 133, París, OECD Publishing.
- Oh, S., J. Ahn y B. Kim (2003), "Adoption of broadband Internet in Korea: the role of experience in building attitudes", *Journal of Information Technology*, vol. 18, N° 4.
- Pérez Martínez, J. (2012), "Políticas públicas para la universalización de las redes ultrarrápidas de banda ancha en España", *Conectados a la banda ancha: tecnología, políticas e impacto en América Latina y España* (LC/W.495), E. F. Rojas (ed.), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Reynolds, T. (2009), "The role of communication infrastructure investment in economic recovery", *OECD Digital Economy Papers*, N° 154, París, OECD Publishing.
- Rivard, S., L. Raymond y D. Verreault (2006), "Resource-based view and competitive strategy: an integrated model of the contribution of information technology to firm performance", *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 15, N° 1.
- Roller, L.-H. y L. Waverman (2001), "Telecommunications infrastructure and economic development: a simultaneous approach", *American Economic Review*, vol. 91, N° 4.
- Rouvinen, P. (2006), "Diffusion of digital mobile telephony: are developing countries different?", *Telecommunications Policy*, vol. 30, N° 1.
- Samoilenko, S. y K. M. Osei-Bryson (2011), "The spillover effects of investments in telecoms: insights from transition economies", *Information Technology for Development*, vol. 17, N° 3.
- Srinuan, P., C. Srinuan y E. Bohlin (2012), "Fixed and mobile broadband substitution in Sweden", *Telecommunications Policy*, vol. 36, N° 3.
- Stanton, L. J. (2004), "Factors influencing the adoption of residential broadband connections to the Internet", *Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, R. H. Sprague (ed.), Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE).
- Stork, C., E. Calandro y A. Gillwald (2013), "Internet going mobile: internet access and use in 11 African countries", *Info*, vol. 15, N° 5.
- Taher, M. (2012), "Resource-based view theory", *Information Systems Theory: Explaining and Predicting our Digital Society*, vol. 1, Y. K. Dwivedi, M. R. Wade y S. L. Schneberger (eds.), Springer.
- Thompson, H. G. y C. Garbacz (2011), "Economic impacts of mobile versus fixed broadband", *Telecommunications Policy*, vol. 35, N° 11.
- Torrent-Sellens, J. y P. Ficapal-Cusí (2011), "TIC, cualificación, organización y productividad del trabajo: un análisis empírico sobre las nuevas fuentes de la eficiencia empresarial en Cataluña", *Investigaciones Regionales*, N° 20, Asociación Española de Ciencia Regional.
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) (2020), *La contribución económica de la banda ancha, la digitalización y la regulación de las TIC: modelización econométrica para las Américas*, Ginebra.
- (2015), *Measuring the Information Society Report 2015*, Ginebra.
- (2014), *Measuring the Information Society Report 2014*, Ginebra.
- (2013), *Measuring the Information Society 2013*, Ginebra.
- (2006), "Digital life", *ITU Internet Reports*, Ginebra.
- (2005), "The Internet of things", *ITU Internet Reports*, Ginebra.
- (2003), "Birth of broadband", *ITU Internet Reports*, Ginebra.
- Van Ark, B. y R. Inklaar (2005), "Catching up or getting stuck? Europe's trouble to exploit ICT's productivity potential", *Research Memorandum*, GD-79, Groningen Growth and Development Centre.
- Waverman, L., M. Meschi y M. Fuss (2005), "The impact of telecoms on economic growth in developing countries", *The Vodafone Policy Paper Series*, N° 3, marzo.

# C

REVISTA

[www.cepal.org/revista](http://www.cepal.org/revista)



NACIONES UNIDAS

CEPAL

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE