

ESTUDIO DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA LA CIUDAD DE MEDELLÍN Y EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA DE LA FUSIÓN UNE- TIGO

Junio 2015

Telecom Advisory Services, LLC

Nueva York – Bogotá – Buenos Aires – México, D.F.

Autores

- **Raúl Katz** (Ph.D., Administración y Ciencias Políticas, Massachusetts Institute of Technology) es Director de Estudios de Estrategia Corporativa en el Columbia Institute for Tele-Information, y profesor adjunto en la División de Economía y Finanzas del Columbia Business School (New York). Asimismo, es Presidente de Telecom Advisory Services, LLC (www.teleadv.com). Previamente trabajó durante veinte años en Booz Allen Hamilton, donde se desempeñó como Director de la Práctica de Telecomunicaciones en América del Norte y América Latina y miembro del equipo de dirección de la firma.
- **Ernesto Flores-Roux** (Ph.D., Estadística, Universidad de Chicago) es Investigador Asociado del Centro de Investigación y Docencia Económica (México) y Presidente del Consejo Consultivo del Instituto Federal de Telecomunicaciones (México). Asimismo, es Director de Telecom Advisory Services, LLC. Previamente trabajó en el Grupo Telefónica y en McKinsey & Co, donde se desempeñó como Socio encargado de la oficina de Rio de Janeiro.
- **María Cristina Duarte** (MBA, Universidad de Harvard) es Directora de Proyectos de Telecom Advisory Services, LLC. Previamente se desempeñó como asociada sénior en Booz Allen & Hamilton en la Práctica de Telecomunicaciones de América Latina.
- **Fernando Callorda** (Maestría, Economía, Universidad de San Andrés) es Investigador del Centro de Tecnología y Sociedad de la Universidad de San Andrés (Argentina) y consultor de Telecom Advisory Services, LLC especializado en análisis económico de las telecomunicaciones. Previamente, se desempeñó como asesor del Congreso de la República Argentina y Profesor de Finanzas en la Universidad de San Andrés.

Telecom Advisory Services LLC (TAS) es una firma de consultoría internacional especializada en el desarrollo de estrategias de negocio y políticas públicas para empresas de telecomunicaciones y tecnología digital, gobiernos y organizaciones internacionales. Sus clientes incluyen las empresas líderes del sector de telecomunicaciones y tecnología digital, así también como organizaciones internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la Asociación GSM, la CTIA, el FTTH Council (Europa) y la CAF Banco de Desarrollo de América Latina. TAS ha realizado proyectos de consultoría para los gobiernos de Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y los Emiratos Árabe Unidos.

Este estudio fue realizado por requerimiento de Tigo. Los autores son responsables de todo su contenido.

CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO

I. INTRODUCCIÓN

II. TEORÍA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA DE MERCADO Y BIENESTAR DE CONSUMIDORES

III. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

IV. ESTADO ACTUAL DE LA DIGITALIZACIÓN Y COMPETITIVIDAD DE MEDELLÍN Y EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

V. EL IMPACTO DE LA FUSIÓN UNE-TIGO EN EL DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD DE MEDELLÍN Y EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

VI. EL EFECTO ECONÓMICO DEL AUMENTO EN LA DIGITALIZACIÓN ATRIBUIBLE A LA FUSIÓN TIGO-UNE

VII. CONCLUSIÓN

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

A. Modelo de Impacto de la Digitalización en el Crecimiento del PIB

B. Modelo de Impacto de la Digitalización en la Creación de Empleo

C. Modelo de impacto del Índice Herfindhal Hirschman en Precios

RESUMEN EJECUTIVO

El 14 de Agosto de 2014 el operador móvil Tigo de Colombia se fusionó con UNE, un operador de telefonía fija, banda ancha, y servicios móviles, con presencia importante en la región noroeste y la costa Atlántica del país. Más allá del beneficio resultante de la fusión para las empresas involucradas, este estudio se enfoca en su impacto económico y social:

- ¿Cuál es el impacto de la fusión, en la asequibilidad de tecnologías de comunicación, inversión de capital, el despliegue de redes y nuevas tecnologías?
- ¿Cómo se estima la contribución de la fusión al incremento de la tasa de innovación en términos de lanzamiento de nuevos productos?
- ¿Se puede cuantificar el impacto de la digitalización en el crecimiento económico de Medellín y el departamento de Antioquia?
- ¿Hasta qué punto se podría determinar el impacto de la fusión en el aumento de la competitividad de Medellín y su departamento?

Medellín y Antioquia están a la vanguardia del desarrollo de la digitalización en Colombia: si bien el país en su conjunto ya ha alcanzado un estadio avanzado de desarrollo (índice 50,10), Medellín muestra un índice de 53,84, mientras que el Departamento de Antioquia tiene un índice de 51,27. Este desarrollo ha generado una contribución al PIB de la ciudad de \$ 1.118 millones y del departamento de US\$ 2.466 millones entre el 2004 y el 2014. En este contexto de crecimiento, el crecimiento “natural” de la digitalización permitirá a Medellín y el Departamento alcanzar un índice de 61,53 y 60,21 respectivamente hacia el 2020.

De acuerdo a las estimaciones de este estudio, la fusión Tigo-UNE representa un efecto significativo adicional en las economías de Medellín y el Departamento de Antioquia. La fusión Tigo-UNE acelerará el crecimiento de la digitalización al permitir el alcance de una estructura de mercado más eficiente, lo que permitirá generar beneficios a los consumidores en términos de reducción de precios y un aumento en la inversión de capital. Estos efectos acelerarán el desarrollo de la digitalización, lo que permitirá a Medellín alcanzar un índice de 62,79 y a Antioquia 60,83: esto significa un crecimiento de la competitividad de Medellín y Antioquia respecto del resto de Colombia. Sin considerar la fusión, Medellín tendrá en el 2020 un índice 2,36 puntos superior que el promedio nacional; en cambio (considerando la fusión) la diferencia será de 3,37 puntos. Antes de la fusión, Medellín tenía 3,37 puntos de avance en digitalización respecto del promedio nacional. Después de la fusión, la diferencia se acrecentará a 3,97 puntos. Al mismo tiempo, el aumento de la digitalización determinará que la capacidad innovadora, medida por el índice de innovación, de Medellín y Antioquia se distanciarán aún más del promedio colombiano. Esto se debe a que por efecto de la fusión la capacidad innovadora nacional crecerá 0,30; para el departamento de Antioquia el crecimiento será de 0,75 y en el caso de Medellín 1,53.

No sólo Medellín y Antioquia verán el avance de su digitalización crecer respecto a Colombia. Considerando que la digitalización de Chile, el país más avanzado de América Latina, alcanza 53,62, Medellín y el departamento de Antioquia aumentarán su importancia a nivel continental.

Finalmente, más allá del crecimiento “natural” de la digitalización, la fusión generará beneficios económicos adicionales: US\$ 164 millones y US\$ 177 millones en PIB incremental para Medellín y Antioquia respectivamente. Si se suman el crecimiento “natural” de la digitalización y el aceleramiento debido a la fusión Tigo-UNE, el PIB acumulado para Medellín entre el 2015 y el 2020 alcanzará US\$ 1.185 millones, lo que equivale a 4,71% del PIB total. Para Antioquia, el impacto acumulado entre el 2015 y el 2020 será de US\$ 2.871 Millones, o 5,25 % del PIB total.

I. INTRODUCCIÓN

El 14 de Agosto de 2014 el operador móvil Tigo de Colombia se fusionó con UNE, un operador de telefonía fija, banda ancha, y servicios móviles, con presencia importante en la región noroeste y la costa Atlántica del país. La empresa resultante de la fusión tiene aproximadamente 11,5 millones de conexiones (entre hogares abonados a telefonía o banda ancha fija, y abonados móviles) e ingresos de mas de US\$ 2 mil millones.

Más allá del beneficio resultante de la fusión para las empresas involucradas, existe interés en explorar los beneficios económicos y sociales de la referida transacción. En este sentido, este estudio debería dar respuesta a cuatro preguntas clave:

- ¿Cuál es el impacto de la fusión, en la inversión de capital y en el despliegue de redes y nuevas tecnologías?
- ¿Cómo se estima la contribución de la fusión al incremento de la tasa de innovación en términos de lanzamiento de nuevos productos?
- ¿Se puede cuantificar el impacto de la digitalización en el crecimiento económico de medellin y el departamento de Antioquia?
- ¿Hasta qué punto se podría determinar el impacto de la fusión en el aumento de la competitividad de Medellín y su departamento?

Este estudio está organizado en tres capítulos principales. El capítulo II presenta, de manera resumida, la teoría y resultados de la investigación académica sobre la relación entre estructura de mercado y bienestar de consumidores. En el se demostrará que una fusión entre dos operadores en un mercado organizado como el colombiano acarrea beneficios no sólo para la industria, sino también para los consumidores de telecomunicaciones. El capítulo III presenta el marco teorico y la metodología diseñada para este estudio. El capítulo IV presenta los resultados del análisis del estado actual de desarrollo de la digitalización y la competitividad de la ciudad de Medellín y el departamento de Antioquia. Este capítulo sirve de punto de partida para evaluar posteriormente el impacto futuro de la fusión en la digitalización y la competitividad de los territorios mencionados. El capítulo V presenta los resultados del análisis de impacto de la fusión en términos de precios al usuario final, adopción de tecnologías digitales, y la competitividad de la ciudad y su correspondiente departamento. El capítulo VI resume las conclusiones del análisis previo, presentando los beneficios de la fusión.

II. TEORÍA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA DE MERCADO Y BIENESTAR DE CONSUMIDORES

El mercado colombiano con anterioridad a la fusión Tigo-UNE estaba compuesto por cinco operadores móviles de infraestructura, de los cuales tres (Telecom, Telmex, y UNE) también funcionaban como proveedores de infraestructura de banda ancha y telefonía fija (ver cuadro).

Cuadro 1. Colombia: Estructura del mercado de las telecomunicaciones (previo a la fusión Tigo-UNE) (2T2014)

	Telefonía Fija		Banda Ancha Fija		Telefonía Móvil		Banda Ancha Móvil	
	Líneas	%	Abonados	%	Conexiones	%	Conexiones	%
Telecom	1.465.715	20,41	921.007	19,46	12.281.917	23,53	1.892.635	36,60
Telmex	1.301.396	18,12	1.558.462	32,93	29.109.023	55,77	2.096.580	40,55
Tigo	---	---	---	0	8.320.085	15,94	902.412	17,45
UNE	1.609.246	22,41	1.267.752	26,79	365.100	6,99	260.656	5,04
Avantel	---	---	---	0	206.023	39,47	921	0,02
ETB	1.488.898	20,73	544.971	11,52	34.684	0,07	17.683	0,32
Otros	1.315.385	18,32	440.362	9,30	1.877.180	3,60	---	---
Total	7.180.640	100,00	4.732.554	100,00	52.194.012	100,00	5.170.887	100,00

Fuentes: MINTIC. Información Trimestral 2T2014.

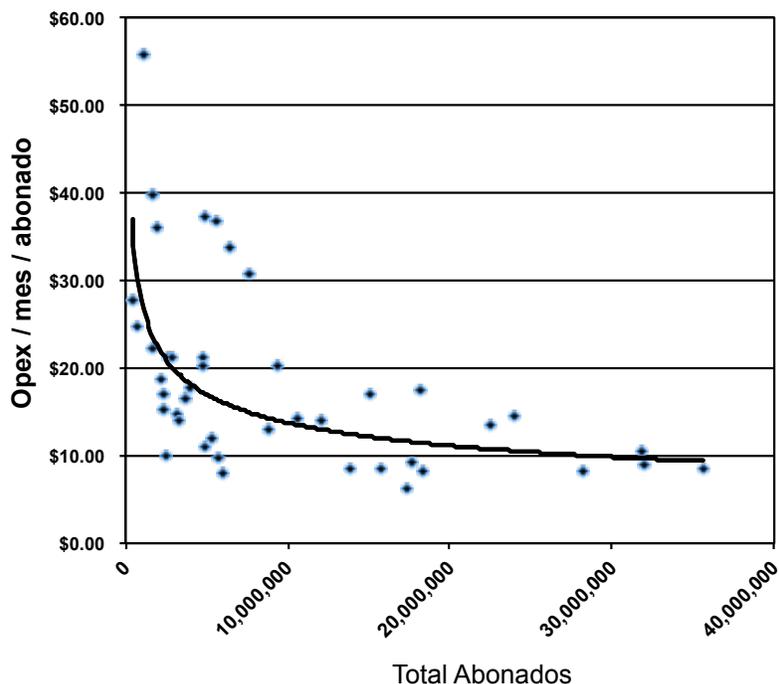
La fusión resultó en una estructura de mercado compuesta por cuatro operadores móviles de infraestructura, de los cuales tres también ofrecen servicios fijos. En este contexto, la hipótesis fundamental de este estudio es que una concentración del mercado de telecomunicaciones como resultado de la fusión de Tigo y UNE conlleva beneficios económicos para consumidores e indirectamente para el desarrollo económico de la geografía donde se produce la transacción.

El análisis económico ha demostrado que, en industrias de capital intensivo como las telecomunicaciones, existe un grado de concentración industrial óptimo que genera beneficios a consumidores al mismo tiempo que asegura la sostenibilidad del sector. Este postulado está sustentado por tres razones:

- Las importantes economías de escala
- La eficiencia operacional de grandes operadores
- La mayor capacidad de inversión y despliegue de infraestructura

En primer lugar, todos los análisis de la estructura de costos de la industria de telecomunicaciones concluyen en señalar que la economías de escala son significativas (ver, por ejemplo, el gráfico 1 donde se presentan las economías de escala de costos operativos (OPEX) de operadores móviles en América del Norte y Europa).

Gráfico 1. Operadores móviles de Europa y América del Norte: Economías de Escala en Telecomunicaciones



Fuentes: Bank of América; Análisis TAS

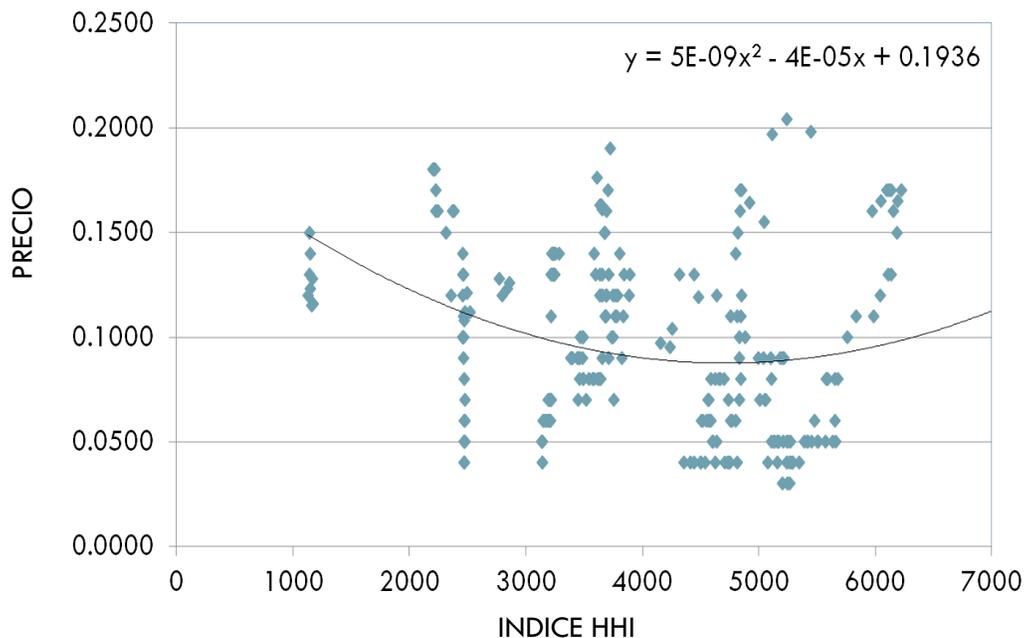
Con base en las elevadas economías de escala, la optimización de la rentabilidad en telecomunicaciones resulta de una optimización en el uso de infraestructura, y economías de aprovisionamiento de insumos, entre otros efectos. Operadores con una base de abonados más extensa tienen una ventaja de costos significativa comparados con los operadores más pequeños. Estas economías de escala están determinadas principalmente por el componente de infraestructura en la composición de costos. Asimismo, el retorno a escala se multiplica por el hecho de que los servicios móviles representan una industria de un producto único, esencialmente apalancada por volumen. Finalmente, también es posible que las economías de operaciones de planta múltiple (múltiples centros de atención a cliente, mantenimiento y logística) también tengan cierta influencia.

Considerando la premisa de los retornos a escala de una industria de capital intensivo como las telecomunicaciones, es importante resaltar que la concentración de la industria también tiene un umbral, más allá del cual el bienestar de los usuarios tiende a erosionarse. En este sentido, la investigación económica ha tratado de dilucidar cuál es el número óptimo de participantes en un mercado que garantice la maximización de eficiencias estáticas (precios) y dinámicas (innovación) para el usuario, al mismo tiempo que asegura un nivel de rentabilidad adecuado para el sector. Desde el artículo de Selten (1973), donde se establece que “cuatro (jugadores) son pocos y seis son muchos”, se ha ido refinando el rango hasta llegar a la formulación de Huck et al. (2004) donde, teóricamente se establece que si dos competidores pueden llevar a la colusión tácita, cuatro son muchos (es decir pueden llegar a

un comportamiento subóptimo desde una perspectiva de desempeño del sector). De acuerdo a estos conceptos, el análisis económico concluye que una estructura del mercado de telecomunicaciones óptima en términos de la maximización del efecto de bienestar para usuarios, sostenibilidad del sector, e impacto económico debe tener aproximadamente tres o cuatro operadores de infraestructura. Este número de operadores genera una intensidad competitiva suficiente lo que garantiza un bienestar adecuado para consumidores.

Traduciendo esta formulación a la industria móvil latinoamericana puede observarse que la relación entre concentración del mercado móvil, medida por el índice HHI¹ y el nivel de precios no es directamente lineal (en otras palabras, que a menor concentración menores precios). De acuerdo al gráfico 2, los precios del minuto móvil más bajo (y por lo tanto la creación de mayor excedente del consumidor) se registran en aquellos mercados cuyo índice de concentración se sitúa entre 4.000 y 5.000 puntos .

Gráfico 2. América Latina: Relación entre el Índice de Herfindahl-Hirschman y el precio del minuto de voz móvil (2004-2014)



Nota: Cada observación se refiere a un mercado nacional en un año determinado
Fuente: GSMA; Bank of America; análisis Telecom Advisory Services LLC

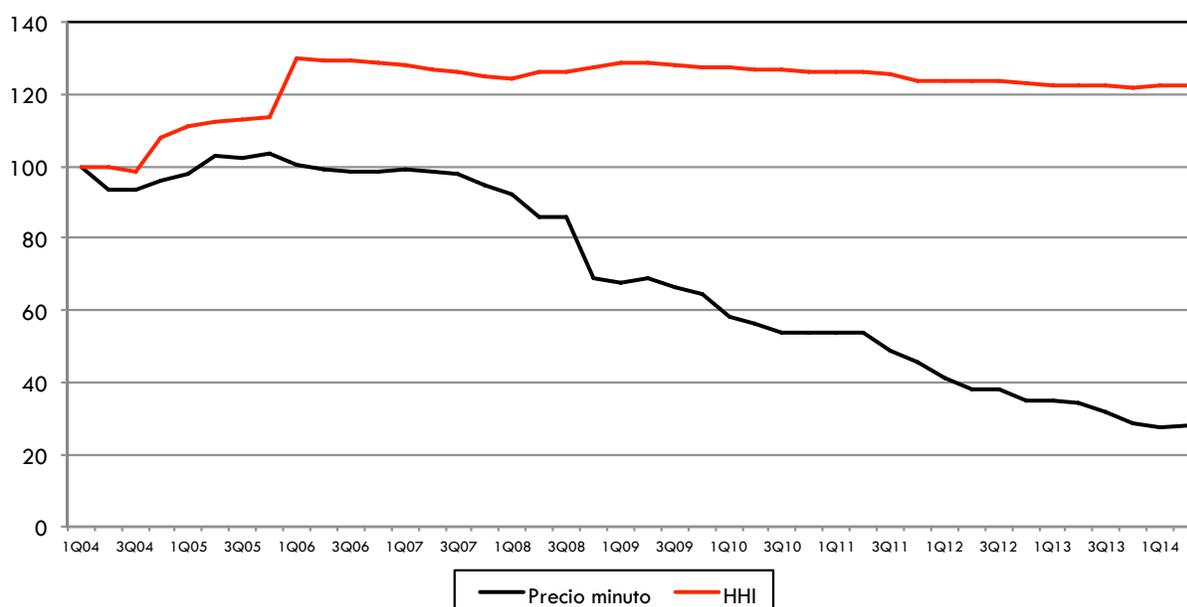
Como se observa en el gráfico 2, contrariamente a lo esperado en términos de una relación lineal directa entre concentración de mercados y nivel de precios, la tarifa del minuto móvil en América Latina tiende a bajar cuando los mercados pasan de un índice de HHI promedio de 1.000 a un índice de 4.000. El efecto esperado de incremento de precios acompañado de una concentración del mercado sólo aparece cuando el HHI excede 4.000 puntos. Este panel

¹ El índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) es calculado sumando las participaciones de mercado de competidores elevadas al cuadrado. Cuanto más alto el número más concentrado es un Mercado, llegando al valor de 10.000, lo que representa un monopolio.

de datos indicaría que el nivel de concentración de la industria móvil tiene un punto óptimo, donde el índice HHI debe ser de alrededor de 4.000, generándose así los mayores beneficios a los consumidores finales.

Otra manera de verificar la existencia de una relación causal entre concentración de mercado y precios es observar la evolución de las series históricas de promedios ponderados del índice HHI y el precio del minuto móvil de voz para toda América Latina (ver gráfico 3).

Gráfico 3. América Latina: Índice HHI y Precio del Minuto Móvil (2004-2014)
(índice- 2004: 100)

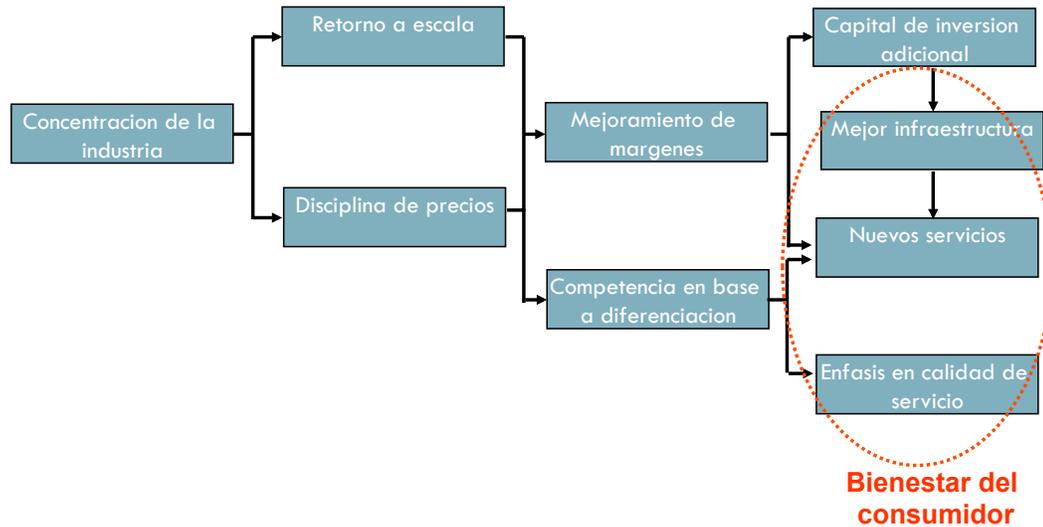


Fuente: GSMA Intelligence; análisis TAS

Como se observa en el gráfico 3 a pesar de que la concentración de la industria móvil latinoamericana se incrementa en el 2005 y permanece relativamente estable desde ese momento, los precios han continuado bajando. Obviamente, la ponderación de métricas a nivel latinoamericano no ayuda a identificar relaciones de causalidad como la observada en el gráfico 2. Sin embargo, el gráfico 3 permite determinar que aún cuando la concentración de los mercados no se modifica, los precios al consumidor final continúan decreciendo.

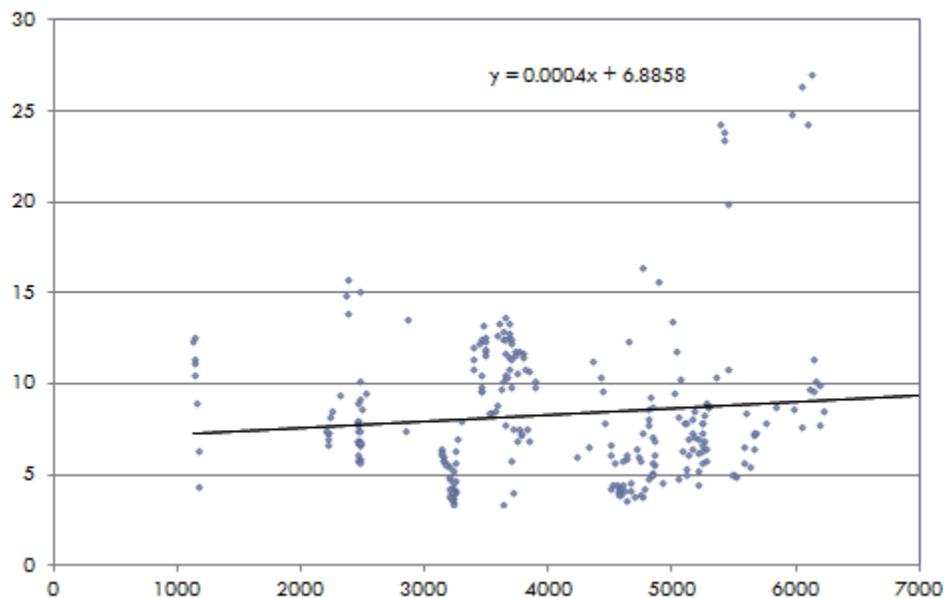
Más allá de la disminución de precios, la concentración moderada de la industria de telecomunicaciones tiene otros efectos en el mejoramiento del bienestar del consumidor (ver figura 1).

Figura 1. Impacto de la consolidación de la industria en el mejoramiento del bienestar del usuario final



La relación entre concentración del sector y el bienestar del consumidor se produce mediante una serie de causalidades que van desde el retorno a escala, mencionando arriba, a un incremento en la inversión de capital, al estímulo a la competencia en base a la diferenciación de producto y calidad del servicio. Por ejemplo, la misma relación observada entre estructura de mercado y precios es verificada en el caso de la inversión de capital (ver gráfico 4).

Gráfico 4. América Latina: Relación entre el Índice de Herfindahl-Hirschman y la inversión de capital móvil por usuario (2004-2014)



Nota: Cada observación se refiere a un mercado nacional en un año determinado
Fuente: GSMA; Bank of America; análisis Telecom Advisory Services LLC

Para la inversión de capital, se observa que la misma depende positivamente del Índice Herfindahl-Hirschman. Esto implica, que, de manera atenuada, a mayor concentración del mercado, las empresas tienen mayores incentivos para efectuar una mayor inversión de capital móvil por usuario.

En síntesis, la relación entre estructura de mercado, precios móviles e inversión móvil demuestra la existencia de un punto óptimo de concentración. Basándose en este postulado, el propósito del estudio es analizar la causalidad de factores que pueden contribuir a la eficiencia de una industria consolidada en la industria de telecomunicaciones colombiana. Para ello, se construye un modelo de impacto que permite estimar el impacto futuro de la fusión Tigo-UNE en la economía de Medellín y el departamento de Antioquia. Este impacto será medido en cuatro áreas:

- Disminución de precios al consumidor final, con la consiguiente penetración de tecnologías de telecomunicaciones;
- Incremento de la inversión de capital resultando en el despliegue de infraestructura de última generación;
- Aceleramiento de la tasa de innovación en términos de introducción de nuevos productos;
- Aumento de la competitividad regional, en particular en relación a otras ciudades y departamentos de Colombia

III. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El estudio se basa en el análisis econométrico de impacto del cambio de la estructura de mercado como resultado de la fusión Tigo-UNE en la economía de Medellín y Antioquia. Para ello, se debe comenzar por medir el desarrollo actual de la digitalización tanto a nivel de la ciudad de Medellín como del Departamento de Antioquia. Para medir el desarrollo de la digitalización es necesario apelar al concepto teórico que mide no solo la adopción de tecnología sino también su utilización. La digitalización describe las transformaciones sociales, económicas y políticas asociadas con la adopción masiva de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). En este sentido, si bien estos cambios socio-economico fundamentales dependen del despliegue y ampliación de infraestructura de telecomunicaciones, la digitalización pone el énfasis en la adopción y utilización intensa de TIC por parte de individuos, empresas y gobierno en sus actividades cotidianas. De hecho, la experiencia de países avanzados indica que la verdadera transformación hacia sociedades de la información y del conocimiento es alcanzada con la masificación en el uso de las TIC.

La digitalización es medida de acuerdo a la capacidad de un país y su población para usar tecnologías digitales que permiten generar, procesar, y compartir información. Estas tecnologías digitales incluyen la informática, y las telecomunicaciones fijas y móviles (en especial la banda ancha). Sin embargo, más allá de la adopción de tecnologías, la digitalización enfatiza su uso².

² Ver Sabbag, K., Friedrich, R., El-Harwich, B., Singh, M., Ganediwalla, S. and Katz, R. (2012), "Maximizing the impact of digitization", in Dutta, S. and Bilbao-Osorio, B. (Eds.), *The Global Information Technology Report 2012*, World Economic Forum and Insead, Geneva.

El desarrollo de la digitalización de un país es medido en base a un índice compuesto multidimensional basado en seis pilares, o sub-índices³:

- Asequibilidad: precio de diferentes servicios de telecomunicaciones lo que determina la posibilidad de adquisición de los mismos por parte de individuos y empresas (particularmente microempresas y Pymes);
- Confiabilidad de infraestructura: nivel de robustez y poder de recuperación de las redes que transportan información digital;
- Accesibilidad a las redes: adopción de terminales que permiten a individuos y empresas acceder a las redes que transportan información digital;
- Capacidad: capacidad de las redes de telecomunicaciones para transmitir volúmenes elevados de información digital a velocidades adecuadas;
- Utilización: adopción de plataformas de TIC y cambios en los procesos de negocio en la economía, lo que indica una asimilación creciente de tecnologías digitales; y
- Capital Humano: porcentaje de la población económicamente activa calificada para desarrollar productos y servicios digitales.

Cada pilar del índice de digitalización está calculado en base a múltiples indicadores cuantitativos⁴ (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Pilares e Indicadores del Índice de Digitalización

Pilares	Componentes	Definición
Asequibilidad	Costo Residencial de Línea Fija Ajustado por el PIB per cápita	Tarifa de Línea Fija Residencial (llamada de 3 minutos a línea fija en tarifa pico) ajustada por el PIB per cápita
		Precio de Conexión de Línea Fija Residencial Ajustado por el PIB per cápita
	Costo de Telefonía Móvil Ajustado por el PIB per cápita	Tarifa prepaga de Telefonía Móvil (Llamada de 1 minuto fuera de la red en tarifa pico) ajustada por el PIB per cápita
		Tarifa de conexión para Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PIB per cápita
	Costo de Banda Ancha Fija Ajustado por el PIB per cápita	Precio mensual de una conexión de banda ancha fija ajustado por el PIB per cápita
	Costo de Banda Ancha Móvil Ajustado por el PIB per cápita	Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde un teléfono inteligente, con una capacidad de descarga de 500 MB mensuales, ajustado por el PIB per cápita
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde USB/Dongle y con una capacidad de descarga de 1 GB mensuales, ajustado por el PIB per cápita		
Confiabilidad de redes	Inversión por habitante (móvil, banda ancha y fijo)	Inversión en Telefonía Móvil por habitante
		Inversión en Banda Ancha por habitante
		Inversión en Telefonía Fija por habitante

³ Ver Katz, R. y Koutroumpis, P. "Measuring digitization: A growth and welfare multiplier", *Technovation*, July 2013.

⁴ Ver Katz, R., Koutroumpis, P. y Callorda, F. "Using a Digitization index to measure economic and social impact of digital agendas", *Info*, January 2014.

Pilares	Componentes	Definición
Accesibilidad	Penetración de redes	Penetración de Banda Ancha Fija
		Penetración de Telefonía Móvil
	Otras métricas de penetración y de cobertura de infraestructura	Penetración Banda Ancha Móvil
		Penetración de Computadoras en la Población
Capacidad	Capacidad de Acceso Internacional a Internet	Capacidad de Acceso Internacional a Internet (kbps/usuario)
	Velocidad de Banda Ancha	Velocidad de la Banda Ancha (% de conexiones con velocidad de descarga de 2 Mbps o superior)
Utilización	Comercio electrónico	Comercio electrónico como porcentaje del comercio minorista
	Gobierno electrónico	Índice de gobierno electrónico basado en Internet
	Uso de Internet	Porcentaje de usuarios de Internet
	Gasto en servicios de datos	Gasto en datos, SMS y servicios de valor agregado como porcentaje del ingreso por usuario móvil
	Acceso a redes sociales	Visitantes únicos per cápita a la red social dominante
	Tráfico de mensajes de texto	Uso de mensajes de texto por abonado
Capital Humano	Ingenieros	Ingenieros egresados anualmente como porcentaje de la población
	Mano de Obra Calificada	Fuerza de trabajo con educación superior a la secundaria, como porcentaje de la población activa

Una vez medido el estado de la digitalización a nivel de la ciudad y el departamento, se debe proyectar su evolución futura obviando el efecto de la fusión. Este punto es importante en la medida de que la estimación del impacto de la transacción requiere medir el caso “contrafáctico” (en otras palabras, cuál hubiera sido el efecto si la misma no hubiera ocurrido). Como se podrá ver en el análisis de la situación actual, la digitalización, especialmente en Medellín, se ha desarrollado a una tasa acelerada en base al proceso de recuperación económica, estimulado tanto por políticas públicas nacionales (como el Plan Vive Digital) como por municipales y departamentales (como la creación de Ruta N) que promueven la innovación tecnológica y la adopción de TIC. Es por ello que sería erróneo asumir que los resultados de este proceso se deben únicamente a la fusión Tigo-UNE y, por lo tanto, deben ser calculados de manera independiente.

Una vez proyectada la evolución “natural” (es decir, extrapolando la tendencia de crecimiento histórico sin la ocurrencia de la fusión) de la digitalización en Medellín y Antioquia, se debe estimar cuál sería el impacto de la fusión Tigo-UNE. Para ello, se calculan dos efectos de la fusión:

- Impacto en los precios de servicios de telecomunicaciones
- Impacto en la inversión de capital de la industria de telecomunicaciones

Estos dos efectos a su vez estimulan la adopción de TIC en las siguientes variables:

- Penetración de banda ancha fija
- Penetración de banda ancha móvil
- Uso de internet

- Utilización de comercio electrónico
- Acceso a redes sociales

De esta manera, la fusión afecta catorce de los veinticinco indicadores que componen el índice de digitalización (marcadas en gris en el cuadro 3).

Cuadro 3. Pilares e Indicadores del Índice de Digitalización Impactados por Fusión

Pilares	Componentes	Definición
Asequibilidad	Costo Residencial de Línea Fija Ajustado por el PIB per cápita	Tarifa de Línea Fija Residencial (llamada de 3 minutos a línea fija en tarifa pico) ajustada por el PIB per cápita
		Precio de Conexión de Línea Fija Residencial Ajustado por el PIB per cápita
	Costo de Telefonía Móvil Ajustado por el PIB per cápita	Tarifa prepaga de Telefonía Móvil (llamada de 1 minuto fuera de la red en tarifa pico) ajustada por el PIB per cápita
		Tarifa de conexión para Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PIB per cápita
	Costo de Banda Ancha Fija Ajustado por el PIB per cápita	Precio mensual de una conexión de banda ancha fija ajustado por el PIB per cápita
	Costo de Banda Ancha Móvil Ajustado por el PIB per cápita	Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde un teléfono inteligente y con una capacidad de descarga de 500 MB mensuales, ajustado por el PIB per cápita
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde USB/Dongle y con una capacidad de descarga de 1 GB mensuales, ajustado por el PIB per cápita		
Confiabilidad de redes	Inversión por habitante (móvil, banda ancha y fijo)	Inversión en Telefonía Móvil por habitante
		Inversión en Banda Ancha por habitante
		Inversión en Telefonía Fija por habitante
Accesibilidad	Penetración de redes	Penetración de Banda Ancha Fija
		Penetración de Telefonía Móvil
	Otras métricas de penetración y de cobertura de infraestructura	Penetración Banda Ancha Móvil
		Cobertura de la Red de Telefonía Móvil
Capacidad	Capacidad de Acceso Internacional a Internet	Capacidad de Acceso Internacional a Internet (kbps/usuario)
	Velocidad de Banda Ancha	Velocidad de la Banda Ancha (% de conexiones con velocidad de descarga de 2 Mbps o superior)
Utilización	Comercio electrónico	Comercio electrónico como porcentaje del comercio minorista
	Gobierno electrónico	Índice de gobierno electrónico basado en Internet
	Uso de Internet	Porcentaje de usuarios de Internet
	Gasto en servicios de datos	Gasto en datos, SMS y servicios de valor agregado como porcentaje del ingreso por usuario móvil
	Acceso a redes sociales	Visitantes únicos per cápita a la red social dominante
	Tráfico de mensajes de texto	Uso de mensajes de texto por abonado
Capital Humano	Ingenieros	Ingenieros egresados anualmente como porcentaje de la población
	Mano de Obra Calificada	Fuerza de trabajo con educación superior a secundaria, como porcentaje de la población activa

Como puede observarse en el cuadro 3, los únicos indicadores del índice de digitalización no afectados por la fusión Tigo-UNE son 1) aquellos que dependen de otras variables (por ejemplo, la penetración de computadoras, que es una función del crecimiento económico), 2) los que ya han alcanzado niveles elevados independientemente de la fusión (por ejemplo, la capacidad de acceso internacional que es una variable definida a nivel nacional o la cobertura de la red de telefonía móvil que ha alcanzado el 100%), o 3) no son influenciadas por una fusión de operadores (como lo son los indicadores de capital humano).

Las dos variables explicativas que determinan la evolución de los componentes de la digitalización afectados por la fusión son los precios al consumidor final, y la inversión de capital. Como se explica arriba, la posibilidad de reducir precios al consumidor final preservando márgenes de rentabilidad, es altamente posible en fusiones horizontales (es decir, entre dos operadores de telecomunicaciones con cadenas de valor similares). Para estimar el impacto de la fusión en el nivel de precios, se construyó un modelo econométrico con datos trimestrales de siete países de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela) entre el 2004 y el 2014 contiendo 247 observaciones (modelo incluido en anexo). La variable dependiente es el precio promedio por país por minuto de voz, mientras que las variables independientes incluyen el índice HHI, el despliegue de redes 3G, el porcentaje de usuarios prepago, y el PIB per cápita. El modelo incluye efectos fijos por país y por año. De acuerdo al modelo, un aumento del 1% en el índice HHI, genera una disminución en el precio de las llamadas de 0,39%. Este es el coeficiente utilizado para calcular el impacto de la fusión en los precios.

A su vez, esta disminución de precios genera un incremento en la penetración de telefonía móvil, banda ancha móvil, y banda ancha fija. Para el cálculo del aumento de la penetración, se utilizaron dos modelos de elasticidad de precios desarrollado por Telecom Advisory Services LLC para un estudio de demanda de banda ancha realizado para el Banco Mundial (incluidos en anexo).

El aumento de la inversión de capital como resultado de la fusión Tigo-UNE fue calculado de acuerdo al impacto de las sinergias de costos ocasionadas en fusiones horizontales en telefonía móvil. De acuerdo a los benchmarks internacionales, los costos de mercadeo, ventas, atención a clientes, y administración de un operador móvil representan un promedio de 69% de los costos operativos (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Estructura de costos de operadores móviles

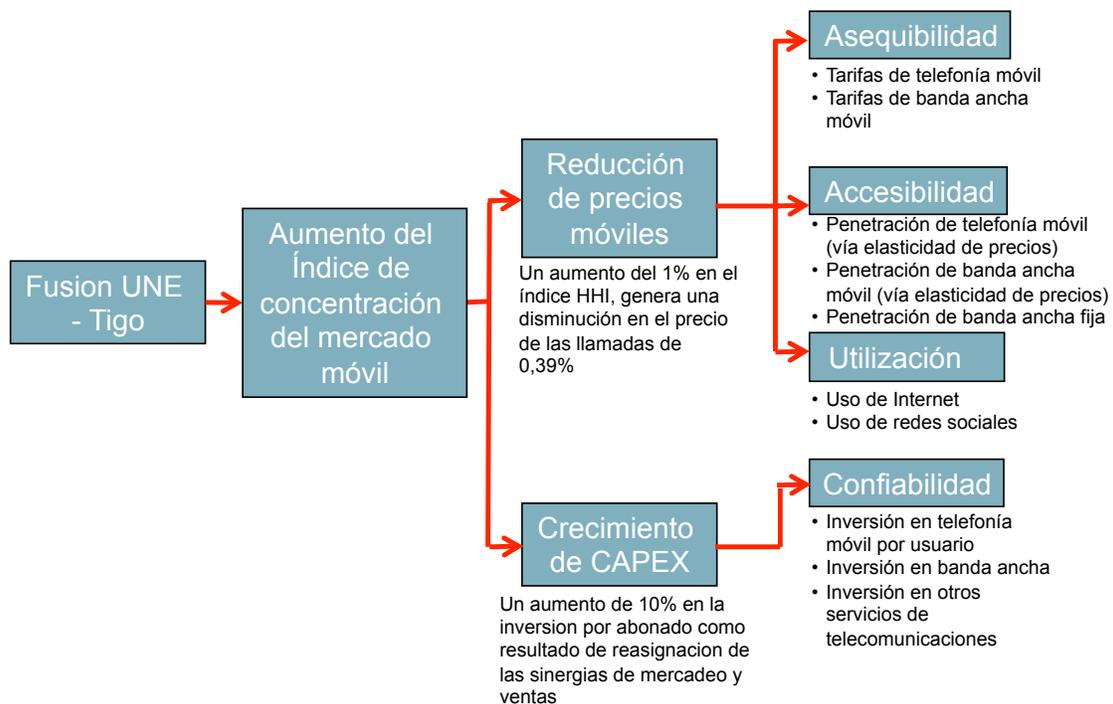
COSTOS	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Promedio
Mercadeo	16%	6%	10%	13%	13%
Ventas	15%	8%	12%	8%	11%
Atención a clientes	16%	20%	16%	14%	16%
Red	23%	37%	29%	37%	31%
TI	11%	7%	11%	11%	10%
Administración	18%	21%	22%	17%	19%

Fuente: Operadores Móviles

Ahora bien, de acuerdo a información presentada por operadores a reguladores en Estados Unidos, una fusión horizontal reduce los costos de estas funciones por sinergias en un 8%. Así también se tiene una reducción en los costos de atención al cliente, de administración de redes y de TI por las mayores economías de escala. De este modo, una reducción sinérgica de costos como resultado de la fusión permite la reasignación de una parte de los ahorros a inversión de capital, con lo cual estos crecen en 10%.

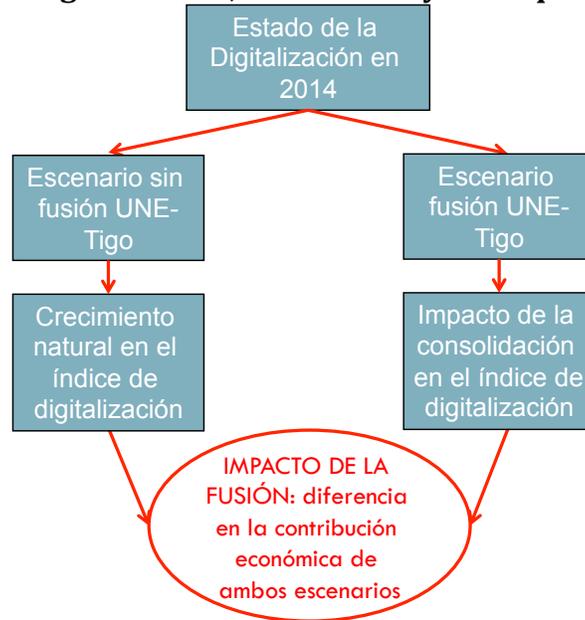
Habiendo estimado el cambio en indicadores discretos que componen el índice de digitalización, se recalcula la evolución del mismo entre el 2015 y el 2020 (ver figura 2 que resume la causalidad del impacto de la fusión en el índice).

Figura 2. Impacto de la Fusión en el Índice de Digitalización



Con los resultados de este cálculo se han estimado los cambios en el índice de digitalización sin la fusión y considerando la fusión, con lo cual se puede calcular la diferencia atribuida a la fusión año a año (ver figura 3).

Figura 3. Metodología para el cálculo del Impacto de la fusión Tigo-UNE en la Digitalización, en Medellín y Antioquia

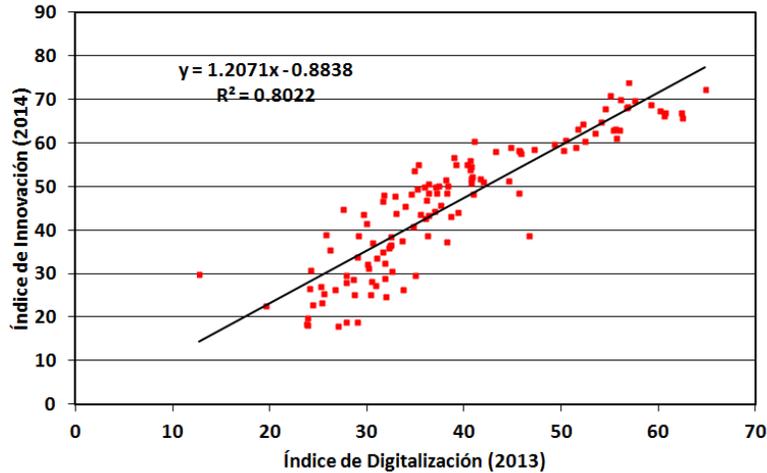


La evolución de la digitalización en Medellín y Antioquia resultante de la fusión permite calcular su contribución económica. Para ello, se aplican los modelos de impacto económico de la digitalización desarrollados por Telecom Advisory Services (incluidos en los anexos A y B).

Más allá de la contribución al PIB y a la creación de empleo, el nivel de digitalización de un país y el ritmo de innovación están altamente relacionados. Si bien en este caso no es posible especificar un modelo econométrico que permita determinar la dirección de causalidad, el coeficiente de correlación entre el índice de innovación desarrollado conjuntamente por INSEAD, y la Organización Mundial de propiedad Intelectual⁵ y el índice de digitalización para 143 países es elevado (ver gráfico 5).

⁵ Ver Cornell University, INSEAD, and WIPO (2014). *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor In innovation*, Fontainebleau, Ithaca, and Geneva.

Gráfico 5. Digitalización e Innovación (2014)



Fuente: Análisis Telecom Advisory Services

De acuerdo a esta relación, un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización genera un incremento de 12 puntos en el índice de innovación. Este efecto es el resultante de la introducción de aplicaciones y servicios basados en TIC (por ejemplo, búsqueda de Internet, Comercio Electrónico, Educación a Distancia, redes sociales). El análisis de regresión simple entre el índice de innovación y los pilares del índice de digitalización indica que los factores más importantes que determinan un aumento de innovación son accesibilidad y utilización, ambos componentes que son afectados positivamente como consecuencia de la fusión.

En síntesis, el marco teórico y la metodología descrita permite estimar el impacto con y sin la fusión Tigo-UNE en el índice de digitalización de medellin y el Departamento de Antioquia y, en base a la diferencia, el efecto económico atribuido exclusivamente a la transacción.

IV. EL ESTADO ACTUAL DE LA DIGITALIZACIÓN Y COMPETITIVIDAD DE MEDELLÍN Y EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

El Departamento de Antioquia es uno de los 32 departamentos de Colombia. Con una población de 6.299.900, la economía antioqueña genera el 15% del PIB colombiano en base a 80.000 establecimientos productivos, ubicándose detrás de Bogotá en términos de importancia a nivel nacional. Tradicionalmente, Antioquia ha sido el primer departamento exportador de Colombia. El 70% de sus exportaciones está constituido por productos y servicios de valor agregado. Ya en el 2005 los productos y servicios originados en Antioquia representaron el 25% del total de las exportaciones no tradicionales del país. En el 2011 el departamento registró el 33,5% del total de las exportaciones no tradicionales de Colombia.

Desde 2007, Antioquia continúa trabajando intensamente en los sectores económicos definidos por la administración departamental como estratégicos, incluyendo minería, ganadería, comercio, confección, producción y distribución de energía, servicios especializados de salud y medicina, frutas y flores, verduras con valor agregado, conservas y

alimentos en general, productos forestales, construcción de vivienda, vehículos (autos y motos) y servicios financieros, de bolsa, bancarios y de seguros. A estos se suman otros sectores transversales como software, electrónica, telecomunicaciones, maquinaria y equipo, turismo de negocios, turismo médico, congresos y convenciones, y transporte. Actualmente, Antioquia está enfocada en el área de servicios de alta tecnología, especialmente en telecomunicaciones, software y TIC.

Medellín, la capital del departamento, es la segunda ciudad más poblada de Colombia y forma parte del Área Metropolitana del Valle de Aburra, un organismo administrativo que reúne 9 municipios. Medellín tiene aproximadamente 2,5 millones de habitantes y alcanza 3,7 millones de personas cuando se incluye el área metropolitana.

Medellín es el segundo centro económico más importante de Colombia, después de Bogotá. La ciudad contribuye en un 8% al PIB nacional. Cuando se incluye el área metropolitana, la contribución se incrementa al 11%. Los sectores económicos de mayor participación en la economía de la ciudad son: la manufactura, con el 43,6%; los servicios, con 35,7%; y el comercio, con un 7%. A su vez, el sector industrial se subdivide entre industria textil, con el 20% de aporte; productos químicos, con el 14,5%; alimentos, con 10%; bebidas con 11%; y sectores metalmecánicos, eléctrico y electrónico que aportan otro 10%.

La ciudad alberga aproximadamente a 130.000 estudiantes distribuidos en 35 universidades nacionales y departamentales, tanto públicas como privadas. Las principales universidades son: Universidad de Antioquia (pública, departamental), Universidad Nacional (pública, nacional), y las Universidades EAFIT, CES y Pontificia Bolivariana (privadas, departamentales).

Como es de esperar, el índice actual de la digitalización, tanto en Medellín como en el Departamento de Antioquia es superior al de Colombia (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación del Índice de Digitalización (2014)

	Colombia	Medellín	Antioquia
DIGITALIZACION	50,10	53,84	51,27
Asequibilidad	89,72	91,32	89,51
Confiabilidad	8,51	8,51	8,51
Accesibilidad	46,81	56,90	51,38
Capacidad	82,29	86,67	82,78
Utilización	43,43	48,75	44,55
Capital Humano	29,87	30,93	30,93

Nota: la variable de confiabilidad es la misma para las tres geográficas dado que no se dispone de montos desagregados de inversión de capital.

Fuente: análisis Telecom Advisory Services LLC

Con la excepción de la confiabilidad (donde no se disponen estadísticas de inversión desagregadas geográficamente, todos los componentes del índice de digitalización de Medellín y Antioquia son más altos que los de Colombia. En particular, la diferencia en accesibilidad (que mide la penetración de TIC) y utilización (que mide su uso) son

significativamente más altos en el caso de Medellín. El avance de Medellín y Antioquia en relación al país en su conjunto se debe a una multiplicidad de factores (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de variables (2014)

Variable	Colombia	Antioquia	Medellín	Explicación/Fuente
Tarifa de Línea Fija Residencial (llamada de 3 minutos a línea fija en tarifa pico) ajustada por PBI per cápita	74,34	73,78	78,59	Los servicios son más asequible en Medellín y Antioquia dado que estos cuentan con mayor PIB per cápita que el promedio nacional. La fuente para el PIB per cápita es el DANE para Colombia y Antioquia, y el sitio Medellín.Gov para Medellín
Tarifa de conexión para Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PBI per cápita	96,54	96,48	96,96	
Tarifa prepaga de Telefonía Móvil (Llamada de un minuto fuera de la red en tarifa pico) ajustada por el PBI per cápita	90,03	89,83	91,58	
Costo mensual de una conexión de banda ancha fija ajustada por el PBI per cápita	87,68	87,43	89,64	
Costo mensual de una conexión de B.A.M. para teléfono inteligente y con un CAP => a 500 MB	92,00	91,84	93,20	
Costo mensual de una conexión de B.A.M. para notebook con un CAP igual o superior a 1 GB	90,47	90,27	91,94	
Penetración de Banda Ancha Fija	10,35	13,76	19,77	MINTIC
Penetración de Telefonía Móvil	104,89	117,84	136,08	GSMA y DANE
Penetración de Computadoras	46,38	55,83	60,30	MINTIC y DANE
Penetración 3G/4G	10,84	11,02	12,73	GSMA y DANE
Velocidad de Banda Ancha (% de conexiones con velocidad de descarga superior a 2 Mbps/s)	68,40 %	69,38 %	77,24 %	La velocidad promedio de conexión es superior en Medellín (Estimación de Teleadvs, en base a datos del MINTIC)
Usuarios de Internet (como porcentaje de la población)	56,82 %	59,78 %	70,82 %	El uso de internet es sustancialmente mayor en Medellín (Fuente: DANE)
Visitantes a Redes sociales (Visitantes únicos a la red social dominante por cada 100 habitantes)	46,16 %	48,56 %	57,54 %	Para esta variable se tiene sólo información a nivel nacional, pero como internacionalmente existe una relación entre uso de internet y uso redes sociales, se asume que esa tendencia se mantiene a nivel regional (Antioquia y Medellín)
Índice de ingenieros en la población, en base al número de graduados del último año (en paréntesis número de graduados)	0,0755 (35.962)	0,0809 (5.163)	0,0809 (5.163)	MEN. Para Medellín se utiliza la información de Antioquia
Fuerza de trabajo con educación terciaria completa o incompleta, como porcentaje de la población activa	35,69 %	36,17 %	36,17 %	Estimación de Teleadvs a partir de Encuesta de Hogares del DANE. Para Medellín se utiliza la información de Antioquia

Fuente: análisis Telecom Advisory Services LLC

Como se menciona en el cuadro 6, las diferencias en asequibilidad no son consecuencia de que los precios de servicios de telecomunicaciones sean más económicos en Medellín y Antioquia en relación al resto de Colombia, dado que la mayoría de las tarifas tienen alcance nacional. La diferencia se debe a que todos los indicadores de precios están normalizados por el PIB per cápita, y que el mismo es más alto en la ciudad y el Departamento en comparación con el promedio nacional. En parte como consecuencia de la mayor asequibilidad, la penetración de banda ancha fija y móvil, de telefonía móvil y de computadoras es más alta en Antioquia y Medellín que respecto del promedio colombiano. Finalmente, las estadísticas de uso de TIC y capital humano son también superiores en Medellín y Antioquia que en el promedio nacional.

De acuerdo al modelo que permite calcular la contribución económica histórica de la digitalización a las tres geografías, se estima que el impacto acumulado en el PIB nacional entre el 2004 y el 2014 fue de US\$ 18.715 millones, mientras que la contribución al PIB de Antioquia fue de US\$ 2.466 millones y en el caso del PIB de Medellín fue de US\$ 1.118 millones (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Impacto Económico de la Digitalización (2004-2014)

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
COLOMBIA	Índice de digitalización	24,14	26,02	27,27	30,46	32,67	35,58	38,97	41,63	46,95	50,10	
	PBI generado (Millones US\$)	1.776	950	742	2.140	1.273	1.914	2.396	1.892	3.625	2.007	18.715
	Empleos creados (Miles)	27,63	12,85	7,61	18,99	13,26	16,95	17,14	11,95	22,61	12,35	161,32
ANTIOQUIA	Índice de digitalización	25,02	26,99	27,74	30,93	33,51	36,41	39,61	42,36	47,77	51,27	
	PBI generado (Millones US\$)	253	134	60	282	196	243	287	252	474	287	2.466
	Empleos creados (Miles)	5,54	2,48	0,84	4,14	3,51	3,33	3,01	2,50	4,20	2,22	31,76
MEDELLIN	Índice de digitalización	27,00	28,99	29,79	33,35	36,29	38,47	41,91	44,89	50,37	53,84	
	PBI generado (Millones US\$)	106	60	29	140	99	81	139	123	214	128	1.118
	Empleos creados (Miles)	1,88	0,90	0,32	1,67	1,44	0,89	1,18	0,99	1,54	0,80	11,60

(*) Ver modelos de impacto económico de la digitalización en Anexo
Fuente: Análisis TAS basado en Katz, Koutroumpis, Callorda (2012)

Por otro lado, el desarrollo de la digitalización resultó en la creación de 11.602 empleos directos e indirectos en Medellín y 31.760 en Antioquia.

Finalmente en la medida de que la digitalización acompaña el crecimiento de la innovación en una economía, en base al modelo presentado en el capítulo previo, se puede considerar que el desarrollo de la misma implicó un aumento en el índice de innovación alcanzando el valor de 35,40 para Colombia, 35,99 para Antioquia y 36,51 para Medellín.

V. EL IMPACTO DE LA FUSIÓN TIGO-UNE EN EL DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN EN MEDELLÍN Y EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

Tal como se detalló en el capítulo III, para estimar el impacto de la fusión en el desarrollo de la digitalización de Medellín y Antioquia es necesario primero estimar el escenario “contrafáctico”, es decir como hubiera evolucionado la digitalización sin que hubiese ocurrido la fusión. Para ello, se debe estimar la proyección de evolución futura de los indicadores que componen el índice. En términos generales, la proyección al 2020 se hizo extrapolando las tendencias históricas (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Evolución futura de los indicadores que componen el índice de digitalización

Indicador	Componente	Proyección
Asequibilidad	Tarifa de Línea Fija Residencial (llamada de 3 minutos a línea fija en tarifa pico) ajustada por el PBI per cápita	Regresa en 2020, al promedio 2004-2014
	Costo de Conexión de Línea Fija Residencial Ajustado por el PBI per cápita	Se mantiene en el valor del 2014
	Tarifa prepaga de Telefonía Móvil (Llamada de 1 minuto fuera de la red en tarifa pico) ajustada por el PBI per cápita	TACC 2004-2014
	Tarifa de conexión para Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PBI per cápita	Se mantiene en el valor del 2014
	Costo mensual de una conexión de banda ancha fija ajustada por el PBI per cápita	TACC 2012-2014
	Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde un teléfono inteligente y con una capacidad de descarga de 500 MB mensuales, ajustado por el PIB per cápita	TACC 2012-2014
	Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde USB/Dongle y con una capacidad de descarga de 1 GB mensuales, ajustado por el PIB per cápita	TACC 2012-2014
Confiabilidad de redes	Inversión en Telefonía Móvil por usuario de telecomunicaciones	Se mantiene en el valor del 2014
	Inversión en Banda Ancha por usuario de telecomunicaciones	Se mantiene en el valor del 2014
	Inversión en Telefonía Fija por usuario de telecomunicaciones	Se mantiene en el valor del 2014
Accesibilidad	Penetración de Banda Ancha Fija (hogares)	TACC 2012-2014
	Penetración de Telefonía Móvil	Tasa de crecimiento estimada por GSMA
	Penetración Banda Ancha Móvil	Tasa de crecimiento estimada por GSMA
	Penetración de Computadoras en la Población	TACC 2012-2014 a nivel nacional con tope de 92,50% de hogares en

Indicador	Componente	Proyección
		Antioquia y 95% de hogares en Medellín
	Cobertura de la Red de Telefonía Móvil	Se mantiene en el valor del 2014
Capacidad	Capacidad de Acceso Internacional a Internet (kbps/user)	Tasa de crecimiento estimada por Telegeography
	% de conexiones con velocidad de descarga superior a 2 Mbp/s	TACC 2011-2014
Utilización	Comercio electrónico como porcentaje del comercio minorista	A tasa de crecimiento del uso de internet
	Índice de gobierno electrónico basado en Internet	TACC 2009-2014
	Porcentaje de usuarios de Internet	Llega al 75% (Antioquía y Colombia) y 80% (Medellín) al 2020
	Gasto en datos, SMS y servicios de valor agregado como % del ingreso por usuario móvil	TACC 2012-2014
	Visitantes únicos a la red social dominante cada 100 habitantes	A tasa de crecimiento del uso de internet
	Uso de mensajes de texto por abonado	Se mantiene en el valor del 2014
Capital Humano	Índice de ingenieros en la población, en base al número de graduados del último año	Se mantiene en el valor del 2014
	Fuerza de trabajo con educación terciaria o superior, como porcentaje de la población activa	Se mantiene en el valor del 2014

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

A partir de la extrapolación histórica de la tendencia de crecimiento de los indicadores que componen el índice de digitalización, se puede proyectar la evolución “natural” del mismo a 2020 (ver cuadros 9, 10 y 11).

Cuadro 9. Medellín: Crecimiento “Natural” de la Digitalización

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asequibilidad	90,16	91,32	90,56	91,59	92,49	93,22	93,86	94,42
Confiabilidad	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51
Accesibilidad	54,51	56,90	60,14	63,84	66,81	69,91	72,94	74,86
Capacidad	72,23	86,67	91,13	93,68	96,38	99,26	100,00	100,00
Utilización	45,74	48,75	50,64	52,70	54,94	57,39	59,74	60,43
Capital Humano	31,07	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Índice de Digitalización	50,37	53,84	55,32	56,87	58,34	59,87	60,99	61,53

Cuadro 10. Antioquia: Crecimiento “Natural” de la Digitalización

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asequibilidad	88,07	89,51	88,56	89,85	90,96	91,85	92,64	93,34
Confiabilidad	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51
Accesibilidad	48,71	51,38	54,59	57,74	60,80	63,84	66,92	69,10
Capacidad	68,81	82,78	86,99	89,28	91,71	94,29	97,04	99,95
Utilización	41,44	44,55	46,80	49,23	51,88	54,76	57,90	59,42
Capital Humano	31,07	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Índice de Digitalización	47,77	51,27	52,73	54,26	55,80	57,36	58,99	60,21

Cuadro 11. Colombia: Crecimiento “Natural” de la Digitalización

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asequibilidad	88,31	89,72	88,80	90,05	91,13	92,01	92,78	93,47
Confiabilidad	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51
Accesibilidad	45,60	46,81	49,78	52,72	55,59	58,46	61,38	64,37
Capacidad	68,39	82,29	86,48	88,73	91,13	93,68	96,38	99,26
Utilización	40,90	43,43	45,84	48,45	51,29	54,38	57,75	59,52
Capital Humano	30,00	29,87	29,87	29,87	29,87	29,87	29,87	29,87
Índice de Digitalización	46,95	50,10	51,55	53,06	54,59	56,15	57,78	59,17

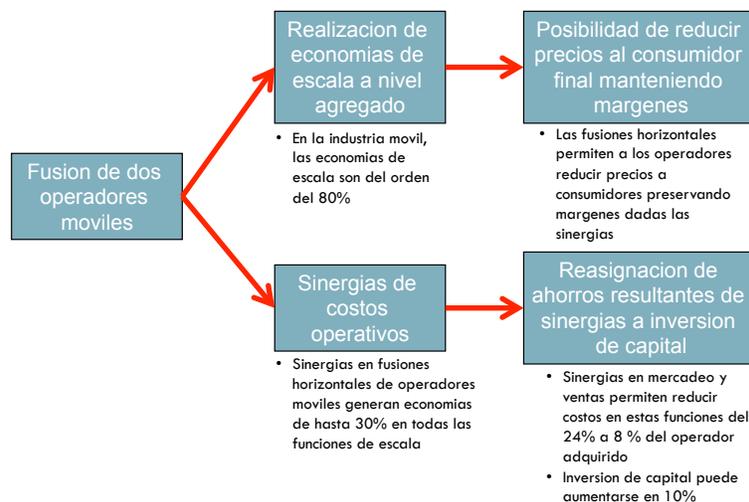
Nota: El componente de confiabilidad no se modifica dado que se carece información sobre el futuro desarrollo de la inversión de telecomunicaciones.

Fuentes: Análisis TAS basado en Katz, Koutroumpis, Callorda (2012)

Así, si la fusión de Tigo-UNE no hubiese ocurrido, la extrapolación de la tendencia histórica de crecimiento de la digitalización tendrá un impacto de 8 puntos en Medellín y 9 puntos en Antioquia al 2020. Al mismo tiempo, la digitalización a nivel nacional alcanzaría 59,17.

Habiendo estimado el escenario “contrafáctico”, corresponde ahora determinar como se desarrollará la digitalización cuando se considera el efecto adicional de la fusión. Para ello, retomando el marco teórico del capítulo III, se asume que una fusión entre dos operadores de telecomunicaciones en un contexto de competencia sostenible, genera dos tipos de beneficios: la disminución de precios y el aumento de la inversión de capital (ver figura 4).

Figura 4. Beneficios Económicos de la fusión de dos operadores de telecomunicaciones



En primer lugar, la fusión entre Tigo y UNE produce un aumento en la concentración del mercado móvil (medido este de acuerdo al índice HHI) (ver cuadros 12 y 13).

Cuadro 12. Impacto de la fusión en el Índice HHI de Medellín

EMPRESA	SIN FUSION		CON FUSION	
	ABONADOS	% MERCADO	ABONADOS	% MERCADO
TIGO	740.110	23,31%	855.912	26,96%
UNE	115.802	3,65%	-	-
Avantel (1)	11.486	0,36%	11.486	0,36%
Claro (1)	1.622.874	51,11%	1.622.874	51,11%
Movistar (1)	684.736	21,57%	684.736	21,57%
Total/HHI	3.175.008	3.635	3.175.008	3.805

Cuadro 13. Impacto de la fusión en el Índice HHI de Antioquia

EMPRESA	SIN FUSION		CON FUSION	
	ABONADOS	% MERCADO	ABONADOS	% MERCADO
TIGO	1.147.654	15,98%	1.276.463	17,77%
UNE	128.809	1,79%	-	-
Avantel (1)	29.255	0,41%	29.255	0,41%
Claro (1)	4.133.513	57,54%	4.133.513	57,54%
Movistar (1)	1.744.046	24,28%	1.744.046	24,28%
Total/HHI	7.183.277	4.159	7.183.277	4.217

Nota: (1) Valores estimados en base a cuotas de Mercado a nivel nacional.

Fuente: Análisis Telecom Advisory Services LLC

De acuerdo a los cuadros 12 y 13, el índice HHI de medellin se incrementa de 3.635 a 3.805, mientras que en el caso de Antioquia este crece de 4.159 a 4.217. A partir de este incremento del índice de HHI, y basándose en el modelo de impacto de la estructura del mercado en los precios de telecomunicaciones, es posible proyectar la evolución de asequibilidad de los diferentes servicios de telecomunicaciones (ver cuadros 14 y 15).

Cuadro 14. Medellín: Impacto de la Fusión Tigo-UNE en Índice de Asequibilidad

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tarifa prepaga de Telefonía Móvil ajustada por el PBI per cápita	0,04	0,08	0,11	0,14	0,16	0,18
Tarifa de conexión a Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PBI per cápita	0,15	0,25	0,32	0,36	0,39	0,40
Costo mensual de una conexión de banda ancha fija ajustada por el PBI per cápita	0,20	0,36	0,49	0,60	0,69	0,76
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde un teléfono inteligente, ajustado por el PIB per cápita	0,11	0,20	0,25	0,29	0,31	0,32
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde USB/Dongle, ajustado por el PIB per cápita	0,14	0,23	0,28	0,32	0,33	0,34

Cuadro 15. Antioquia: Impacto de la Fusión Tigo-UNE en Índice de Asequibilidad

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tarifa prepaga de Telefonía Móvil ajustada por el PBI per cápita	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Tarifa de conexión a Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PBI per cápita	0,05	0,09	0,12	0,14	0,15	0,15
Costo mensual de una conexión de banda ancha fija ajustada por el PBI per cápita	0,07	0,13	0,18	0,22	0,26	0,29
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde un teléfono inteligente, ajustado por el PIB per cápita	0,04	0,07	0,09	0,11	0,12	0,12
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde USB/Dongle, ajustado por el PIB per cápita	0,05	0,08	0,10	0,12	0,12	0,13

Nota: Este análisis considera los puntos adicionales que se generaran en asequibilidad sólo por el efecto de la fusión (se excluyen los efectos del crecimiento natural). El valor presentado, son los puntos de aumento del índice que mide asequibilidad.

Fuentes: Análisis Telecom Advisory Services

Con base a esta estimación de aumento de asequibilidad, la penetración de TIC y su utilización asociadas con el cálculo del índice de digitalización aumentará (ver cuadros 16 y 17).

Cuadro 16. Medellín: Impacto de la Fusión en Penetración y Utilización de TIC (en puntos porcentuales)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Penetración de Banda Ancha Fija	0,19	0,44	0,75	1,15	1,64	2,24
Penetración de Telefonía Móvil	0,85	1,77	2,75	3,78	4,88	6,03
Penetración Banda Ancha Móvil	0,09	0,13	0,33	0,59	0,91	1,27
Comercio electrónico como % del comercio minorista	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Porcentaje de usuarios de Internet	0,54	1,11	1,71	2,34	2,99	3,68
Visitantes únicos per cápita a la red social dominante	0,44	0,90	1,39	1,90	2,43	2,99

Cuadro 17. Antioquia: Impacto de la Fusión en Penetración y Utilización de TIC (en puntos porcentuales)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Penetración de Banda Ancha Fija	0,07	0,16	0,25	0,36	0,48	0,62
Penetración de Telefonía Móvil	0,22	0,45	0,70	0,96	1,23	1,52
Penetración Banda Ancha Móvil	0,03	0,08	0,15	0,23	0,33	0,45
Comercio electrónico como % del comercio minorista	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
Porcentaje de usuarios de Internet	0,21	0,44	0,68	0,95	1,23	1,54
Visitantes únicos per cápita a la red social dominante	0,17	0,36	0,55	0,77	1,00	1,25

Fuentes: Análisis Telecom Advisory Services

Por otra parte considerando, de acuerdo a las premisas del capítulo III, que la inversión en telecomunicaciones crecerá en un 10% anual para Medellín⁶, se estima que los indicadores

⁶ El crecimiento de la inversión en Antioquia será del 4,92% anual. Este valor es inferior al 10% de Medellín, ya que UNE tenía una participación baja de mercado fuera de la capital del departamento (3,65% de participación en Medellín y 0,32% en Antioquia, excluyendo Medellín).

asociados con el nivel de inversión también crecerán proporcionalmente (ver cuadros 18 y 19).

Cuadro 18. Medellín: Impacto de la Fusión en Inversión (en US\$)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión en Banda Ancha por habitante	1,45	3,04	4,79	6,71	8,83	11,16
Inversión en Sector Móvil por habitante	1,56	3,27	5,16	7,23	9,51	12,02
Inversión en otros servicios de Telecomunicaciones por habitante	0,79	1,66	2,61	3,66	4,82	6,09

Cuadro 19. Antioquia: Impacto de la Fusión en Inversión (en US\$)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión en Banda Ancha por habitante	0,71	1,46	2,24	3,06	3,92	4,83
Inversión en Sector Móvil por habitante	0,77	1,57	2,41	3,30	4,23	5,20
Inversión en otros servicios de Telecomunicaciones por habitante	0,39	0,79	1,22	1,67	2,14	2,63

Fuentes: Análisis Telecom Advisory Services

La combinación de todos estos incrementos en los componentes del índice de digitalización ejercerá un impacto en el valor del mismo, equivalente a un incremento de entre 8,95 para Medellín y 9,56 puntos para Antioquia sobre el valor del 2014 (ver cuadros 20 y 21).

Cuadro 20. Medellín: Índice de digitalización, considerando los efectos de la fusión

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asequibilidad	91,32	90,66	91,78	92,74	93,51	94,18	94,77
Confiabilidad	8,51	9,26	10,09	11,00	12,00	13,10	14,31
Accesibilidad	56,90	60,34	63,97	67,05	70,29	73,49	75,63
Capacidad	86,67	91,13	93,68	96,38	99,26	100,00	100,00
Utilización	48,75	50,86	53,15	55,60	57,83	60,30	61,12
Capital Humano	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Índice de Digitalización	53,84	55,53	57,26	58,95	60,63	62,00	62,79

Cuadro 21. Antioquia: Índice de digitalización, considerando los efectos de la fusión

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asequibilidad	89,51	88,60	89,91	91,05	91,96	92,76	93,47
Confiabilidad	8,51	8,88	9,27	9,67	10,10	10,55	11,02
Accesibilidad	51,38	54,65	57,86	61,00	64,12	67,30	69,57
Capacidad	82,78	86,99	89,28	91,71	94,29	97,04	99,95
Utilización	44,55	46,88	49,41	52,16	55,14	58,40	60,04
Capital Humano	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93	30,93
Índice de Digitalización	51,27	52,82	54,44	56,09	57,76	59,49	60,83

Fuentes: Análisis TAS

Ahora bien, considerando que una porción de este crecimiento en el índice de digitalización debe ser atribuido a la evolución “natural” del mismo (presentada en los cuadros 8, 9, 10 y

11), es necesario sustraer del efecto acumulado aquel asociado a la evolución “natural” para estimar el impacto en el nivel de digitalización atribuido a la fusión. El cuadro 22 presenta en la primera y cuarta líneas la evolución “natural” del índice de digitalización (proveniente de los cuadros 9 y 10), en la segunda y quinta líneas la evolución del índice una vez que se incluye el efecto de la fusión Tigo-UNE (proveniente de los cuadros 20 y 21), y en la tercera y sexta líneas la diferencia entre ambos (es decir, el impacto en la digitalización en Medellín y Antioquia atribuibles exclusivamente a la fusión).

Cuadro 22. Impacto de la Fusión en el Desarrollo de la Digitalización

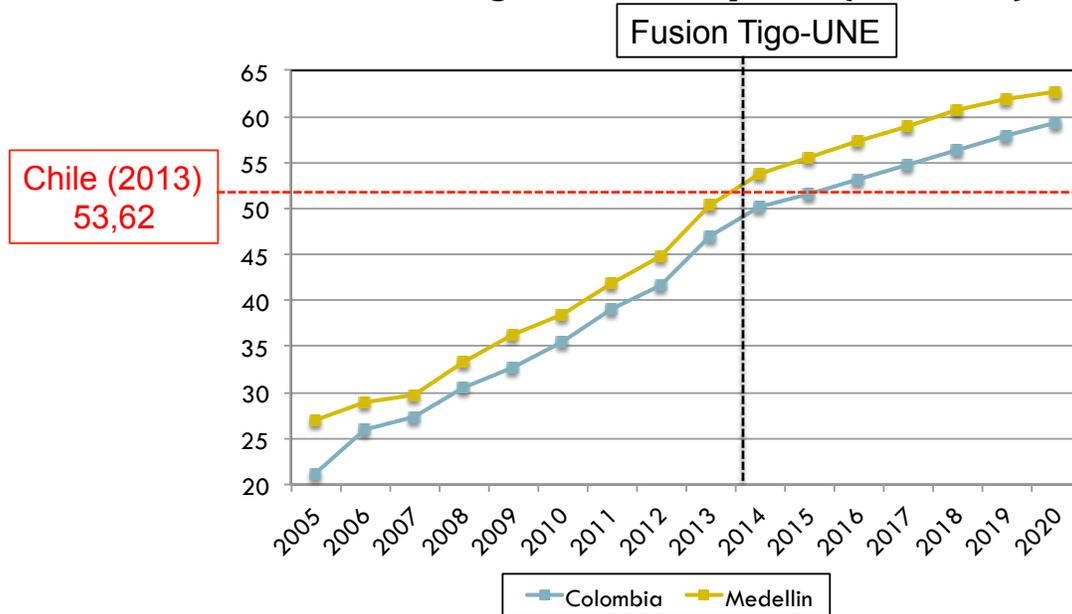
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Medellín	Crecimiento “natural”	53,84	55,32	56,87	58,34	59,87	60,99	61,53
	Crecimiento con fusión	53,84	55,53	57,26	58,95	60,63	62,00	62,79
	Diferencia	0,00	0,21	0,39	0,61	0,76	1,01	1,26
Antioquia	Crecimiento “natural”	51,27	52,73	54,26	55,80	57,36	58,99	60,21
	Crecimiento con fusión	51,27	52,82	54,44	56,09	57,76	59,49	60,83
	Diferencia	0,00	0,09	0,18	0,29	0,40	0,50	0,62

Fuentes: Análisis TAS

Así, de acuerdo a las estimaciones, la contribución de la fusión Tigo-UNE al desarrollo de la digitalización en Medellín y Antioquia será de 1,26 y 0,62 puntos respectivamente. Al mismo tiempo, el avance de la digitalización de Medellín y Antioquia respecto al promedio Colombia se acrecentará 1,01 puntos y 0,37 puntos respectivamente. Con anterioridad a la fusión, de acuerdo al cuadro 7, Medellín mostraba un índice de digitalización de 53,84 mientras que Antioquia alcanzaba 51,27 (lo que implica una diferencia de 3,74 y 1,17 puntos respectivamente con Colombia, que tiene un índice de 50,10). En el 2020, sin contabilizar el efecto “natural” de crecimiento de la digitalización, la diferencia entre Medellín y Antioquia y el promedio colombiano crece 1,01 puntos y 0,37 puntos respectivamente, como efecto de la fusión.

El efecto de la fusión Tigo-UNE en la digitalización de Medellín hace que el avance de esta ciudad respecto al promedio de Colombia al 2020 se acreciente respecto de la situación actual (ver gráfico 6).

Grafico 6. Evolución de la digitalización comparada (2005-2020)



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

El grafico demuestra claramente el acrecentamiento de la diferencia entre Medellín y Colombia con posterioridad a la fusión. El otro detalle importante a mencionar es que el avance de Medellín posiciona a esta última en una situación ventajosa a nivel regional. Considerando que Chile, el país más avanzado en términos de digitalización a nivel de América Latina, tenía en el 2013 un índice de 53,62, la fusión permite a Medellín competir en una relación ventajosa con este país⁷.

Con estos estimados, es posible ahora calcular el impacto económico atribuible a la fusión en ambas geografías.

VI. EL EFECTO ECONÓMICO DEL AUMENTO EN LA DIGITALIZACIÓN ATRIBUIBLE A LA FUSIÓN TIGO-UNE

Continuando con la lógica de que el impacto económico de la digitalización consecuencia de la fusión debe establecer la diferencia entre la contribución del crecimiento de esta transformación atribuible a los efectos acumulados y el impacto del crecimiento “natural”, se debe primero estimar el impacto económico de la evolución de la digitalización sin la fusión. Para ello, nos basamos en el modelos del anexo A, y la evolución “natural” de la digitalización presentada en los cuadros 9,10 y 11 (ver cuadro 23).

⁷ Obviamente, esta comparación no considera 1) que la digitalización en Chile continúa avanzando, y 2) que estamos comparando una ciudad con un promedio nacional.

Cuadro 23. Impacto económico como consecuencia del crecimiento natural de la digitalización (2015-2020)

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
MEDELLIN	Índice de digitalización	55,32	56,87	58,34	59,87	60,99	61,53	
	PIB generado (en millones US\$)	176,384	196,371	194,762	211,240	162,650	80,814	1.022,221
	PIB generado (% PIB)	0,83%	0,85%	0,78%	0,79%	0,57%	0,26%	4,08%
ANTIOQUIA	Índice de digitalización	52,73	54,26	55,80	57,36	58,99	60,21	
	PIB generado (en millones US\$)	387,960	428,622	456,089	484,284	525,205	411,763	2.693,924
	PIB generado (% PIB)	0,86%	0,88%	0,86%	0,85%	0,86%	0,63%	4,92%
COLOMBIA	Índice de digitalización	51,55	53,06	54,59	56,15	57,78	59,17	
	PIB generado (en millones US\$)	2.999,546	3.313,678	3.535,869	3.762,635	4.087,377	3.635,657	21.334,762
	PIB generado (% PIB)	0,87%	0,89%	0,87%	0,87%	0,88%	0,73%	5,10%

Fuentes: Análisis TAS

Por otra parte, considerando el aumento en el índice de digitalización como resultado de la fusión (cuadros 20 y 21), se estima el impacto económico combinado (sumando el crecimiento natural y el efecto multiplicador de la fusión) (ver cuadro 24).

Cuadro 24. Impacto económico como consecuencia del crecimiento “natural” de la digitalización y el efecto de la fusión Tigo-UNE (2015-2020)

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
MEDELLIN	Índice de digitalización	55,53	57,26	58,95	60,63	62,00	62,79	
	PIB generado (en millones US\$)	201,854	217,866	221,583	231,319	194,624	118,740	1.185,987
	PIB generado (% PIB)	0,95%	0,94%	0,89%	0,87%	0,68%	0,39%	4,71%
ANTIOQUIA	Índice de digitalización	52,82	54,44	56,09	57,76	59,49	60,83	
	PIB generado (en millones US\$)	412,437	454,849	484,252	514,387	557,369	447,528	2.870,822
	PIB generado (% PIB)	0,91%	0,93%	0,91%	0,90%	0,91%	0,68%	5,25%
COLOMBIA	Índice de digitalización	51,58	53,13	54,71	56,31	57,98	59,42	
	PIB generado (en millones US\$)	3.078,513	3.397,354	3.624,778	3.856,738	4.187,027	3.744,304	21.888,714
	PIB generado (% PIB)	0,89%	0,91%	0,90%	0,89%	0,90%	0,75%	5,23%

Fuentes: Análisis TAS

La diferencia entre el impacto combinado (sumando el crecimiento natural y el efecto multiplicador de la fusión) y el impacto atribuido al crecimiento “natural” permite estimar el impacto en crecimiento del PIB ocasionado por la fusión Tigo-UNE (ver cuadro 25).

Cuadro 25. Impacto económico como consecuencia de la fusión Tigo-UNE (2015-2020)

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
MEDELLIN	Digitalización adicional	0,21	0,39	0,61	0,76	1,01	1,26	
	PIB generado (en millones US\$)	25,470	21,495	26,821	20,079	31,974	37,927	163,765
	PIB generado (% PIB)	0,12%	0,09%	0,11%	0,08%	0,11%	0,12%	0,63%
ANTIOQUIA	Digitalización adicional	0,09	0,18	0,29	0,40	0,50	0,62	
	PIB generado (en millones US\$)	24,478	26,227	28,163	30,103	32,164	35,765	176,899
	PIB generado (% PIB)	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,33%
COLOMBIA	Digitalización adicional	0,03	0,07	0,12	0,16	0,20	0,25	
	PIB generado (en millones US\$)	78,967	83,676	88,909	94,103	99,650	108,647	553,952
	PIB generado (% PIB)	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,13%

Fuentes: Análisis TAS

De acuerdo a los resultados del cuadro 25, la fusión generará un incremento adicional del PIB de US\$ 164 millones para Medellín y US\$ 177 millones para el Departamento de Antioquia.

Al mismo tiempo, el aumento de la digitalización determina que la capacidad innovadora de Medellín y Antioquia se distancia aún más del promedio colombiano. Esto se debe a que por efecto de la fusión la capacidad innovadora nacional crecerá 0,30; para el departamento de Antioquia el crecimiento será de 0,75 y en el caso de Medellín 1,53.

VII. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados del análisis, la fusión Tigo-UNE representa un efecto significativo en las economías de Medellín y el Departamento de Antioquia. Medellín y Antioquia están a la vanguardia del desarrollo de la digitalización en Colombia: si bien el país ya ha alcanzado el estadio avanzado (índice 50,10), Medellín muestra una índice de 53,84, mientras que el Departamento de Antioquia tiene un índice de 51,27. Este desarrollo ha generado una contribución al PIB de la ciudad de \$ 1.118 millones y del departamento de US\$ 2.466 entre el 2004 y el 2014. En este contexto de crecimiento, el desarrollo natural de la digitalización

permitirá a Medellín y el Departamento alcanzar un índice de 61,53 y 60,21 respectivamente hacia el 2020.

La fusión Tigo-UNE acelerará este crecimiento al permitir el alcance de una estructura de mercado más eficiente, lo que permitirá generar beneficios a los consumidores en términos de reducción de precios y un aumento en la inversión de capital. Estos efectos acelerarán el desarrollo de la digitalización, lo que permitirá a Medellín alcanzar un índice de 62,79 y a Antioquia 60,83: esto significa un crecimiento de la competitividad de Medellín y Antioquia respecto del resto de Colombia. Este avance debido a la fusión generará beneficios económicos adicionales: \$ 164 millones para Medellín y US\$ 177 millones para el Departamento de Antioquia. Si se suman el crecimiento “natural” de la digitalización y el aceleramiento debido a la fusión Tigo-UNE, el PIB acumulado para Medellín entre el 2015 y el 2020 alcanzará US\$ 1.185 millones, lo que equivale a 4,71% del PIB total. Para Antioquia, el impacto acumulado entre el 2015 y el 2020 será de US\$ 2.871 Millones, o 5,25 % del PIB total.

BIBLIOGRAFÍA

Cornell University, INSEAD, and WIPO (2014). *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor In innovation*, Fontainebleau, Ithaca, and Geneva

Huck, S., Norman, H-T. Oechssler, J. (2004). “Two are few and four are many: number effects in experimental oligopolies”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 53, pp. 435-446.

Katz, R. y Koutroumpis, P. “Measuring digitization: A growth and welfare multiplier”, *Technovation*, July 2013.

Katz, R., Koutroumpis, P. y Callorda, F. “Using a Digitization index to measure economic and social impact of digital agendas”, *Info*, January 2014.

Sabbag, K., Friedrich, R., El-Harwich, B., Singh, M., Ganediwalla, S. and Katz, R. (2012), “Maximizing the impact of digitization”, in Dutta, S. and Bilbao-Osorio, B. (Eds.), *The Global Information Technology Report 2012*, World Economic Forum and Insead, Geneva.

Selten, R. (1973). “A simple model of imperfect competition where two are few and six are many”, *International Journal of Game Theory*, vol. 2, pp. 141-201.

ANEXOS

A. Modelo de Impacto de la Digitalización en el Crecimiento del PIB

Se construyó un modelo de crecimiento endógeno que vincula el PIB al stock de capital fijo, la fuerza de trabajo y el índice de digitalización para 150 países. Así también, se controla por el PIB previo, dado que el mismo es uno de los principales determinantes del actual. Este modelo está basado en una función de producción Cobb-Douglas como la siguiente:

$$Y(t) = A(t)K(t)^{1-b}L(t)^b \quad (1)$$

en la cual:

- $A(t)$ representa el nivel de digitalización (medido por el índice)
- $K(t)$ corresponde a stock de capital fijo (medida por la variable de formación de capital fijo reportada por el Banco Mundial)
- $L(t)$ representa la capacidad de la fuerza de trabajo (medida por el porcentaje de trabajadores con educación secundaria o superior, y el número de egresados universitarios)

En particular, en el modelo se busca estimar el impacto del índice de digitalización en el aumento del PIB, controlando por el capital y el trabajo:

$$\frac{PIB(t)}{PIB(t-1)} = A(t) * K(t)^{\beta_3} * L(t)^{\beta_4} \quad (2)$$

De acuerdo a esta función, y luego de tomar logaritmos, el modelo utilizado es el siguiente:

$$\begin{aligned} \log(PIB_{i,t}) &= \beta_0 + \beta_1 * \log(PIB_{i,t-1}) + \beta_2 * \log(A_{i,t}) \\ &+ \beta_3 * \log(K_{i,t}) + \beta_4 * \log(L_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (3)$$

Este modelo incluye efectos fijos por año y por país. Así también los errores estándar se estiman de modo robusto y ajustando por grupos a nivel regional, ponderando a cada país en base a su población (ver el siguiente cuadro).

Impacto de la Digitalización en el Crecimiento del PIB

Variable dependiente: PIB _(t)	
PIB previo (PIB _(t-1))	0,7402 (0,0361) ***
Stock de Capital Fijo (K _(t))	0,1191 (0,0361) **
Fuerza de Trabajo (L _(t))	-0,0481 (0,0331)
Índice de Digitalización (A _(t))	0,0749 (0,0253) **
Constante	1,8261 (0,2855) ***
Efecto Fijo por año	Sí
Efecto fijo por país	Sí
Observaciones	1.350
R - Cuadrado	0,9934

Nota: ***Significatividad estadística al 99%, **Significatividad estadística al 95%, *Significatividad estadística al 90%. Entre paréntesis los errores estándares robusto, agrupados a nivel regional.

Fuente: *Análisis Telecom Advisory Services*

El método de estimación es OLS con errores estándar robustos agrupados a nivel regional. En lo que hace al control por endogeneidad, el mismo se efectúa mediante los efectos fijos por país y año. Si bien algunos de los componentes específicos del índice pueden ser endógenos con respecto al PIB (por ejemplo penetración de banda ancha y de telefonía móvil), el peso combinado de estos últimos en el índice es de 5% solamente.

Como es de esperar, los resultados indican en primer lugar que el PIB del período actual está determinado principalmente por el PIB del periodo previo debido al efecto de inercia en los ciclos económicos. Asimismo, de acuerdo a la función de Cobb-Douglas, los cambios en el stock de capital fijo también afectan al crecimiento económico, con una significatividad estadística superior al 98%. Lo mismo ocurre con el índice de digitalización, indicando la importante contribución económica de las TIC. Por otro lado, la fuerza de trabajo no tiene efecto en el crecimiento del PIB, dado que la misma es una variable que tiene poca variación entre años. En contraposición, la varianza del stock del capital fijo en el periodo analizado es casi el triple de la correspondiente al capital humano. De este modo, un aumento del 10% en el índice de digitalización genera un incremento de 0,75% en el PIB per cápita.

Así también se construyó un segundo modelo, donde también se considera el valor del PIB del período previo. La ventaja de esta variante del modelo de crecimiento, es que incluye la hipótesis de la convergencia de Solow que indica que los países de mayor PIB tienden a crecer menos (generando la convergencia). Para este modelo alternativo se consideró el caso de la muestra completa (modelo 1) y un modelo donde se consideran sólo las observaciones en estadio avanzado del índice de digitalización (modelo 2).

Impacto de la Digitalización en el Crecimiento del PIB, incluyendo hipótesis de Solow

Variable dependiente: Crecimiento del PIB _(t)	Modelo 1	Modelo 2
PIB previo (PIB _(t-1))	-0,2624894 (0,0383378)***	-0,444657 (0,0355565)***
Ln Capital Fijo (K _(t))	0,1266614 (0,0370262)***	0,1207885 (0,0562204)*
Ln Fuerza de Trabajo (L _(t))	-0,0386174 (0,0370262)	-0,1059653 (0,0591585)
Crecimiento índice de Digitalización (A _(t))	0,0836062 (0,0303159)**	0,3025134 (0,1100096)**
Constante	2,046214 (0,3166446)***	4,648839 (0,3904013)***
Efecto Fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por país	Sí	Sí
Ponderación	Por población	Por población
Observaciones	1.350	254
R - Cuadrado	0,5566	0,5086

Nota: ***Significatividad estadística al 99%, **Significatividad estadística al 95%, *Significatividad estadística al 90%. Entre paréntesis los errores estándares robusto, agrupados a nivel regional.

Fuente: Análisis Telecom Advisory Services

El primero de los modelos alternativos encuentra que un crecimiento del 10% en el índice de digitalización genera un crecimiento en el PIB del 0,84%. Este coeficiente es levemente superior que el presentado en el modelo previo (0,75%) con similares resultados para las variables control (capital y trabajo). Para ser conservadores, se utilizó el coeficiente del modelo previo para la estimación del impacto histórico de la digitalización. Sobre este modelo cabe destacar que considera el hecho de que los países con mayor PIB en el período previo, tienen una menor tasa de crecimiento en relación a países con un menor PIB (Hipótesis de Solow).

Por otro lado, en el modelo 2 del impacto de la digitalización en el crecimiento del PIB incluyendo la hipótesis de Solow, se consideran únicamente las observaciones que se encuentran en un estado de digitalización avanzado. A causa de los retornos a escala de la digitalización, se tiene que una vez que los países entran en un estadio avanzado por cada 10% que crecen en el índice de digitalización, su PIB crece un 3,03%. Este resultado se da con coeficientes de las variables control similares que en el modelo general. Dado que Colombia desde el 2015 se encuentra en un estadio avanzado, se utiliza este último coeficiente para la estimación del impacto del crecimiento futuro de la digitalización en el PIB. Sobre este resultado también cabe destacar que se hace más fuerte la hipótesis de Solow, ya que en esta sub muestra se considera un grupo de países con un PIB más elevado que al utilizar la muestra completa.

B. Modelo de Impacto de la Digitalización en la creación de empleo

Más allá de la contribución al producto bruto, la digitalización también tiene un impacto positivo en la creación de empleo. Un modelo simple, que controla por efectos fijos a nivel país y por año, vincula la tasa de desempleo, con la digitalización, el stock de capital fijo, el nivel educativo y la tasa de desempleo del período previo.

$$\log(\text{Desempleo}_{i,t}) = \beta_1 * \log(\text{Desempleo}_{i,t-1}) + \beta_2 * \log(A_{i,t}) + \beta_3 * \log(K_{i,t}) + \beta_4 * \log(\text{Capital Humano}_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

en la cual:

- Desempleo_t es la variable dependiente tasa de desempleo, reportada por el Banco Mundial
- Desempleo_{t-1} es el desempleo un período previo al analizado
- A_t representa el nivel de digitalización (medido por el índice)
- K_t corresponde a la formación de capital fijo (medida por la variable de formación de capital fijo reportada por el Banco Mundial)
- Capital Humano_t representa la capacidad del capital humano (medida por el porcentaje de trabajadores con educación secundaria o superior, y el número de egresados universitarios)

Al igual que en el análisis del impacto de la digitalización en el PIB, se presenta un primer modelo para 144 países ponderando de igual modo a cada país, y luego un segundo modelo donde se pondera cada observación por la población de cada país.

Impacto de la Digitalización en la Reducción del Desempleo

Variable dependiente: Desempleo _(t)	Modelo 1	Modelo 2
Desempleo previo (Desempleo _(t-1))	0,7067 (0,0348)***	0,7276 (0,0434)***
Stock de Capital Fijo (K _(t))	-0,1811 (0,0864)*	-0,2508 (0,1044)**
Capital Humano (Capital Humano _(t))	0,0307 (0,0181)	-0,0050 (0,0502)
Índice de Digitalización (A _(t))	-0,0670 (0,0178)***	-0,0715 (0,0281)**
Constante	1,2823 (0,3052)***	1,6398 (0,3720)***
Efecto Fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por país	Sí	Sí
Observaciones	1.296	1.296
R - Cuadrado	0,9487	0,9304

Nota: ***Significatividad estadística al 99%, **Significatividad estadística al 95%, *Significatividad estadística al 90%. Entre paréntesis los errores estándares robusto, agrupados a nivel regional.

Fuente: *Análisis Telecom Advisory Services*

De acuerdo a este modelo, un aumento del 10% en el índice de digitalización genera una reducción del 0,72% en la tasa de desempleo. Así como en el caso del crecimiento del PIB, la digitalización tiene un impacto en el empleo más importante que tan solo la banda ancha. Esto se debe a que el despliegue y asimilación de TIC contribuye a la creación de puestos de trabajo en software, tercerización de procesos, manufactura de equipamiento y partes. Adicionalmente, la asimilación de TIC tiene impactos de derrame (spill over) en otros sectores de la economía (en particular, comercio, servicios financieros, y salud).

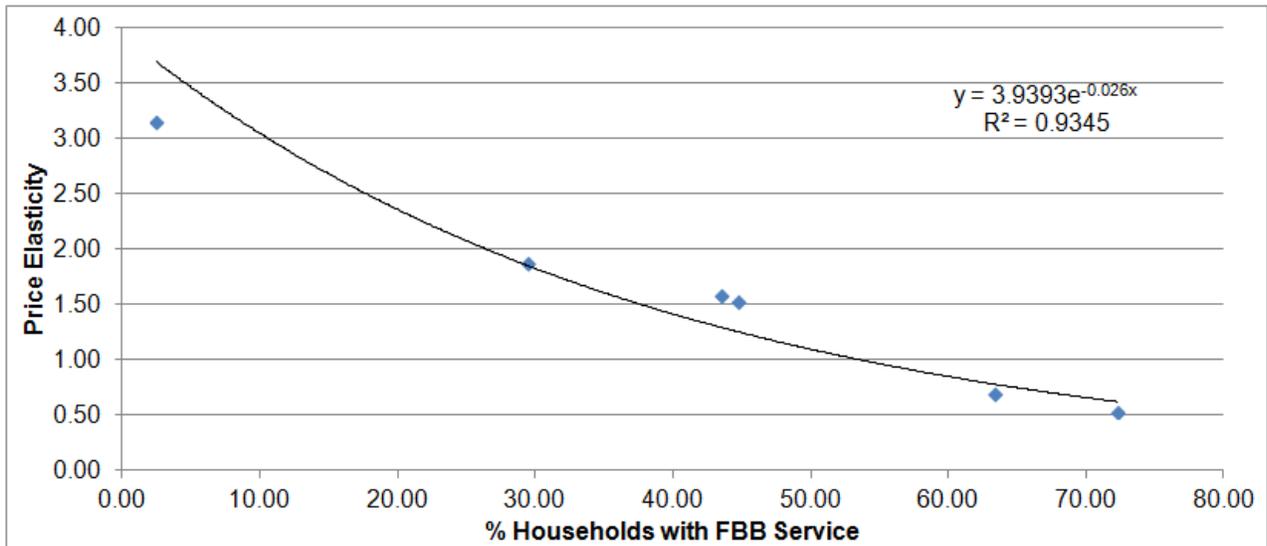
C. Modelo de Impacto de HHI en Precios

ROOT MSE = .16572

ln_minute	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ln_minute4	.5334874	.0680144	7.84	0.000	.3994606	.6675141
ln_hhi	-.3858097	.1326352	-2.91	0.004	-.6471757	-.1244437
g3	-.1584186	.0557847	-2.84	0.005	-.268346	-.0484912
ln_gdp	.6079647	.1319233	4.61	0.000	.3480015	.867928
ln_prepaid	-1.417074	.3490378	-4.06	0.000	-2.104875	-.7292725
ln_suscrib~s	-.2211946	.0780985	-2.83	0.005	-.3750926	-.0672967
year_1	(omitted)					
year_2	(omitted)					
year_3	-.0682494	.0480368	-1.42	0.157	-.162909	.0264102
year_4	-.111167	.0671481	-1.66	0.099	-.2434865	.0211525
year_5	-.2051488	.0774178	-2.65	0.009	-.3577054	-.0525922
year_6	-.3496278	.094345	-3.71	0.000	-.5355406	-.1637151
year_7	-.3554763	.0945128	-3.76	0.000	-.5417198	-.1692329
year_8	-.4734601	.1132647	-4.18	0.000	-.6966554	-.2502649
year_9	-.6509927	.1235513	-5.27	0.000	-.8944583	-.4075271
year_10	-.7182243	.1344216	-5.34	0.000	-.9831106	-.4533381
year_11	-.8662779	.1358562	-6.38	0.000	-1.133991	-.5985645
pais_1	.0524492	.0772356	0.68	0.498	-.0997485	.204647
pais_2	(omitted)					
pais_3	.5934949	.2069957	2.87	0.005	.1855967	1.001393
pais_4	(omitted)					
pais_5	.5597026	.135979	4.12	0.000	.2917474	.8276578
pais_6	(omitted)					
pais_7	(omitted)					
pais_8	.5686395	.1469348	3.87	0.000	.2790952	.8581838
pais_9	(omitted)					

D. Modelo de Impacto de una reducción de precios, en la penetración de banda ancha fija

Estimación de la elasticidad-precio de la banda ancha fija



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

E. Modelo de Impacto de una baja de precios, en la penetración de banda ancha móvil

Estimación de la elasticidad-precio de la banda ancha móvil

CAP	Handset	Air cards / Dongles
500 MB	-.320	
1 GB	-.305	-.633
2 GB	-.245	-.667
5 GB		-.673

Fuente: análisis Telecom Advisory Services