



**MEDICIÓN DE IMPACTO DEL PLAN VIVE DIGITAL EN COLOMBIA  
Y DE LA MASIFICACIÓN DE INTERNET EN LA ESTRATEGIA DE GOBIERNO EN LÍNEA**



**Ministerio de Tecnologías de la  
Información y las Comunicaciones**

República de Colombia  
[www.mintic.gov.co](http://www.mintic.gov.co)

**MEDICIÓN DE IMPACTO DEL PLAN VIVE DIGITAL EN  
COLOMBIA Y DE LA MASIFICACIÓN DE INTERNET EN  
LA ESTRATEGIA DE GOBIERNO EN LÍNEA  
ADICION N° 1 DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO  
DE COOPERACION N° 308 DE 2011**



---

**Coordinación de Investigación, Políticas y Evaluación  
Programa Agenda de Conectividad  
Estrategia de Gobierno en línea**

© República de Colombia - Derechos Reservados

Bogotá, D.C., Diciembre 22 de 2011



### FORMATO PRELIMINAR AL DOCUMENTO

<b>Título:</b>	<i>Medición de impacto del plan Vive Digital en Colombia y de la masificación de internet en la estrategia de Gobierno en Línea</i>				
<b>Fecha elaboración aaaa-mm-dd:</b>	2011-22-07				
<b>Sumario:</b>	Cuantificar la contribución esperada del Plan Vive Digital al crecimiento del PIB, a la creación de empleo y a la reducción de la pobreza, así como determinar el aporte del crecimiento de las conexiones a Internet en la estrategia de Gobierno en Línea				
<b>Palabras Claves:</b>	Medición de Impacto Banda Ancha Plan Vive Digital Gobierno en línea				
<b>Formato:</b>	Documento.doc	<b>Lenguaje:</b>	Español		
<b>Dependencia:</b>	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: Programa Agenda de Conectividad. Estrategia de Gobierno en línea. Coordinación de Investigación, Políticas y Evaluación.				
<b>Código:</b>		<b>Versión:</b>	1.0	<b>Estado:</b>	Publicado
<b>Categoría:</b>	Documento Técnico – Entregable No. 1				
<b>Autor (es):</b>	CINTEL, Raul L. Katz, Fernando Callorda				
<b>Revisó:</b>		<b>Firmas:</b>			
<b>Aprobó:</b>					
<b>Información Adicional:</b>					
<b>Ubicación:</b>					



### CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
1.0	2011-12-22	Documento final con ajustes a comentarios



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>INVESTIGACIONES Y MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Estudios de medición de impacto económico de la banda ancha</b>	<b>12</b>
3.1.1	Crecimiento del Producto Interno Bruto	12
3.1.2	Creación de Empleo	16
3.1.3	Aumento del ingreso promedio de los hogares	20
3.1.4	Creacion de excedente del consumidor	21
<b>3.2</b>	<b>Causalidad entre las aplicaciones, servicios, contenidos y la masificacion de la banda ancha</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Marco teórico-conceptual del estudio</b>	<b>22</b>
<b>4.</b>	<b>PLANTEAMIENTOS METODOLOGICOS</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Abordaje de la medición de impacto</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Compilacion de Series Históricas</b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Construcción de Modelos Econométricos:</b>	<b>26</b>
<b>4.4</b>	<b>Proyección del Impacto de <i>Vive Digital</i></b>	<b>27</b>
<b>5.</b>	<b>MODELOS ECONOMETRICOS</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto</b>	<b>28</b>
5.1.1	Definición de las variables	28
5.1.2	Modelo	29
5.1.3	Pruebas de robustez del modelo de regresiones	31

<b>5.2</b>	<b>Impacto del crecimiento de la banda ancha en el crecimiento promedio del ingreso de los hogares (como proxy de la disminución de la pobreza)</b>	<b>32</b>
5.2.1	Definición de las variables	32
5.2.2	Modelo	33
5.2.3	Pruebas de robustez del modelo de regresiones	34
<b>5.3</b>	<b>Contribución de la banda ancha a la creación de fuentes de trabajo</b>	<b>35</b>
5.3.1	Definición de las variables	35
5.3.2	Modelo	35
5.3.3	Pruebas de robustez del modelo de regresiones	36
<b>5.4</b>	<b>Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en la masificación de <i>Gobierno en Línea</i></b>	<b>37</b>
5.4.1	Definición de las variables	38
5.4.2	Modelo	38
5.4.3	Pruebas de robustez del modelo de regresiones	41
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>42</b>
<b>6.1</b>	<b>Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto</b>	<b>42</b>
6.1.1	Estimación de impacto 2014	43
<b>6.2</b>	<b>Impacto del crecimiento de la banda ancha en el crecimiento promedio del ingreso de los hogares (como proxy de la disminución de la pobreza)</b>	<b>44</b>
6.2.1	Estimación de impacto 2014	45
<b>6.3</b>	<b>Contribución de la banda ancha a la creación de fuentes de trabajo</b>	<b>46</b>
6.3.1	Estimación de impacto 2014	47
<b>6.4</b>	<b>Resumen de impacto de la Banda Ancha en Colombia</b>	<b>47</b>
<b>6.5</b>	<b>Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en la masificación de <i>Gobierno en Línea</i></b>	<b>48</b>
6.5.1	Estimación de impacto 2014	48
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>53</b>



---

<b>9.</b>	<b>GLOSARIO</b>	<b>56</b>
<b>10.</b>	<b>BIOGRAFIA DE LOS AUTORES</b>	<b>58</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Alemania: Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB.....	14
Tabla 2. Resultados de la investigación sobre el impacto de la Banda Ancha en el Crecimiento del PIB ...	15
Tabla 3. Creación de empleo por despliegue de banda ancha .....	17
Tabla 4. Impacto en empleo de externalidades positivas de la banda ancha .....	19
Tabla 5. División de grupos de departamentos con penetración superior e inferior a 2%.....	27
Tabla 6. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto.....	29
Tabla 7. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto con control por capital humano .....	31
Tabla 8. Correlaciones del modelo crecimiento del PIB .....	32
Tabla 9. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del ingreso real por hogar.....	33
Tabla 10. Tabla de correlaciones. Modelo Crecimiento del ingreso real por hogar.....	35
Tabla 11. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del empleo.....	36
Tabla 12. Tabla de correlaciones. Modelo Crecimiento del empleo .....	37
Tabla 13. Evolución de Variables de Gobierno en Línea.....	38
Tabla 14. Impacto del uso de E-Gobierno en la penetración de banda ancha.....	39
Tabla 15. Impacto del crecimiento del uso de E-Gobierno en el crecimiento de la penetración de banda ancha .....	39
Tabla 16. Impacto del crecimiento del uso de E-Gobierno en el crecimiento de la penetración de banda ancha .....	40
Tabla 17. Tabla de correlaciones. Modelo de causalidad Gobierno en Línea/Penetración de Banda Ancha .....	41
Tabla 18. Promedio variables 2007-2010. Modelo Crecimiento del PIB .....	42
Tabla 19 Promedio variables 2007-2010. Modelo Crecimiento del Ingreso real por hogar.....	44
Tabla 20. Promedio variables 2007-2010. Modelo Crecimiento del Empleo .....	46
Tabla 21. Resumen de impactos Economicos de Vive Digital.....	48
Tabla 22. Resumen de Impacto.....	50



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. OECD: Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB .....	13
Figura 2. Excedente de consumidor .....	21
Figura 3. Impacto Económico de la Banda Ancha .....	23
Figura 4. Análisis de Contribución Económica de la Banda Ancha .....	24
Figura 5. Interrelacion Banda Ancha y <i>Gobierno En Linea</i> .....	24
Figura 6. Abordaje Metodológico .....	25
Figura 7. Impacto en el PIB del Plan VIVE DIGITAL .....	44
Figura 8. Impacto en el Ingreso Real Promedio por Hogar del Plan Vive Digital .....	45
Figura 9. Impacto en el Empleo del Plan Vive Digital .....	47

## 1. INTRODUCCIÓN

---

En el marco del Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 308 de 2011 para el desarrollo de actividades de investigación, capacitación y acompañamiento, suscrito entre el Fondo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (FONTIC) y el Centro de Investigación de las Telecomunicaciones (CINTEL), se solicitó en reunión de seguimiento del 27 de octubre de 2011 a CINTEL, que de conformidad con lo previsto en la cláusula 2, numeral 3, literal b) del Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 308 de 2011, realizar una nueva investigación socio-económica en términos del impacto del *Plan Vive Digital* y de la estrategia de *Gobierno en línea*. De acuerdo a la solicitud, se requirió involucrar los servicios profesionales de un experto internacional<sup>1</sup>, con experiencia en el desarrollo de estudios de impacto económico de la banda ancha<sup>2</sup>.

Se definió que para la evolución, alineamiento, coordinación y complementariedad de la Estrategia *Gobierno en Línea*, en el marco de las políticas del Plan Nacional de Desarrollo, se hace necesario contar con una asesoría para la evaluación del impacto socio-económico del *Plan Vive Digital*. El objetivo fundamental del estudio es cuantificar la contribución esperada del *Plan Vive Digital* al crecimiento del PIB, a la creación de empleo y a la reducción de la pobreza, así como determinar el aporte del crecimiento de las conexiones a Internet a la estrategia de *Gobierno en línea*.

El análisis realizado está basado en la construcción de modelos econométricos que permiten estimar el impacto económico la banda ancha en Colombia en las tres áreas definidas y, posteriormente, proyectar el impacto esperado en el 2014.

---

<sup>1</sup> Ver CV de los referidos consultores en anexo.

<sup>2</sup> Ver Lista de estudios de referencia realizados en este terreno por Telecom Advisory Services, LLC y el Dr. Raul Katz en la bibliografía.



## 2. ANTECEDENTES

El *Plan Vive Digital* tiene como principal objetivo multiplicar por cuatro el número de conexiones a Internet de alta velocidad para el 2014. Dichas conexiones tienen la característica de que permiten el acceso a Internet con velocidades de descarga iguales o superiores a 1.024Kbps en conexiones fijas y la navegación a través de redes móviles 3G/4G en dispositivos como teléfonos celulares y datacards. Con base en los datos de penetración al año 2010, la meta mencionada implica una tasa de crecimiento anual del 41,42% de las conexiones de banda ancha a nivel nacional, es decir, aumentar el número de conexiones en 6.600.000, lo que correspondería lograr en el 2014 una penetración del 18,46% de la población (a partir de un nivel actual del 4.83%) y una penetración a nivel hogar del 67.58% (del 17.7% actual).

El Plan no se limita únicamente a impulsar el aumento de las conexiones a Internet. Entre sus objetivos también se cuenta triplicar el número de municipios conectados a la “*autopista de la información*”, de modo de pasar, de los actual 200 municipios conectados a la red de fibra óptica nacional, a 700 en el 2014. Por último, el plan también se propone conectar a Internet al 50% de las MIPYMES.

El incentivo a determinar y promover dicho crecimiento se soporta en la evidencia y en el consenso a nivel mundial de la incidencia positiva de las Tecnologías de Información y Comunicaciones - TIC en los procesos de desarrollo económico y social de una sociedad. Asimismo, se basa en la identificación del actual rezago nacional (brechas urbano-rural y estratos altos-bajos) y regional (en comparación los países de América latina), en términos del despliegue y uso de las conexiones a Internet.

De igual manera, se ha identificado que la Estrategia *Gobierno en línea* forma parte de las iniciativas del Estado para masificar el uso de Internet por parte de ciudadanos, empresas y entidades y, por tanto, forma parte del *Plan Vive Digital*. Dicho Plan, incluye textualmente el impulso del Programa en uno de los componentes (Aplicaciones) del ecosistema digital.

En particular, *Gobierno en línea* ha sido una experiencia exitosa en comparación con otros países de la región y ha logrado consolidar un modelo de gestión que le ha permitido destacarse en los índices de medición de e-government a nivel internacional. Sin embargo, para que dicho esfuerzo se materialice con mayor impacto, el aceleramiento de las conexiones y el uso de Internet deberían acompañar la masificación de la estrategia de Gobierno en línea, pues podría afirmarse que una iniciativa depende de la otra. En línea con lo anterior, el Programa *Gobierno en línea* a definido que para el 2014 espera haber aumentado el número sus usuarios de 20% a 50% a nivel nacional.

En ese sentido, para monitorear el avance de las políticas e incentivos diseñados por el Ministerio TIC para las iniciativas *Plan Vive Digital* y *Programa Gobierno en línea*, es pertinente que los tomadores de decisiones determinen la magnitud del impacto observado y proyectado en Colombia y, en especial, en las principales variables económicas. Es por esto que este estudio estima el resultado esperado, enfocando el impacto en el aumento de la producción nacional, en la generación de empleos (tanto directos como indirectos) y en la reducción de la pobreza para



## MEDICIÓN DE IMPACTO DEL PLAN VIVE DIGITAL EN COLOMBIA Y DE LA MASIFICACIÓN DE INTERNET EN LA ESTRATEGIA DE GOBIERNO EN LÍNEA

determinar dicho impacto, así como en el impacto del crecimiento de las conexiones de banda ancha en la estrategia de gobierno en línea.



## 3. INVESTIGACIONES Y MARCO CONCEPTUAL

### 3.1 Estudios de medición de impacto económico de la banda ancha

La banda ancha como tecnología de uso general ejerce una multiplicidad de efectos económico-sociales. En este sentido, los estudios de impacto económico de la banda ancha han generado suficiente evidencia empírica en cuatro áreas:

- Crecimiento en el producto interno bruto
- Generación de empleo
- Aumento del ingreso promedio de los hogares, con la consiguiente reducción de la pobreza
- Creación de excedente del consumidor

La siguiente sección presenta, de manera resumida, los diferentes estudios de impacto realizados a la fecha y concluye enfatizando aquellos elementos que sirven de referencia a la generación de un marco conceptual que sirve de apoyatura teórica al estudio de impacto de *Vive Digital* y el programa *Gobierno en Línea* en Colombia.

#### 3.1.1 Crecimiento del Producto Interno Bruto

La investigación sobre la contribución de la banda ancha al crecimiento del Producto Interno Bruto ha generado resultados que indican un impacto positivo, aunque la magnitud del efecto varía sustancialmente. Limitados por la disponibilidad de información, los análisis se han enfocado hasta el momento principalmente en los países de la OECD y estados de los Estados Unidos, aunque ya se comienza a generar evidencia empírica en países emergentes.

En el caso de países de la OECD, dos estudios han evaluado el impacto de la banda ancha en el crecimiento del Producto Interno Bruto: Czernich et al. (2009) y Koutroumpis (2009). El primer estudio (Czernich et al, 2009) analizó el impacto de la banda ancha en el crecimiento del Producto Interno Bruto para 25 países de la OECD entre 1996 y 2007. Los autores determinaron que la adopción de banda ancha era estadísticamente significativa respecto del aumento del PIB per capita con un coeficiente de entre 1,9 y 2,5 por ciento<sup>3</sup>.

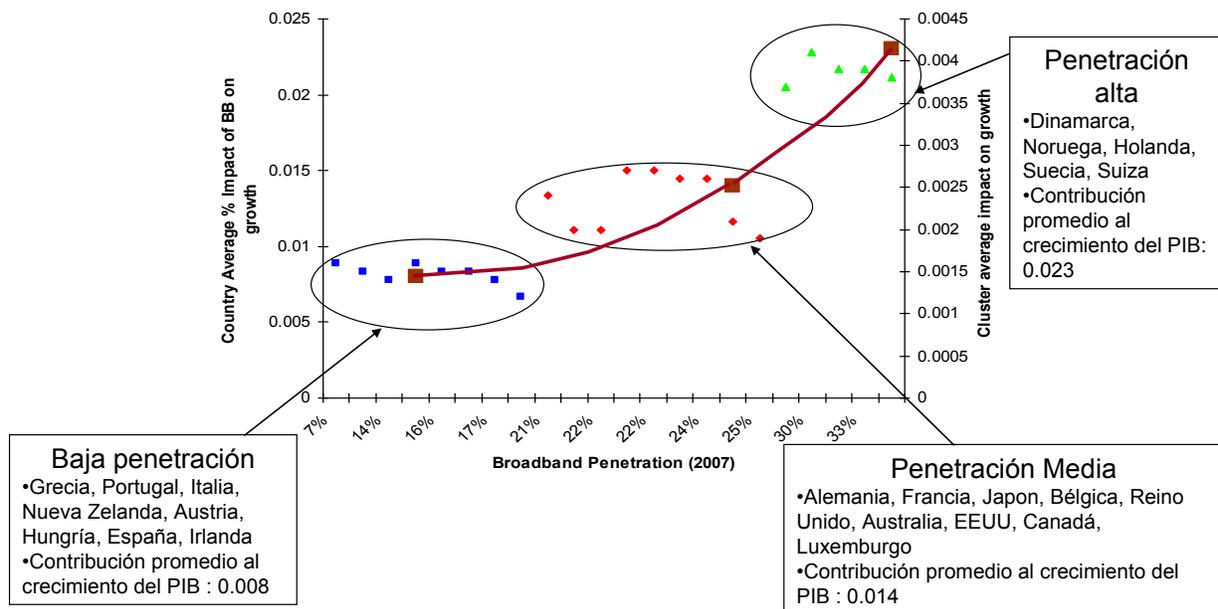
En el mismo año, Koutroumpis (2009) intentó resolver el problema implícito de endogeneidad entre variables, construyendo ecuaciones simultáneas. Su análisis se enfocó en 22 países de la OECD para el período 2002-2007. Los resultados indicaron nuevamente que existe una relación estadísticamente significativa donde un aumento de la penetración de banda ancha del 1%

---

<sup>3</sup> Para resolver problemas de endogeneidad (por ejemplo, controlar el efecto de que países más avanzados pudieran invertir más en banda ancha que los menos desarrollados), los autores utilizaron variables instrumentales (IV) para la penetración de banda ancha: teledensidad e infraestructura de televisión por cable.

genera un incremento en la tasa de crecimiento del PIB de 0,025%. El autor identificó así mismo que la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB aumenta con su difusión: en países de baja penetración (menos del 20%), un aumento del 1% en la adopción de banda ancha contribuye en 0.008 al crecimiento del PIB, en países de penetración media (entre 20% y 30%), el efecto es 0,014, mientras que en países de alta penetración (superior al 30%) el impacto por cada 1% de incremento en la adopción llega a 0.023 (ver Figura 1).

**Figura 1. OECD: Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB**



Fuente: Adaptado de Koutroumpis (2009)

Un año más tarde, Katz et al. (2010a) estudiaron el impacto que la Estrategia Nacional de Banda Ancha de Alemania podría tener en el crecimiento del producto bruto de este país. La estimación se basó en un análisis estadístico del impacto de la banda ancha en el crecimiento económico de los condados de Alemania entre los años 2000 y 2006. Basándose en 424 observaciones, controlando por crecimiento de la población y punto de partida para el desarrollo económico, así como utilizando un filtro Hedrick-Prescott para controlar por los efectos cíclicos, los autores determinaron que un aumento en la penetración de la banda ancha del 1% contribuye en 0,0255 por ciento al crecimiento del PIB. Este resultado es coincidente con la estimación del modelo de Koutroumpis (2009) descrito anteriormente. Al mismo tiempo, Katz et al. (2010a), validaron la existencia de un impacto incremental de la penetración de banda ancha. Para aquellos condados que tenían una penetración promedio de 24,8%, la contribución al crecimiento del PIB era del orden de 0,0238, mientras que aquellos condados con una penetración promedio de 31% registran una contribución de 0,0256 (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Alemania: Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB**

<b>Growth of GDP</b>			
Dependent Variable: Growth of GDP between 2003 and 2006			
$G_{GDP} (03-06) = \beta_1 * GDP_{Capita} 2000 + \beta_2 * G_{POP} (00-06) + \beta_3 * G_{BBPEN} (02-03)$			
	Total	Low Penetration	High Penetration
GDP per Capita 2000 (* 1'000'000)	0.0261 (0.041)	0.0627 (0.121)	0.0185 (0.050)
Population growth (2000 - 2006)	0.6318 *** (0.075)	0.5311 *** (0.102)	0.7731 *** (0.116)
Broadband penetration growth (2002 - 2003)	0.0255 *** (0.002)	0.0238 *** (0.005)	0.0256 *** (0.003)
R <sup>2</sup> adjusted	0.6317	0.6321	0.6305
Number of Observations	424	210	214

Note: \*\*\* \*\* and \* indicate a significance level of 1%, 10% and 15%.  
Standard errors in parentheses.

Fuente: Katz et al. (2010a)

Más allá de los estudios europeos, existen dos análisis sobre la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB en los Estados Unidos: Crandall et al. (2007), y Thompson et al. (2008). Crandall et al. (2007) examinaron el efecto de la penetración de banda ancha en el producto bruto de 48 estados de Estados Unidos durante el período 2003-2005. En este caso, el modelo especificado para medir el impacto en el PIB del sector privado no agropecuario no generó resultados significativos<sup>4</sup>. Los autores consideraron que esto se debió a errores en la estimación del PIB por estado. Un año más tarde, Thompson et al. (2008) intentaron nuevamente medir el impacto indirecto de la banda ancha en el PIB de 46 estados de Estados Unidos durante el período 2001-2005<sup>5</sup>. Utilizando una función de producción estocástica de Battese y Coelli (1995) para estimar simultáneamente un modelo de función de producción e ineficiencia, los autores determinaron que la banda ancha ejerce un impacto significativo en la producción: un incremento de 10% en la penetración está asociado con un aumento del 3.6% en la eficiencia.

Más allá de estos estudios desarrollados en países industrializados, Raul Katz estudió el impacto económico de la banda ancha en el contexto de países emergentes. En un primer estudio para América Latina y el Caribe, Katz (2010c) especificó una función de producción concluyendo que un aumento de 1% en la penetración de banda ancha contribuye en 0,0158% al crecimiento del PIB. Recientemente, Katz (2011) aplicó un modelo similar para los Estados Árabes que componen la región de Medio Oriente y África del Norte. En este caso, el coeficiente de impacto en el PIB resultante de un aumento de la penetración de banda ancha del 1% es de 0,020. Estos resultados son más optimistas que la estimación de Koutroumpis (2009) para países con

<sup>4</sup> El único coeficiente significativo fue la variable dummy que indica la región Montañosa del Oeste de los EE.UU

<sup>5</sup> Los autores no analizaron otras series por falta de datos disponibles.

penetración inferior al 20% y, como es de esperar por el efecto llamado de "retorno a escala"<sup>6</sup>, más pesimistas que el estudio de Katz et al. (2010a) en condados de Alemania con penetración promedio de 24,8%.

En el único análisis de muestra cruzada que incluye países desarrollados y emergentes, investigadores del Banco Mundial (Qiang et al, 2009) aplicaron el modelo de Waverman (2005) desarrollado para medir el cambio tecnológico endógeno a series históricas entre 1980 y 2002 del PIB y de la banda ancha. Los resultados muestran la tendencia opuesta a la identificada por Koutroumpis (2009) y Katz et al. (2010a). Para los países más desarrollados (y por ende con penetración de banda ancha más elevada), cada aumento de un 1% en la penetración genera un aumento de 0,121% del PIB, mientras que en los países de desarrollo medio e inferior, un aumento de un 1% en la penetración de banda ancha genera 0,138% en crecimiento económico<sup>7</sup>. Como puede observarse, la magnitud de la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB es mucho más alta en el caso del estudio de Qiang et al (2009) que en el de los estudios presentados arriba (ver Tabla 2).

**Tabla 2. Resultados de la investigación sobre el impacto de la Banda Ancha en el Crecimiento del PIB**

País/Región	Estudio	Datos	Impacto
<b>Estados Unidos</b>	Crandall et al (2007)	48 estados de EE.UU. para el período 2003-05	No genera resultados significativos desde el punto de vista estadístico
	Thompson et al (2008)	46 estados de EE.UU. para el período 2001-2005	Un aumento del 10% en la penetración de banda ancha esta asociado con un incremento de 3,6% en la tasa de eficiencia
<b>OCDE</b>	Czernich et al. (2009)	25 países de la OECD entre 1996 y 2007	La adopción de banda ancha eleva el PIB per capita entre 1,9 y 2,5%
	Koutroumpis (2009)	2002-2007 para 22 países de la OECD	Un aumento de la penetración de banda ancha de 1% genera 0,025% de aumento en el crecimiento del PIB
<b>Alemania</b>	Katz et al. (2010a)	2000-2006 para 424 condados de Alemania	Un aumento de la penetración de banda ancha del 1% genera 0,0255% de aumento en el crecimiento del PIB
<b>Países Desarrollados</b>	Qiang et al. (2009)	1980-2002 para países desarrollados en una muestra de 120 países	1% de penetración de banda ancha generan un aumento de un 0,121% en el crecimiento del PIB
<b>Países de desarrollo medio y bajo</b>	Qiang et al. (2009)	1980-2002 para países restantes (desarrollo medio y bajo) en una muestra de 120 países	1% de penetración de banda ancha generan 0,138% adicionales en crecimiento económico
<b>América Latina</b>	Katz (2010c)	2001-2006 para 19	Un aumento de la penetración de

<sup>6</sup> El concepto de "retorno a escala" se refiere al efecto donde la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB se acrecienta con la penetración de banda ancha. El efecto fue originalmente identificado por los Profesores Waverman y Roller en su estudio sobre el impacto económico de la telefonía móvil.

<sup>7</sup> El coeficiente asociado a países de desarrollo medio e inferior no resultó estadísticamente significativo. La inversión del efecto de retorno a escala podría estar apuntando a una saturación en la penetración, lo que indicaría retornos decrecientes.



		países de América Latina y el Caribe	banda ancha del 1% genera 0.0158% de aumento en el crecimiento del PIB
<b>Medio Oriente y Africa del Norte</b>	Katz (2011)	2000-2010 para Estados Arabes de Medio Oriente y Africa del Norte	Un aumento de la penetración de banda ancha del 1% genera 0.010% de aumento en el crecimiento del PIB

Fuente: Elaboración del autor

Como la Tabla 2 lo indica, con excepción de un estudio, todos los análisis del impacto de la banda ancha en el crecimiento del PIB concluyen en demostrar el efecto positivo de la misma. Sin embargo, el impacto varía entre 0.025 y 0.138 por cada 1% incremental de penetración<sup>8</sup>. Las razones que explican esta diferencia son múltiples.

Claramente, parte de la varianza puede ser explicada por el uso de diferentes bases de datos, así también como diferentes especificaciones de modelos. Sin embargo, más allá de este punto es importante mencionar las limitaciones metodológicas de algunos modelos econométricos. En primer lugar, como es bien sabido, cuando se trabaja con alto grado de agregación de datos (por ejemplo, series históricas a nivel de país) es imposible entender la gran divergencia de efectos que existe entre regiones (ver Katz et al, 2010a), que tiende a ser explicada por efectos fijos. Así, en el caso del estudio de Qiang et al. (2009), una gran parte de la varianza está explicada por las variables "dummy" de África y América Latina (casi diez veces más que las estimaciones provistas por Barro (1991) en la formulación original de su modelo de crecimiento económico). Esto sugiere que el método de análisis más conveniente es la diferenciación de efectos fijos. La diferencia de coeficientes también indica la conveniencia de trabajar con niveles de agregación inferiores a los de país, como provincias, departamentos, condados o inclusive códigos postales. Obviamente, la disponibilidad de información tanto respecto de banda ancha como de desempeño económico es mucho más limitada. Los únicos estudios del impacto en el crecimiento económico desagregado en países desarrollados son los de Thompson et al. (2008), Crandall et al. (2007) y Katz et al. (2010a)<sup>9</sup>.

En segundo lugar, los estudios deben enfrentar la cuestión metodológica de la causalidad revertida. Si asumimos que la demanda de banda ancha está condicionada en parte por una elasticidad de precios, el crecimiento económico y el aumento de penetración de banda ancha estarían vinculados por un efecto bilateral. Sin embargo, de los estudios enfocados a tratar este problema metodológico sólo los estudios elaborados por Katz et al (2010a), Katz (2011) y Koutroumpis (2009) han generado resultados positivos<sup>10</sup>.

### 3.1.2 Creación de Empleo

Más allá del impacto en el crecimiento económico, numerosos estudios se han enfocado en el análisis de la creación de empleo como resultado de la adopción de banda ancha. El impacto de la misma en la creación de empleo debe ser desdoblado en dos tipos de efecto: los puestos de

<sup>8</sup> Ó 3.6% si se asume que un aumento de 1% en productividad o eficiencia conlleva un aumento de 1% del PIB.

<sup>9</sup> En la sección 3 se presentan estudios con nivel de desagregación comparable para América Latina.

<sup>10</sup> Katz et al. (2010a) tratan el problema mediante series históricas rezagadas mientras que Koutroumpis (2009) utiliza un sistema de ecuaciones simultáneas.

trabajo originados por el despliegue de infraestructura y el empleo resultante por los efectos de red y de derrame en otras áreas de la economía. La siguiente sección explora estos dos impactos sucesivamente.

La construcción de redes de banda ancha conlleva tres efectos de creación de empleo. En primer lugar, el despliegue de redes requiere la creación de empleos directos (por ejemplo, técnicos de telecomunicaciones, trabajadores de la construcción y operarios en la manufactura de equipamiento) para instalar dichas redes. En segundo lugar, la creación de empleos directos tiene un impacto en puestos de trabajo indirecto (por ejemplo, en industrias metalúrgicas y de productos eléctricos que proveen insumos a las industrias afectadas directamente). Finalmente, el gasto de los hogares resultante de empleos directos e indirectos conlleva la creación de empleo inducido.

El empleo directo, indirecto e inducido resultante de la construcción de redes de banda ancha puede ser calculado fehacientemente mediante el uso de matrices de insumo-producto. La interrelación de estos tres efectos es medida en base a multiplicadores, los que estiman el cambio total en el empleo en la economía como resultado del aumento de una unidad por el lado del insumo.

Existen seis estudios que estiman el impacto de la construcción de redes de banda ancha en el empleo: Crandall et al. (2003), Katz et al. (2008), Atkinson et al. (2009), Katz et al. (2009a), Liebenau et al. (2009), y Katz et al. (2010a). Todos estos estiman el número de empleos generados como resultado de la inversión de capital requerida para el despliegue de redes de banda ancha: US \$ 63 billones (requeridos para desplegar servicios de banda ancha en todo el territorio estadounidense) en Crandall et al. (2003), CHF 13 billones en Katz et al. (2008) (para construir una red de fibra en Suiza), US \$ 10 billones en Atkinson et al. (2009) y US \$ 6.3 billones en Katz et al. (2009a) (como estímulo contra cíclico en Estados Unidos), US \$ 7.5 billones en el caso de Liebenau et al. (2009) para completar el despliegue de banda ancha en el Reino Unido y US \$ 47 billones en Katz et al. (2010a) para implementar la Estrategia Nacional de Banda Ancha en Alemania.

Estos estudios calculan el monto de la inversión necesario para desplegar banda ancha, asignan el monto total por sector industrial y estiman el impacto en producción sectorial y en creación de fuentes de trabajo en base al cálculo de multiplicadores. Los resultados de seis estudios coinciden en puntualizar el impacto laboral positivo de la construcción de redes de banda ancha (Tabla 3).

**Tabla 3. Creación de empleo por despliegue de banda ancha**

País	Autores	Objetivo	Resultado
	Crandall et al. (2003)	Estimar el impacto en empleo del despliegue de banda ancha que aumente la adopción de 60% a 95% de hogares requiriendo una inversión de \$ 63.6 billones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de 140,000 nuevos empleos por año</li> <li>• Total de empleos: 1.2 millones (incluyendo 546,000 por construcción y 665,000 indirectos)</li> </ul>
	Katz et al.	Estimar el impacto en empleo de la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de empleos: 128,000</li> </ul>



EE.UU.	(2009a)	inversión de \$ 6.3 billones contemplada en el programa de estímulo del gobierno estadounidense	(incluyendo 37,000 directos, 31,000 indirectos y 60,000 inducidos)
	Atkinson et al. (2009)	Estimar el impacto de una inversión de \$ 10 billones en despliegue de banda ancha	• Total de empleos: 180,000 (incluyendo 64,000 directos y 116,000 indirectos e inducidos)
Suiza	Katz et al. (2008)	Estimar el impacto de despliegue de una red nacional de fibra óptica requiriendo una inversión de CHF 13 Billones	• Total de empleos: 114,000 (incluyendo 83,000 directos y 31,000 indirectos)
Alemania	Katz et al. (2010a)	Estimar el impacto de la inversión de \$ 47 billones requerida para implantar el Plan Nacional de Banda Ancha	• Total de empleos: 542,000 (incluyendo 281,000 directos, 126,000 indirectos y 135,000 inducidos)
Reino Unido	Liebenau et al. (2009)	Estimar el impacto de la inversión de \$ 7.5 billones implícita en el plan " <i>Digital Britain</i> "	• Total de empleos: 211,000 (incluyendo 76,500 directos y 134,500 indirectos e inducidos)

Fuente: Elaboración del autor

Más allá de la creación de empleo como resultado de la construcción de redes de banda ancha, investigadores han estado estudiando el impacto de externalidades en el empleo, efectos que han sido denominados como de "innovación" o "efectos de red" (Atkinson et al., 2009). El estudio de externalidades resultantes de la adopción de banda ancha ha resultado en la identificación de numerosos efectos:

- Introducción de nuevos servicios y aplicaciones, tales como telemedicina, búsqueda de información en Internet, comercio electrónico, educación a distancia y redes sociales (Atkinson et al., 2009)
- Nuevas formas de comercio e intermediación financiera (Atkinson et al., 2009)
- Adaptación de productos (Atkinson et al., 2009)
- Las empresas que adoptan el servicio pueden experimentar un mejoramiento de su productividad como resultado de la incorporación de procesos de negocio más eficientes facilitados por la banda ancha: adopción de nuevos procesos de negocio como el mercadeo de exceso de inventarios y optimización de cadena de suministros<sup>11</sup> (Atkinson et al., 2009)
- Crecimiento de ingresos resultante de la extensión de cobertura de mercados (Varian et al. (2002); Gillett et al (2006))
- Crecimiento de industrias en el sector de servicios (Crandall et al., 2007)
- Impacto en la composición y despliegue de cadenas de valor industriales. Así, la banda ancha puede atraer empleo de otras regiones como resultado de la posibilidad de

---

<sup>11</sup> Telecomunicaciones eficientes han sido identificadas como un facilitador de procesos de negocio que permiten la venta de excesos de inventario porque permiten llegar a un mercado más extenso. De la misma manera, las telecomunicaciones permiten la optimización de precios de insumos en la medida de que aumentan la capacidad de búsqueda de precios más bajos.

procesar información y proveer servicios remotamente. Los servicios más influenciados en este caso son la tercerización y el despliegue de centros de atención a clientes virtuales

El cálculo de la creación de empleo como resultado de las externalidades ha sido llevado adelante en base a análisis econométricos de series históricas lo que ha permitido extraer conclusiones importantes con respecto a los efectos de red. Estos estudios han sido realizados principalmente en Estados Unidos (Gillett et al., 2006; Crandall et al, 2007; Thompson et al., 2008; Katz, 2010d), aunque uno fue conducido en Alemania (Katz et al., 2010a), y otro en Chile (Katz, 2010c).

La Tabla 4 presenta aquellos estudios econométricos que han permitido estimar el impacto de la banda ancha en la creación de fuentes de trabajo, a partir de las externalidades positivas.

**Tabla 4. Impacto en empleo de externalidades positivas de la banda ancha**

País	Autores	Datos	Efecto
Alemania	Katz et al. (2010a)	2000-2006 para los condados de alta penetración de banda ancha	Un aumento de la penetración de banda ancha en 1% contribuye al crecimiento del empleo en 0,006%
Chile	Katz (2010c)	2002-2009 para las 12 regiones de Chile	Un aumento de la penetración de banda ancha en 1% contribuye al crecimiento del empleo en 0,18%
EE.UU.	Gillett et al. (2006)	1998-2002 para los códigos postales de EE.UU.	Disponibilidad de banda ancha aumenta el crecimiento del empleo entre 1% y 0,5%
	Crandall et al. (2007)	Para 48 estados de EEUU	Por cada aumento de la penetración de banda ancha en 1% en cada estado, se proyecta que el empleo aumenta entre 0,2 y 0,3% por año asumiendo que la economía no está a pleno empleo
	Thompson et al. (2008)	2000-2006 para 48 estados de EEUU	La generación positiva del empleo varía por industria
Estado de Kentucky (EE.UU.)	Shideler et al. (2007)	Datos desagregados por condado para el estado de Kentucky para 2003-4	Un aumento de la penetración de banda ancha de 1% contribuye al crecimiento del empleo entre 0,14% a 5,32% dependiendo de la industria
Estado de California (EE.UU.)	Kolko (2010)	1999-2006 para los códigos postales de California	El estudio no encuentra una relación significativa en parte porque la oferta de banda ancha es medida en base al número de operadores por código postal
Estado de Kentucky (EE.UU.)	Katz (2010d)	2004-2007 para los condados metropolitanos de Kentucky	Un aumento de la penetración de banda ancha en 1% contribuye al crecimiento del empleo en 0,030%

Fuente: Elaboración del autor



De acuerdo a estos estudios, una vez desplegada la banda ancha, esta contribuye al crecimiento del empleo en un rango que va del 0,14% al 5,32% dependiendo de la geografía y el sector industrial. En terminos, un incremento de la penetración de 1% en la banda ancha contribuye al crecimiento del empleo entre 0,002% y 0,3%.

En general, los estudios basados en análisis econométricos no diferencian entre efectos de construcción de redes y externalidades. Sin embargo, el análisis de las conclusiones de estos estudios nos permite identificar ciertos efectos respecto a la no uniformidad de efectos de derrame ("spill-over"). Así, la creación de empleo tiende a concentrarse en industrias del sector servicios (por ejemplo, servicios financieros, salud, etc.).

Más allá de lo que puede ser inferido por el análisis econométrico de los efectos de externalidad en la creación de empleo, los estudios de Pociak (2002) y Atkinson et al. (2009) utilizan un multiplicador de los efectos de red, el cual es aplicado a los estimados de los efectos de construcción. Por ejemplo, Pociak utilizó dos estimaciones de multiplicador (un multiplicador IT de 1.5 y 2.0 atribuido a un centro de investigación estadounidense y otro multiplicador de 6.7, atribuido a la empresa Microsoft) y calculó un promedio de 4.1. De la misma manera, Atkinson et al. (2009) generaron un multiplicador de 1.17 a partir del trabajo de Crandall et al. (2003). Conviene mencionar, sin embargo, que si bien esta metodología permite la estimación rápida de las externalidades, ella carece de fundamento teórico. Los efectos de externalidad no están construidos sobre la base de interrelaciones sectoriales como en el caso de matrices de insumo-producto. Estos se refieren al impacto de la tecnología en la productividad, el empleo y la innovación por sector industrial.

En conclusión, más allá del impacto positivo en la creación de empleo como resultado de la construcción de redes, las externalidades positivas de la banda ancha varían de acuerdo a la región e industria en la que esta es desplegada. En términos generales, la evidencia muestra efectos positivos importantes en las regiones más avanzadas tecnológicamente, así también como el sector servicios, y un efecto negativo inicial y positivo en el mediano plazo en las regiones más atrasadas tecnológicamente.

### **3.1.3 Aumento del ingreso promedio de los hogares**

Existen dos estudios a la fecha que han investigado la contribucion de la banda ancha al crecimiento del ingreso promedio del hogar, considerado este como una medida importante en la reduccion del nivel de pobreza.

En un estudio de evaluacion de impacto económico de la Estrategia Nacional de Banda Ancha de Costa Rica, Katz (2011b) realizó un analisis basado en la Encuesta Nacional de los Hogares, entre 2005 y 2009. Utilizando datos de panel con efecto aleatorio para el caso en donde los resultados por región son especificos a un período dado<sup>12</sup>. De acuerdo a los resultados del modelo, un aumento de 1 punto porcentual en la penetración regional de banda ancha resulta en un aumento de 2,96% en el ingreso medio de los hogares. El crecimiento del ingreso del hogar es más importante si el jefe del hogar está empleado en la industria manufacturera o turística. Así, al

<sup>12</sup> Al mismo tiempo, se utilizó la metodología de White para corregir el posible sesgo en los errores y, por lo tanto, aumentar la significancia estadística de los coeficientes.

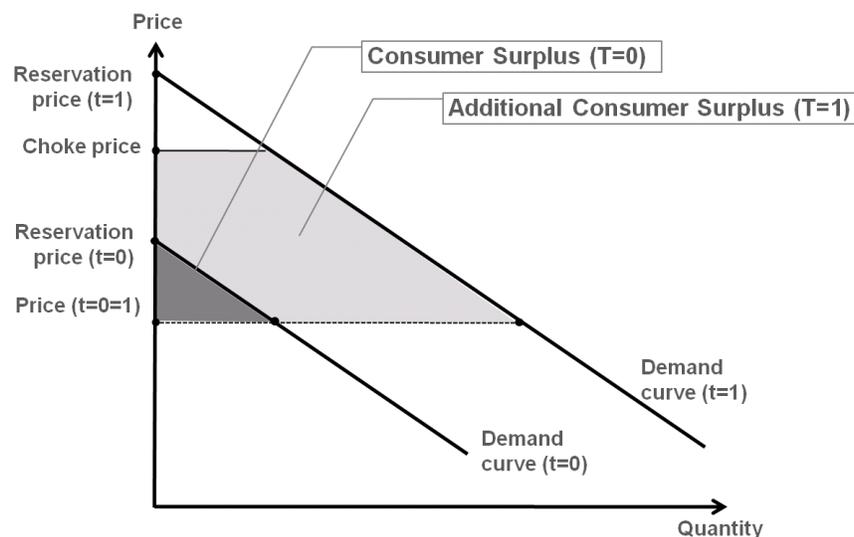
alcanzar una penetración de banda ancha de 10%, el ingreso promedio mensual en los hogares costarricenses vería un aumento real de US\$48. De manera similar, si la penetración alcanza el 16%, el ingreso medio del hogar se incrementaría en US\$141. Este aumento en el ingreso del hogar contribuiría en términos de efectos inducidos al aumento del PIB a partir de un aumento del consumo.

En un estudio similar realizado en el estado de Kentucky en Estados Unidos, Katz (2010d) determina que, en promedio, un aumento en la penetración de banda ancha de 1% resulta en un incremento de 0,097% en el ingreso medio del hogar en el año siguiente. Este efecto varía en su magnitud de impacto de acuerdo a la región considerada. Por ejemplo, en los condados metropolitanos que reflejan concentraciones urbanas, 1% de aumento en la penetración de banda ancha resulta en un incremento del ingreso medio del hogar en 0,0968%, mientras que en la periferia de las ciudades, el coeficiente de aumento disminuye a 0,0704%, y en las zonas rurales vuelve a aumentar a 0,0800%. Es probable que esta variación de coeficiente representa el impacto combinado de aumento de productividad y generación de empleo.

### 3.1.4 Creación de excedente del consumidor

Las externalidades positivas de la banda ancha han sido también estudiadas en términos del impacto en el excedente del consumidor, definido este como el beneficio derivado por consumidores a partir de poder adquirir un bien a precio menor del que estarían dispuestos a pagar. De acuerdo a la Figura 2, el excedente del consumidor está representado por el área entre la curva de demanda y el precio de mercado. El consumidor tiene una ganancia porque puede adquirir un producto a un precio más bajo del que están dispuestos a pagar. Cuanto más grande es el área bajo la curva, más alto es el excedente.

Figura 2. Excedente de consumidor



Fuente: Katz et al. (2009a)

El excedente del consumidor puede cambiar como resultado de dos factores. En primer lugar, la curva de demanda puede desplazarse hacia arriba debido a una penetración más elevada de la



banda ancha. En segundo lugar, los precios pueden reducirse como resultado de un incremento en la productividad o aumento de la competencia. Así, de acuerdo a la figura la zona gris más oscura representa el excedente de consumidor en  $t=0$ . El movimiento de la curva de demanda a  $t=1$  aumenta el excedente (zona gris clara). Así, el excedente total en el periodo 1 es el resultado de la suma de las dos zonas grises. La introducción de nuevas aplicaciones y servicios también puede representar un aumento en el excedente.

El cálculo del excedente de consumidor resultante de la penetración de banda ancha es importante en la medida de que este beneficio económico no forma parte de la estimación del Producto Bruto Interno. Este fue inicialmente calculado por Greenstein y McDevitt (2009) para el caso de Estados Unidos. En un análisis realizado para el periodo 1999-2006, los autores determinaron que en 2006 el excedente del consumidor generado por la banda ancha representa US \$ 7.5 billones (o 27% del excedente total de US \$28.0 billones). Este es calculado a partir de información primaria sobre lo que los usuarios están dispuestos a pagar para adoptar la banda ancha y reemplazar el acceso conmutado de banda estrecha.

Recientemente, los autores han estimado el excedente en seis países: Canadá, Reino Unido, España, México, Brasil y China (Greenstein y McDevitt, 2010). En este caso, debido a limitaciones de información, restringieron el análisis a movimientos en precios, lo que reduce la magnitud del efecto. Aun así, los autores consiguen determinar para el 2009 un excedente total de US \$ 7.03 billones para Brasil, del cual 22% es considerado excedente del consumidor. En el caso de México, el excedente total es US \$ 2.30 billones, mientras que el excedente del consumidor es 8%. En términos generales, los autores concluyen que la dimensión total del despliegue de banda ancha determina la envergadura del excedente total.

Más allá de su estimación cuantitativa, el excedente del consumidor puede ser conceptualizado en términos de los beneficios que la banda ancha representa para el usuario. Las variables que influyen la voluntad de pago en exceso del precio representan el beneficio que recibe el usuario que adopta la tecnología. En el caso de la banda ancha este incluye la obtención rápida y eficiente de información, el ahorro en tiempo de desplazamiento físico para la realización de transacciones, y beneficios en salud y entretenimiento.

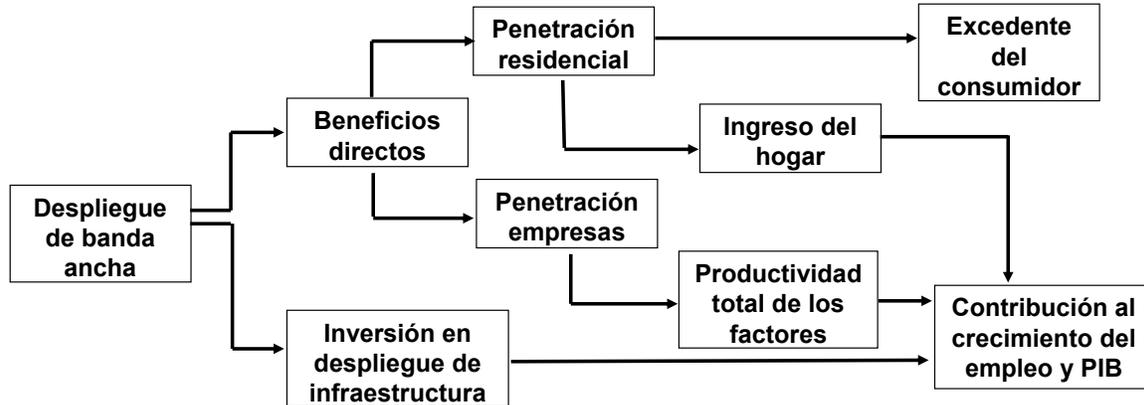
### **3.2 Causalidad entre las aplicaciones, servicios, contenidos y la masificación de la banda ancha**

La relación de causalidad entre aplicaciones, servicios y contenidos y la penetración de banda ancha ha sido menos estudiada. Pese a que ciertos estudios (por ejemplo, Kelly et al., 2010) han planteado la relación bi-direccional entre estos dos factores, no existen, a nuestro entender hasta el momento análisis empíricos que verifiquen esta dialéctica. Sin embargo, dado el interés del Ministerio TIC de comprender el impacto del *Programa Gobierno en Línea*, este estudio ha abordado este análisis, tal como se referirá en la siguiente sección.

### **3.3 Marco teórico-conceptual del estudio**

El análisis de la investigación realizada hasta la fecha permite resumir los efectos económicos múltiples de la banda ancha en términos de cuatro efectos (ver Figura 3).

**Figura 3. Impacto Económico de la Banda Ancha**



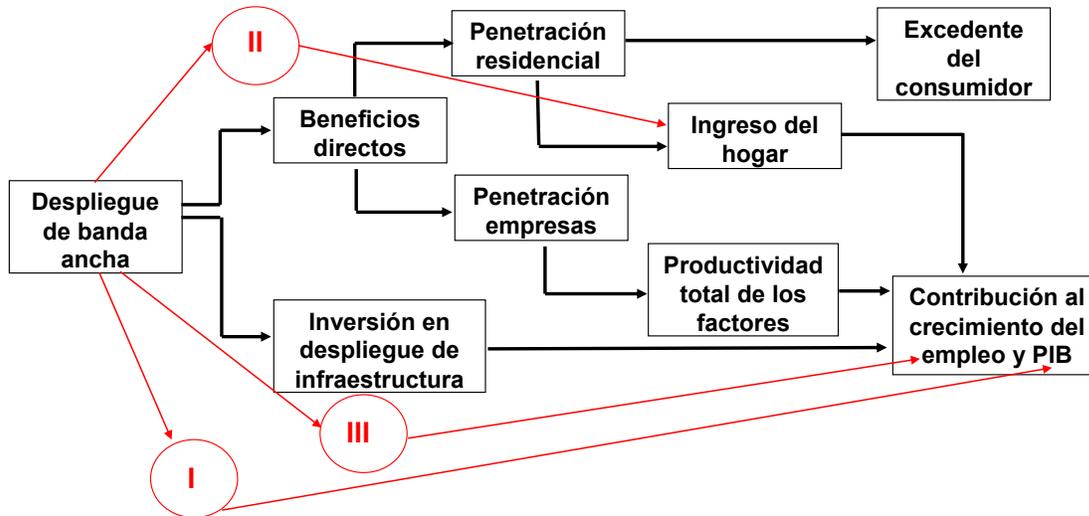
El primer efecto económico de la banda ancha es el resultado de la construcción de redes de telecomunicaciones y similar a cualquier obra de infraestructura: el despliegue de banda ancha crea empleo y actúa sobre el conjunto de la economía con base en efectos multiplicadores. Sin embargo, dado que la banda ancha (y las telecomunicaciones en general) es una tecnología de uso general, su impacto se materializa también en el resto de la economía. Así, el segundo efecto se refiere a los efectos de derrame que impactan de manera positiva tanto empresas como consumidores residenciales. La adopción de banda ancha por parte de empresas resulta en un aumento de productividad total de factores, lo que contribuye al crecimiento del PIB. Por otro lado, la adopción residencial resulta en un aumento de ingreso real, lo que contribuye a su vez al crecimiento económico a través de un efecto multiplicador. Más allá de estos efectos directos que contribuyen al crecimiento del PIB, los usuarios residenciales que adoptan banda ancha reciben un beneficio en términos de excedente del consumidor, definido como la diferencia entre voluntad de pago por el servicio y el precio. Este último efecto, si bien no es incluido en el cálculo del PIB, puede ser importante en la medida de que representa beneficios en término de mejor acceso a información, entretenimiento y servicios públicos.

A partir del marco conceptual de estos efectos, el análisis de la contribución económica del *Programa Vive Digital* fue abordado desde tres perspectivas:

- I. ¿Cuál es la relación de causalidad entre aumento de la penetración de banda ancha y el Producto Interno Bruto (PIB)?
- II. ¿Cuál es la relación entre el despliegue de banda ancha y el crecimiento del ingreso medio del hogar, como indicador de reducción de la pobreza?
- III. ¿Cuál es el impacto del crecimiento de la penetración de banda ancha en la generación de empleo?

Estas tres relaciones están indicadas en la siguiente Figura 4.

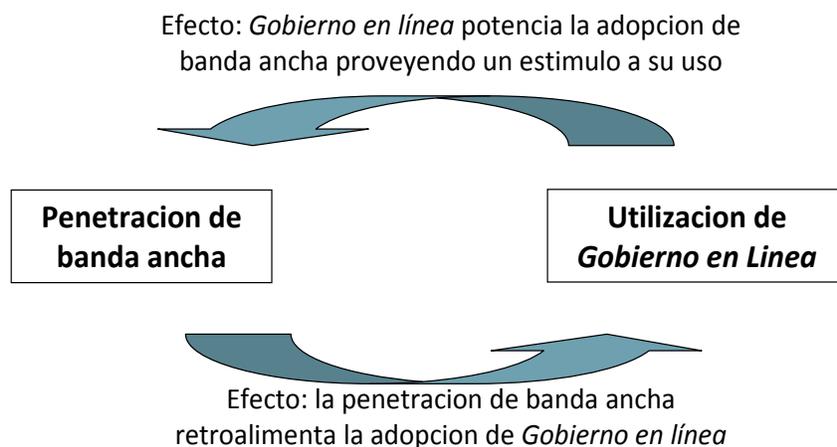
**Figura 4. Análisis de Contribución Económica de la Banda Ancha**



El capítulo siguiente presentará la metodología seguida para la estimación de estos tres impactos.

En segundo lugar, se investigará la relación de causalidad existente entre el *Programa Gobierno en Línea*, materializado a partir de la oferta de servicios de gobierno electrónico y la adopción de banda ancha. Así, se estudiara la hipótesis de causalidad bi-direccional entre la adopción de banda ancha y *Gobierno en Línea* (ver Figura 5).

**Figura 5. Interrelación Banda Ancha y Gobierno En Línea**

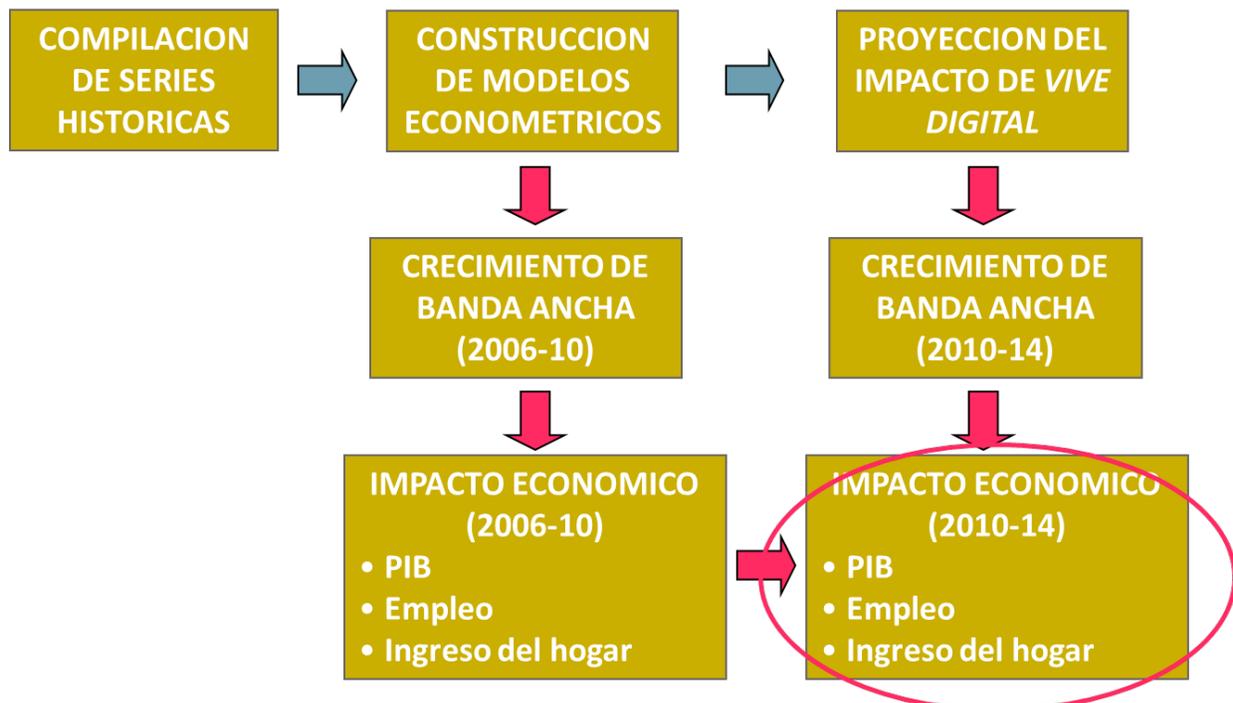


## 4. PLANTEAMIENTOS METODOLOGICOS

### 4.1 Abordaje de la medición de impacto

Este estudio está basado en la estimación del impacto económico futuro del crecimiento de la penetración de banda ancha en Colombia. El abordaje seguido está estructurado alrededor de tres fases (ver Figura 6).

Figura 6. Abordaje Metodológico



Fuente: elaboración del autor

### 4.2 Compilacion de Series Históricas

Las estimaciones están basadas en un análisis del impacto histórico de las variables independientes (por ejemplo, la penetración de banda ancha), que se ven identificadas como metas del plan *Vive Digital*. Una vez estas determinadas se construyen modelos econométricos que determinan cuál ha sido el impacto histórico de dichas variables en las tres áreas de impacto en Colombia.

Para ello, se compila información desagregada a nivel departamental, y se construye un panel de datos que incluye la penetración de banda ancha por hogar o por habitantes, la evolución del PIB constante departamental, la tasa de empleo, así también como variables económicas, de capital humano, y de infraestructura que actúan como control de efectos que no están ligados a la banda



ancha (inversión bruta en capital fijo, años de educación, población departamental, PIB de períodos previos, porcentaje del producto local explicado por el sector minero, número de viviendas NBI).

El panel de datos se construyó con información anual, histórica y desagregada por departamento disponible de la fuentes principales en Colombia: Departamento Nacional de Estadísticas, Ministerio TIC y el Banco de la Republica. Hay que destacar que en todas las especificaciones se trabajó con datos a nivel Departamental para los años 2007, 2008, 2009 y 2010. Se nota que también se cuenta con la información para el año 2006, que se utiliza para obtener el crecimiento de las diversas variables al año 2007.

Pese a que se disponía de información económica y social a nivel departamental desde el año 2001, la falta de disponibilidad de la cantidad de conexiones de banda ancha por departamento no permite su utilización antes del 2006. Se contabilizan las conexiones fijas con velocidad de descarga igual o superior a 256 kbps (Definición de Banda Ancha utilizada por OECD) según información provista por MINTIC.

Los Departamentos analizados son los 33 existentes en Colombia al año 2011. Según la situación de los 33 departamentos en relación a la tasa de penetración (utilizando el número de conexiones previamente mencionado y la población departamental) al año 2010, se divide la muestra en “Departamentos con alta tasa de penetración” y “Departamentos con baja tasa de penetración”. El objetivo es determinar si el impacto económico de la banda ancha varía de acuerdo al nivel de penetración, de acuerdo al efecto de "retorno a escala" identificado en la investigación realizada a la fecha (Koutroumpis, 2009; Katz et al., 2010).

El criterio para la división es la tasa de penetración al año 2010:

- Alta penetración  $\geq 2\%$
- Baja penetración  $\leq 2\%$

El criterio utilizado fue puramente arbitrario con el objetivo de determinar muestras balanceadas. La Tabla 5 presenta la división de departamentos entre alta y baja penetración.

#### **4.3 Construcción de Modelos Econométricos:**

Una vez construidos los paneles, se especifican los modelos econométricos de impacto. Estos modelos econométricos de impacto están construidos en base a la realidad colombiana y están basados en el marco teórico-conceptual de los estudios ya realizados en el contexto de los trabajos realizados para la CEPAL, la UIT, y Alemania, citados más arriba. Sin embargo, los modelos están especificados en función de las variables de la realidad colombiana, de acuerdo a los datos de panel recopilados en la etapa anterior.

Tabla 5. División de grupos de departamentos con penetración superior e inferior a 2%

Departamentos alta penetración		Departamentos baja penetración	
Departamento	Conexiones b.a./población <sup>13</sup>	Departamento	Conexiones b.a./población
Bogotá D C	12.06	Sucre	1.83
Antioquia	8.32	Córdoba	1.82
Risaralda	7.71	Boyacá	1.79
Santander	6.81	Cauca	1.67
Quindío	6.06	Arauca	1.60
Valle del Cauca	5.90	Nariño	1.49
Atlántico	5.89	La Guajira	1.34
Caldas	5.46	Caquetá	1.24
Meta	4.50	Chocó	1.16
Norte Santander	3.91	Putumayo	1.09
Bolívar	3.63	Vichada	0.79
Cundinamarca	3.53	Amazonas	0.59
Tolima	3.44	San Andrés	0.59
Huila	3.17	Vaupés	0.50
Magdalena	2.76	Guanía	0.08
Cesar	2.40	Guaviare	0.05
Casanare	2.22		

#### 4.4 Proyección del Impacto de *Vive Digital*

A partir de los modelos, se determina el impacto a generarse a partir del cumplimiento de las metas del plan *Vive Digital*.

<sup>13</sup> Este dato es la relación número de conexiones banda ancha sobre población utilizada tradicionalmente en la literatura específica. Marca una hipótesis de mínima de cuantas personas tienen acceso a la red ya que una conexión puede ser compartida. La información proviene de lo suministrado por CINTEL, que indica que para Bogotá D.C. existen 888.429 conexiones de más de 256 kbps para el año 2010.



## 5. MODELOS ECONOMETRICOS

En la presente sección se presentan cuatro modelos econométricos que tienen como objetivo cuantificar el impacto económico histórico de la banda ancha en Colombia. En los mismos se estudia:

- El impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto
- El impacto del crecimiento de la banda ancha en el crecimiento promedio del ingreso de los hogares (como proxy de la disminución de la pobreza)
- La contribución de la banda ancha a la creación de fuentes de trabajo
- Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en la masificación de *Gobierno en Línea*

A continuación se presentan los diferentes modelos econométricos.

### 5.1 Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto

El presente modelo de regresión lineal tiene como objetivo estimar el impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el producto interno bruto en términos constantes (a precios de 2005) en base a datos departamentales de Colombia entre los años 2006 al 2010. Siguiendo lo realizado por Katz et al. (2010a) se introducen controles por producto interno bruto previo (como proxy del nivel de riqueza del departamento) y por crecimiento de la población. En una extensión, se introduce un control por capital humano para generar un control relacionado con el nivel de productividad de los habitantes del departamento.

#### 5.1.1 Definición de las variables

En el presente modelo se utiliza como variable dependiente al crecimiento del producto bruto interno departamental entre los años 2006 y 2010 en términos constantes (a precios de 2005), según datos publicados por el DANE. Cabe destacar que la información para el año 2009 es provisional, y la correspondiente al 2010 preliminar<sup>14</sup>.

Por otro lado, la principal variable independiente es el crecimiento de los conexiones fijas a Internet de Banda Ancha según el criterio establecido por la OECD<sup>15</sup>, esta información fue suministrada por MINTIC para el período correspondiente desde el año 2006 al 2010 a nivel departamental (lo que permite generar cuatro observaciones por departamento correspondientes

<sup>14</sup> La información fue obtenida del Boletín de Prensa publicado por el DANE el 25 de noviembre de 2011.

<sup>15</sup> Se consideran conexiones de banda ancha aquellas que permiten una velocidad de descarga de al menos 256 kbps. Si bien esto es necesario para llevar adelante un análisis histórico de la banda ancha, es importante mencionar que en el informe trimestral "Boletín trimestral de 1. las TIC Conectividad segundo trimestre 2011" del Ministerio TIC se considera banda ancha las conexiones a internet fijo con velocidad efectiva de bajada mayores iguales a 1.024 kbps + internet móvil 3g. Este indicador es que el se utiliza para las mediciones de *Vive Digital*.

a los años 2007, 2008, 2009 y 2010). A pesar de contar con datos preliminares del año 2011, no ha sido posible incluir esa información por falta de observaciones sobre la variable dependiente (PIB) y el resto de las variables de control.

Luego, se incluyen controles por crecimiento poblacional departamental, en base a las estimaciones del DANE realizadas a partir del censo 2005; y por el PIB departamental 2003 en términos constantes (en millones de pesos) según información publicada por el DANE<sup>16</sup>. Finalmente, en un modelo alternativo, se incluye un control por años de educación de la población en base a la información proveniente del censo 2005 realizado por el DANE.

### 5.1.2 Modelo

En la Tabla 6 se presenta el modelo que muestra que un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB. El principal resultado del mismo indica que si las conexiones de banda ancha aumentan en un 10%, el PIB aumentaría en 0,037%. Este efecto es menor que el encontrado por Katz (2010a) para América Latina y el Caribe, principalmente debido a que la tasa penetración promedio departamental en Colombia es inferior al promedio de penetración de los países del estudio mencionado.

**Tabla 6. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto**

<b>Crecimiento del PIB (%)</b>						
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento del PIB entre 2006 y 2010						
<i>Variables Independientes:</i> Crecimiento conexiones B.A., PIB 2003 y Crecimiento Población						
	Total		Baja Penet.		Alta Penet.	
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.0036956	***	0.0039612	***	0.003694	***
	(0.0012934)		(0.0013969)		(0.0011871)	
Crecimiento Población (%)	1.082324		-0.7597564		4.224102	**
	(0.8062134)		(0.9336226)		(1.759009)	
PIB 2003 (Millones de Pesos)	-0.015821		-0.3081796		-0.0258598	
	(0.0193604)		(0.3691746)		(0.0245095)	
R <sup>2</sup> ajustado	0.1620		0.2086		0.2037	
Prob > F	0.0104		0.0414		0.0025	
Número de Observaciones	132		64		68	

*Nota:* \*\*\*, \*\* y \* indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: elaboración del autor

<sup>16</sup> La literatura de crecimiento económico utiliza el PBI de períodos previos para evitar que el PBI incluido esté afectado por los efectos de las variables independientes.



Aparte del resultado mencionado, hay que destacar lo siguiente:

- El crecimiento de las conexiones de Banda Ancha es la única variable independiente que logra explicar significativamente al crecimiento del PIB en todas las especificaciones (tanto para los departamentos con alta y baja penetración)
- El coeficiente para los departamentos con alta/baja penetración es similar ya que en ningún caso se logra superar la barrera del 20% de penetración (en términos internacionales en todos los departamentos existe “baja penetración”). En otras palabras, no se registra todavía retorno a escala.
- El aumento de la población tiene un efecto positivo en el producto (tanto en el modelo general como para los departamentos de alta penetración) lo que se explica ya que esa situación está relacionada con un aumento en los ingresos del hogar. Este resultado no es válido para los departamentos de baja penetración (y menor desarrollo) probablemente por el mal funcionamiento del canal mencionado previamente en este contexto (dificultad para que la nueva población logre involucrarse en el proceso productivo en los departamentos de bajo desarrollo)
- El coeficiente del PIB previo coincide con la hipótesis de Solow (las regiones más pobres crecen más que el resto, lo que implica una convergencia en el mediano plazo), a pesar de la falta de significatividad de la variable.
- Los modelos utilizados logran explicar entre un 15% y un 20% de la varianza de la variable dependiente, lo que indica que existen otros factores que también explican la evolución del PIB. La falta de datos departamentales para los mismos impiden incluirlos en el modelo de regresión. A pesar de lo mencionado, el coeficiente del efecto del crecimiento de la banda ancha es significativo y consistente en todas las especificaciones. A continuación se puede ver que es robusto al incluir un control por capital humano (utilizando como proxy del mismo los años de educación que surgen del Censo de 2005).

Finalmente, como nota metodológica, corresponde mencionar que, aunque el  $R^2$  es bajo (0.16 a 0.20) este indica la proporción de la varianza de la variable dependiente que se logra explicar por las variables independientes<sup>17</sup>. En particular, en regresiones del tipo lineal como las desarrolladas en el presente informe, el  $R$ -cuadrado es una señal de la distancia de los datos en relación a la línea generada por la regresión. Un coeficiente  $R$ -Cuadrado “bajo” solo indica que existen otros factores que explican el valor de la variable dependiente no incluidos en el modelo de regresión; pero esta situación no anula los efectos encontrados para las sí incluidas. En relación al informe se puede indicar que existe un conjunto de variables que también afectan a la evolución del empleo, la pobreza y el PIB no incluidas en la regresión (por restricción de datos anuales a nivel departamental) que si fuesen incluidos aumentarían el coeficiente de  $r$ -cuadrado sin afectar el resultado encontrado en relación al crecimiento de la penetración de banda ancha (prueba de ellos son los modelos de robustez realizados, incluyendo más variables).

---

<sup>17</sup> En este contexto de análisis, el  $R^2$  no cumple ningún rol relevante al buscar analizar el efecto de una variable en otra. (Fuentes: *Introductory Econometrics: A Modern Approach* de Jeffrey Wooldridge, y *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* del mismo autor).

A continuación se presenta el mismo modelo pero incluyendo control por capital humano. En el mismo puede verse que los resultados originales siguen siendo consistentes.

**Tabla 7. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto con control por capital humano**

<b>Crecimiento del PIB (%), con control por capital humano</b>						
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento del PIB entre 2006 y 2010						
<i>Variables Independientes:</i> Crecimiento conexiones B.A., PIB 2003, Años de Educación y Crecimiento Población						
	Total		Baja Penet.		Alta Penet.	
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.0036542	***	0.0039548	***	0.0039453	***
	(0.001282)		(0.0014167)		(0.0012952)	
Crecimiento Población (%)	0.8734808		-0.7848735		4.585921	**
	(0.9599308)		(1.019278)		(1.948842)	
Años de Educación	-3.538593		-1.878803		3.668626	
	(5.127222)		(11.28887)		(3.831199)	
PIB 2003 (Millones de Pesos)	0.0056116		-0.2697321		-0.0432453	
	(0.0284458)		(0.3899207)		(0.0360005)	*
R <sup>2</sup> ajustado	0.1649		0.2088		0.2093	
Prob > F	0.0103		0.0778		0.0086	
Número de Observaciones	132		64		68	

*Nota:* \*\*\*, \*\* y \* indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: elaboración del autor

Al incluir al capital humano, puede verse que el mismo no tiene un efecto significativo en el crecimiento del PIB en el período analizado. Así también, como se observa en el cuadro, los coeficientes de impacto se mantienen a pesar de la inclusión de esta nueva variable.

### 5.1.3 Pruebas de robustez del modelo de regresiones

Para ambas regresiones se realizaron pruebas de independencia entre variables, de normalidad y de covarianza con el programa estadístico STATA. También se extendió el análisis para testear la normalidad multivariada a través del método de Doornik-Hansen. En todos los casos se encuentra con una probabilidad superior al 99% la validez de los modelos de estimaciones de impacto realizados. A continuación puede verse, en la tabla de correlaciones entre variables, la ausencia de variables altamente correlacionadas que puedan sesgar los coeficientes encontrados.



**Tabla 8. Correlaciones del modelo crecimiento del PIB**

Correlaciones	Crecimiento de PIB (%)	Crecimiento conexiones B.A. (%)	Crecimiento Población (%)	PIB 2003 (Millones de Pesos)	Educación
Crecimiento de PIB (%)	1.00				
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.39	1.00			
Crecimiento Población (%)	0.16	0.13	1.00		
PIB 2003 (Millones de Pesos)	-0.07	-0.09	0.01	1.00	
Educación	-0.15	-0.15	-0.28	0.65	1.00

Fuente: elaboración del autor

Por último cabe destacar que en el modelo original en todos los casos con una probabilidad mayor al 95% se rechaza la hipótesis que el coeficiente de todas las variables sea igual a 0; y al controlar por educación la probabilidad mencionada es al menos del 92%.

## **5.2 Impacto del crecimiento de la banda ancha en el crecimiento promedio del ingreso de los hogares (como proxy de la disminución de la pobreza)**

La literatura tradicional de economía del bienestar, como Atkinson (1991) o Bourguignon (2003), señala como “pobres” a aquellos hogares que no logran superar un umbral de ingreso, por tal motivo una forma de reducir la pobreza es logrando mejorar los ingresos de los hogares. En esta sección se evalúa el impacto de un crecimiento en los conexiones de banda ancha en el ingreso real de los hogares.

### **5.2.1 Definición de las variables**

En este modelo se utiliza como variable dependiente al ingreso real de los hogares (en pesos constantes 2005) en función de los datos publicados por el DANE desde el año 2006 al 2010. Aparte de las variables de crecimiento de los conexiones de banda ancha, de crecimiento de la población y de capital humano explicados en la sección previa, se incluyen los siguientes controles:

- Control por porcentaje del producto explicado por el sector minero en función a datos publicados por el DANE. Es esperable que los departamentos que dependen más de la minería hayan mejorado su ingreso promedio debido a que la actividad mencionada genera un aumento del producto.
- Control por porcentaje de viviendas NBI según la información que proviene del Censo del 2005 publicado por el DANE. La hipótesis de Solow, llevada a nivel hogares, indica que aquellos departamentos con mayor cantidad de hogares pobres (NBI) deberían tener una mejor tasa de crecimiento de los ingresos a causa de la hipótesis de la convergencia

### 5.2.2 Modelo

El presente modelo tiene como objetivo estudiar el impacto de un crecimiento en las conexiones de banda ancha en el crecimiento del ingreso real por hogar en el período 2006/2010. Para lograr robustez en los resultados y siguiendo a la literatura previa se incluyen controles por crecimiento de la población, capital humano, porcentaje del producto explicado por el sector minero y nivel de riqueza inicial (a través del porcentaje de hogares NBI en el 2005).

El principal resultado encontrado es que si se aumenta en un 10% la cantidad de conexiones en un año, el crecimiento del ingreso real por hogar será del 0,034% como puede verse a continuación.

**Tabla 9. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del ingreso real por hogar**

<b>Crecimiento del Ingreso Real Por Hogar (%), con control por capital humano</b>				
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento del Ingreso Real Por Hogar entre 2006 y 2010				
<i>Variables Independientes:</i> Crecimiento conexiones B.A., Crecimiento Población, Años de Educación, Producto del sector Minero y Viviendas NBI 2005				
	Total		Baja Penet.	Alta Penet.
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.0034083 (0.0011585)	***	0.0035966 (0.0013686)	** 0.0025196 (0.0011616)
Crecimiento Población (%)	-2.533624 (1.245529)	**	-5.520381 (1.361513)	*** 1.702465 (1.19664)
Años de Educación	1.462938 (0.7531259)	**	0.4542847 (1.273384)	0.1371095 (0.7649286)
Producto del Sector Minero (%)	7.816958 (4.226792)	**	9.122359 (4.701466)	** 8.837977 (8.11938)
Viviendas NBI 2005 (%)	19.7768 (9.51923)	**	31.17167 (10.61504)	*** -34.74956 (28.60452)
R <sup>2</sup> ajustado	0.1885		0.2986	0.1435
Prob > F	0.0101		0.0006	0.0672
Número de Observaciones	132		64	68

*Nota:* \*\*\*, \*\* y \* indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: elaboración del autor

Aparte del resultado explicado previamente cabe destacar lo siguiente:

- El crecimiento de la banda ancha logra explicar consistentemente el aumento en el ingreso real por hogar en los 3 modelos (con todas las observaciones, para departamentos de “baja” penetración y para departamentos de “alta” penetración).
- El efecto parece ser superior en los departamentos de “baja” penetración, aunque hay que notar que salvo Bogotá ningún departamento superaba una penetración del 9% al 2010 (niveles de penetración “bajos” a nivel internacional). Por lo que puede entenderse que los



departamentos de Colombia al 2010 no habían llegado a un nivel de penetración suficiente para lograr los rendimientos a escala (como se muestra previamente que existen en los países OECD)

- A nivel general, al aumentar la población, disminuye el crecimiento del ingreso real por hogar, donde para los departamentos menos desarrollados (con menor tasa de penetración) el efecto se magnifica; y en los de alta penetración ocurre lo contrario. Esto podría explicarse de la siguiente manera:
  - En los departamentos de alta penetración al aumentar la población, aumentan los ingresos del hogar generando un efecto positivo como resultado de mayores oportunidades laborales. En la medida de que en 76% hogares de zonas urbanas donde solo un 5% no tiene los servicios básicos, el nivel medio de bienestar contribuye a esta tendencia
  - Por otra parte, en los departamentos de baja penetración, es posible que con el aumento de la población, el hogar se fracciona (derivado de la emigración del campo a la ciudad, dado que en los departamentos con baja penetración, solo 50% de la población reside en zonas urbanas) resultando en una disminución (signo negativo) del ingreso dado que existen menos aportantes por hogar. Esto podría afectar significativamente aquellos hogares más pobres que son más prevalecientes en estos departamentos (20% sin servicios básicos)
- Luego, se observa que una mayor cantidad de años de educación resulta en un aumento en el crecimiento del ingreso por hogar (aplicándose la teoría del capital humano)
- Posteriormente, se observa que al aumentar un punto porcentual la importancia del sector minero (sobre el total del producto), se genera un aumento significativo del ingreso (únicamente aplicable a estados de baja penetración y poco desarrollo)
- Por último, y siguiendo el modelo de Solow, se verifica una tendencia a la convergencia de los ingresos, como lo indica el coeficiente de Viviendas NBI al 2005.

### 5.2.3 Pruebas de robustez del modelo de regresiones

Para este nuevo modelo de regresiones se realizaron las correspondientes pruebas de independencia entre variables, de normalidad y de covarianza con el programa estadístico STATA. También se extendió el análisis para testear la normalidad multivariada a través del método de Doornik-Hansen. En todos los casos se encuentra con una probabilidad superior al 99% la validez de los modelos de estimaciones de impacto realizados. A continuación puede verse, en la tabla de correlaciones entre variables, la ausencia de variables altamente correlacionadas que puedan sesgar los coeficientes encontrados.

Tabla 10. Tabla de correlaciones. Modelo Crecimiento del ingreso real por hogar

Correlaciones	Crecimiento de PIB (%)	Crecimiento o conexiones B.A. (%)	Crecimiento Población (%)	Años de Educación	Producto del Sector Minero (%)	Viviendas NBI 2005 (%)
Crecimiento de PIB (%)	1.00					
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.34	1.00				
Crecimiento Población (%)	-0.06	-0.14	1.00			
Años de Educación	0.04	0.14	-0.26	1.00		
Producto del Sector Minero (%)	0.09	-0.11	-0.25	0.46	1.00	
Viviendas NBI 2005 (%)	0.21	0.23	-0.64	0.56	0.20	1.00

Fuente: elaboración del autor

Por último, cabe destacar que en el presente modelo en todos los casos con una probabilidad mayor al 93% se rechaza la hipótesis que el coeficiente de todas las variables sea igual a 0.

### 5.3 Contribución de la banda ancha a la creación de fuentes de trabajo

En este tercer modelo se analizará el impacto que tiene el crecimiento de la banda ancha en la generación de fuentes de trabajo. Para tal fin se utilizará como variable dependiente la tasa de empleo, captando la evolución local del empleo en los departamentos de Colombia.

#### 5.3.1 Definición de las variables

Para esta sección como variable dependiente se utiliza la tasa de empleo publicada por el DANE proveniente de la Gran Encuesta de Hogares. Para los departamentos no presentes en la muestra, se utiliza como base el dato del 2005 y se estima el desempleo de los diferentes períodos en base a la evolución del desempleo nacional. Las variables independientes utilizadas son el crecimiento en las conexiones de banda ancha, el crecimiento de la población departamental, y el producto bruto interno del 2003 como proxy del nivel de riqueza inicial. Todas estas variables fueron presentadas en secciones previas.

#### 5.3.2 Modelo

El principal resultado de este modelo es que el aumento de la penetración de banda ancha es la única variable significativa<sup>18</sup> que generó un aumento en la tasa de empleo en los últimos años. En particular el coeficiente señala que si aumentamos en un 10% las conexiones, la tasa de empleo aumentaría en 0,003% como puede verse en el siguiente modelo de regresión.

<sup>18</sup> El hecho de que la variable de banda ancha es la única significativa estadísticamente en el modelo es debido a que no se disponen de otras variables a nivel departamental que logren explicar la variable dependiente (crecimiento de empleo). Por ejemplo, la inversión en capital físico es una variable que, típicamente, explica el crecimiento del empleo. Sin embargo, esta no es disponible a nivel departamental. Es por ello que el  $r^2$  en nuestro modelo es de entre 1% y 4%.

**Tabla 11. Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del empleo**

<b>Crecimiento de tasa de empleo (%)</b>				
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento de tasa de empleo entre 2006 y 2010				
<i>Variables Independientes:</i> Crecimiento conexiones B.A., PIB 2003 y Crecimiento Población				
	Total		Baja Penet.	Alta Penet.
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.0003004 ** (0.0001359)	**	0.0002951 ** (0.0001547)	0.0006572 (0.0005495)
Crecimiento Población (%)	0.0159829 (0.5114836)		-0.2538734 (0.7899623)	0.5937073 *
PIB 2003 (Millones de Pesos)	0.0053431 (0.0077051)		-0.1084577 (0.1308956 )	0.0003309 (0.0090124)
R <sup>2</sup> ajustado	0.0110		0.0318	0.0338
Prob > F	0.0730		0.0321	0.4351
Número de Observaciones	132		64	68

*Nota:* \*\*\*, \*\* y \* indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: elaboración del autor

Con respecto al resto de los resultados derivado del modelo de regresiones puede notarse que:

- El efecto es únicamente significativo en los departamentos de baja penetración. Igualmente cabe destacar que en los de alta penetración el coeficiente sería significativo al 24%.
- El crecimiento de la población parece tener efecto únicamente en los departamentos de alta penetración (con coeficiente positivo). Esta situación puede asociarse con lo explicado en el modelo previo donde se indicaba que en estos departamentos hay mayor facilidad para insertarse en el mercado productivo.
- Por último, el producto inicial parece no tener un efecto sobre el crecimiento del empleo.

### 5.3.3 Pruebas de robustez del modelo de regresiones

Sobre el presente modelo cabe destacar que puede asegurarse que el efecto de la banda ancha sobre el empleo es positivo sobre el total de los departamentos; pero no puede lograrse una regresión que explique la evolución de la tasa de empleo por falta de información departamental. En este sentido se cumple el objetivo del estudio que es analizar el efecto de la banda ancha sobre el desarrollo económico (y cuantificarlo), pero no se logra generar un modelo predictivo de la presente variable dependiente.

Para el presente análisis econométrico se comprobó con las herramientas del programa estadístico STATA la independencia, la normalidad y la covarianza entre variables. Para el modelo general se encuentra con una probabilidad superior al 80% la validez del modelo de regresión realizado. El menor coeficiente, en relación a los modelos presentados previamente, se

debe a la poca varianza en el nivel de empleo en el período bajo estudio. A continuación puede verse la correlación entre las variables analizadas.

**Tabla 12. Tabla de correlaciones. Modelo Crecimiento del empleo**

Correlaciones	Crecimiento del empleo (%)	Crecimiento conexiones B.A. (%)	Crecimiento Población (%)	PIB 2003 (Millones de Pesos)
Crecimiento del empleo (%)	1.00			
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.10	1.00		
Crecimiento Población (%)	0.02	0.13	1.00	
PIB 2003 (Millones de Pesos)	0.03	-0.09	0.01	1.00

Fuente: elaboración del autor

Por último cabe destacar que el modelo general y el correspondiente a los departamentos de baja penetración con un probabilidad mayor al 90% se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de todas las variables sea igual cero (quedando como variable explicativa el crecimiento de la penetración de banda ancha). Para el correspondiente a alta penetración, no se puede descartar la hipótesis de que las variables incluidas no sean significativas para explicar los cambios en la tasa de empleo en el período bajo estudio.

#### **5.4 Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en la masificación de *Gobierno en Línea***

El Plan *Vive Digital* entre sus objetivos propone multiplicar las aplicaciones de Gobierno en Línea. A partir de ello, se considera que, mediante el uso de incentivos de aplicaciones, aumente la penetración de banda ancha ya que aumentan los beneficios de contar con una conexión de alta velocidad desde el hogar. Así, el principal argumento es que, una vez que las personas conocen las ventajas del gobierno electrónico (y las facilidades que trae el mismo), aumentan los incentivos a adoptar la conexión autónoma. De este modo, en la presente sección se busca estimar el efecto de la cantidad (y del aumento de ese número) de transacciones con organismos gubernamentales en la tasa de penetración de banda ancha a nivel municipal.

Con el objetivo mencionado se realiza la evaluación en base a datos históricos (2008, 2009 y 2010) para los principales municipios de Colombia.

**Tabla 13. Evolución de Variables de Gobierno en Línea**

Año	Share de Conexión Propia <sup>19</sup>	Penetración	Share E-Gobierno sobre Uso de Internet	Share E-Gobierno sobre conectados
2008	0.1147	0.0373	0.0255	0.2462
2009	0.1699	0.0575	0.0263	0.1651
2010	0.1834	0.0741	0.0221	0.1232

Fuente: elaboración del autor

A partir de este cuadro puede destacarse el aumento de la penetración de banda ancha como de las conexiones propias, pero una estabilidad en el porcentaje de transacciones realizadas vía Gobierno en línea. Por otro lado, como existe variabilidad entre municipios en la evolución del porcentaje de transacciones realizadas vía Gobierno en Línea, puede utilizarse la misma para explicar la diferencia inter-municipal en la penetración de banda ancha (analizando la relación causal entre ambas variables).

#### **5.4.1 Definición de las variables**

En el presente modelo, se busca estimar el impacto del crecimiento de la banda ancha en la masificación del Gobierno en Línea, como así también el canal inverso (el impacto del crecimiento del gobierno en línea en el aumento de las conexiones autónomas de banda ancha). Con este objetivo se utilizan datos municipales sobre:

- Penetración de Banda Ancha a nivel municipal según datos suministrados por MINTIC en el período 2008/2010 (a partir de esta información se construye el crecimiento anual de la variable)
- Porcentaje de usuarios de internet que realizan transacciones con organismos gubernamentales. De esta manera, esta variable representa un uso avanzado de usan las herramientas de Gobierno en Línea comparada con la mera navegacion y busqueda de informacion y/o solicitud de tramites<sup>20</sup>, en base a la información a nivel municipal suministrada por MINTIC con periodicidad anual
- Tasa de ocupación a nivel municipal, en base a datos anuales del DANE provenientes de la Gran Encuesta de Hogares

#### **5.4.2 Modelo**

En primer lugar se presentan los modelos de estimación del efecto del Gobierno en Línea en la adopción de Banda Ancha. Según este canal causal, se indica que un aumento en el uso de

<sup>19</sup> De acuerdo a la información provista por el Programa Gobierno en Línea, este termino se refiere a la cantidad de usuarios que tienen conexión propia, típicamente en el hogar.

<sup>20</sup> Esta variable fue proporcionada por el DANE.

gobierno en línea puede generar efectos positivos en la tasa de penetración de banda ancha (debido a que una vez que la persona conoce los beneficios de las herramientas de gobierno en línea, aumentan sus incentivos para obtener una conexión de alta velocidad autónoma).

**Tabla 14. Impacto del uso de E-Gobierno en la penetración de banda ancha**

<b>Penetración de Banda Ancha (2008/09/10)</b>	
<i>Variable Dependiente:</i> Penetración de Banda Ancha 2008/09/10	
<i>Variables Independientes:</i> Uso de e-gobierno, Tasa de ocupación	
	Total
Uso de E-Gobierno (% sobre uso internet)	0.5546048 ** (0.2990396 )
Tasa de Ocupación	0.0029673 *** (0.0006617)
R <sup>2</sup> ajustado	0.2654
Prob > F	0.0000
Número de Observaciones	69
<i>Nota:</i> ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%	

Fuente: elaboración del autor

**Tabla 15. Impacto del crecimiento del uso de E-Gobierno en el crecimiento de la penetración de banda ancha**

<b>Crecimiento Penetración de Banda Ancha (2008/09/10)</b>	
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento Penetración B.A. 2008/09/10	
<i>Variables Independientes:</i> Crec. E-gob, Crec. Empleo	
	Total
Crecimiento Uso de E-Gobierno	0.1135251 (0.1530718 )
Crecimiento de Empleo	0.921538 (0.0006617)
R <sup>2</sup> ajustado	0.0091
Prob > F	0.7300
Número de Observaciones	46
<i>Nota:</i> ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%	



Fuente: elaboración del autor

Como puede verse en el primero de los modelos presentados un aumento de un punto porcentual de los usuarios de *Gobierno en Línea* implica un aumento de la penetración de 0.55 puntos porcentuales. **Dado que el nivel de penetración de Gobierno en Línea es sumamente bajo inicialmente, el efecto de la penetración de Internet en la tasa de crecimiento del mismo es muy alto debido al punto de partida. Este resultado debe ser leído con el modelo de la tabla 15 donde se analiza la relación entre las tasas de crecimiento de ambas variables.** Esto señala que el conocer los beneficios de usar este servicio es un determinante que puede llevar a la decisión de tomar el servicio de banda ancha en el hogar. Por otro lado se confirma la relación entre la tasa de ocupación y la penetración de banda ancha a nivel municipal.

Luego, en relación al segundo modelo, los resultados marcan la relación positiva entre crecimiento de banda ancha y crecimiento en el uso de *Gobierno en Línea*, pero no es significativo dado a que se reduce la muestra a solo dos años (se utiliza el 2008 para estimar la tasa de crecimiento en 2009)

Alternativamente, puede estudiarse si un aumento en la penetración genera efectos en la utilización de Gobierno en Línea. En este caso el canal argumentativo marcaría que, controlando por la tasa de ocupación, al aumentar la penetración de banda ancha se disminuyen los costos para hacer trámites por *Gobierno en Línea* (ya que se puede realizar directamente desde el hogar) llevando a un aumento de esta variable.

**Tabla 16. Impacto del crecimiento del uso de E-Gobierno en el crecimiento de la penetración de banda ancha**

<b>Uso de E-Gobierno (% sobre uso internet) (2008/09/10)</b>	
<i>Variable Dependiente:</i> Uso de Gobierno en Línea (2008/09/10)	
<i>Variables Independientes:</i> Penetración B.A., Tasa de ocupación	
	Total
Tasa de Penetración Banda Ancha (%)	0.0989153 ** (0.0561522 )
Tasa de Ocupación (%)	-0.0002812 (0.0003668)
R <sup>2</sup> ajustado	0.0549
Prob > F	0.1898
Número de Observaciones	69
<i>Nota:</i> ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%	

Fuente: elaboración del autor

La lectura de estos resultados indican que cuando aumenta la tasa de penetración de banda ancha en un punto porcentual, se incrementa el uso de *Gobierno en Línea* en 0.10 puntos

porcentuales. La tasa de ocupación parece no tener ningún efecto significativo en el Gobierno en Línea. Este resultado indica la retroalimentación generada entre el aumento del Gobierno en Línea y la Tasa de Penetración de Banda Ancha.

Ambos coeficientes de impacto (0.55% donde el uso de aplicaciones de Gobierno en Línea influyen la penetración de banda ancha, y 0.10% donde la penetración de banda ancha conlleva a un aumento en el uso de aplicaciones de gobierno en línea) implican la existencia de una relación dialéctica virtuosa donde la proposición de valor de ambos términos (banda ancha y gobierno en línea en términos de transacciones con el gobierno) tienden a reforzarse mutuamente.

#### 5.4.3 Pruebas de robustez del modelo de regresiones

En esta sección se realizan las pruebas de robustez correspondientes para los modelos presentados en la sección. Con respecto a los que estudian la causalidad entre la Utilización de Gobierno en Línea y la Penetración de Banda Ancha se comprobó con las herramientas del programa estadístico STATA la independencia, la normalidad y la covarianza entre variables. Por el otro lado, con respecto al modelo que relaciona la tasa de crecimiento de ambas variables, no puede ser validado por la baja cantidad de observaciones disponibles (al tomar tasas de crecimiento la muestra se limita a únicamente 2 años). Por último se presenta la correlación entre las variables bajo estudio.

**Tabla 17. Tabla de correlaciones. Modelo de causalidad Gobierno en Línea/Penetración de Banda Ancha**

Correlaciones	Gobierno en Línea (%)	Tasa de Penetración Banda Ancha (%)	Tasa de Ocupación (%)
Gobierno en Línea (%)	1.00		
Tasa de Penetración Banda Ancha (%)	0.21	1.00	
Tasa de Ocupación (%)	0.01	0.47	1.00

Fuente: elaboración del autor

## 6. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los cuatro modelos econométricos que tienen como objetivo cuantificar el impacto económico histórico de la banda ancha en Colombia. En los mismos se estudia:

- El impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto
- El impacto del crecimiento de la banda ancha en el crecimiento promedio del ingreso de los hogares (como proxy de la disminución de la pobreza)
- La contribución de la banda ancha a la creación de fuentes de trabajo
- Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en la masificación de Gobierno en Línea

### 6.1 Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del producto interno bruto

Un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB en todas las especificaciones. De acuerdo a los resultados de este modelo, el coeficiente del crecimiento de la penetración de banda ancha señala que si las conexiones de la misma aumentan en un 10%, el PIB aumentaría en 0,037%. Si bien el coeficiente presentado previamente puede parecer bajo (0.037), es interesante contextualizarlo con el aumento promedio de la cantidad de conexiones de banda ancha, en relación al aumento de PIB en pesos constantes para el período bajo estudio. Esta información puede verse en la Tabla 18 que muestra el valor medio para las variables utilizadas en el presente modelo econométrico.

**Tabla 18. Promedio variables 2007-2010. Modelo Crecimiento del PIB**

	Promedio Variables					
	2007-2010			2010		
	Total	B.Penet.	A.Penet.	Total	B.Penet.	A.Penet.
Crecimiento PIB (%)	4.67	5.38	4.00	4.89	6.01	3.84
Crecimiento Conexiones B.A. (%)	216.05	287.15	149.14	53.24	81.80	26.37
Crecimiento Población (%)	1.23	1.37	1.10	1.21	1.35	1.08

Fuente: elaboración del autor

La lectura que puede realizarse de la información presentada es que para el total de las observaciones se tiene un aumento de 216.05 puntos porcentuales en promedio de crecimiento anual de conexiones de banda ancha, generado principalmente por fuertes aumentos en de la tasa de penetración en la mayoría de los estados que en promedio triplicaron su cantidad de abonados entre períodos. Multiplicando este valor por el efecto del crecimiento del PIB, es posible notar que la variable bajo estudio contribuyó en promedio en un incremento del PIB de 0,80

puntos porcentuales ( $0.0036956 \cdot \text{efecto de la banda ancha} \cdot 216.0536$ -crecimiento de la banda ancha), lo que explica un 17% de lo que efectivamente creció esta variable en el período bajo estudio ( $0.80/4.67$ -crecimiento del PIB en esos años).

Como se mencionó previamente, el análisis de impacto económico fue realizado de manera agregada para el país y dividiendo la muestra en departamentos cuya penetración de banda ancha excede el 2% y departamentos con una penetración inferior a este parámetro.

Para los departamentos de baja penetración, la contribución de la banda ancha puede expresarse de la siguiente manera: si se aumenta la penetración en un 10%, la contribución económica será del 0.0396%. A partir del crecimiento real del PIB en departamentos de baja penetración, el aporte de la banda ancha fue de 1.14 ( $0.0039612 \cdot 287.15$ ) puntos porcentuales anuales (21% del total).

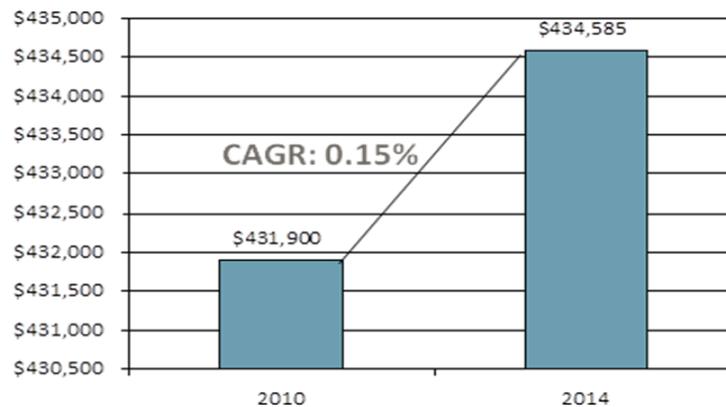
Para los departamentos de alta penetración, si la misma aumenta en un 10% la contribución económica será del 0.0369%. A partir de esta relación, puede verse que para esta submuestra la contribución económica del crecimiento de la banda ancha fue de 0.55 ( $0.0036940 \cdot 149.14$ ) puntos porcentuales anuales (14% del crecimiento promedio anual del PIB).

El modelo incluyendo capital físico no pudo ser estimado por falta de información completa para todos los departamentos.

#### **6.1.1 Estimación de impacto 2014**

El Plan Vive Digital propone multiplicar por 4 veces el número de conexiones a Internet de alta velocidad hacia el año 2014. El objetivo mencionado implica una tasa de crecimiento anual (CAGR) del 41.42% de conexiones de banda ancha a nivel nacional. Esto significa aumentar el número de conexiones en 6,600,000, lo que resulta en un nivel esperado de penetración de 18.46% de la población (del 4.83% actual) y 67.58% de los hogares (de 17.7% actual). El crecimiento anual de la penetración de banda ancha del 41,42% a nivel nacional resultaría en un crecimiento anual del PIB de 0.15%. Esto implica una contribución al PIB entre el 2010 y el 2014 del orden de US \$ 2,685 millones

**Figura 7. Impacto en el PIB del Plan VIVE DIGITAL**



Fuente: elaboración del autor

El valor mencionado debe ser considerado como un piso del impacto debido a que no incluye efectos indirectos, como los que pueden darse a través de la mejora en el nivel de empleo (e.g. empleos inducidos). Considerando que un aumento de 10% en la penetración tiene un impacto en el PIB de 0.037 puntos porcentuales, esto impactaría el crecimiento anual en 0.15%.

## 6.2 Impacto del crecimiento de la banda ancha en el crecimiento promedio del ingreso de los hogares (como proxy de la disminución de la pobreza)

El coeficiente del crecimiento de la penetración de banda ancha señala que si se aumenta en un 10% el número de conexiones, el crecimiento del ingreso real del hogar aumentaría en 0.034%. En este modelo se observa que, bajo todas las especificaciones, el efecto del crecimiento de los conexiones de banda ancha es significativo. Para contextualizar los resultados encontrados, y entender la causalidad entre las variables analizadas en los últimos años se presenta la evolución de las mismas en promedio en el período 2006-2010.

**Tabla 19 Promedio variables 2007-2010. Modelo Crecimiento del Ingreso real por hogar**

	Promedio Variables					
	2007-2010			2010		
	Total	B.Penet.	A.Penet.	Total	B.Penet.	A.Penet.
Crecimiento Ingreso Real Por Hogar (%)	2.17	2.79	1.58	4.45	5.83	3.15
Crecimiento Conexiones B.A. (%)	216.05	287.15	149.14	53.24	81.80	26.37
Crecimiento Población (%)	1.23	1.37	1.10	1.21	1.35	1.08
Producto del Sector Minero (%)	0.12	0.13	0.11	0.14	0.15	0.12

Fuente: elaboración del autor

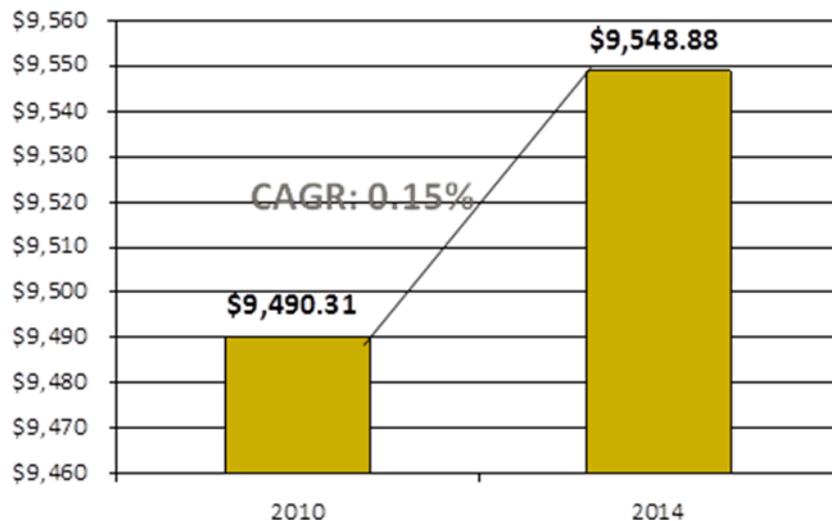
De esta tabla puede verse que el crecimiento del Ingreso Real por Hogar fue de 2.17 puntos porcentuales promedio por año en el período bajo análisis, con una mejor evolución en los departamentos de baja penetración (hipótesis de Solow). Para estudiar el verdadero efecto del desarrollo de la banda ancha sobre este indicador, se puede ver que para el total de la muestra el aporte fue de 0.74 puntos porcentuales promedio por año ( $0.0034 \times 216.05$ ), lo que indica que un 34% del crecimiento del ingreso real del hogar es explicado por este factor en el período bajo análisis.

El resultado se mantiene para los departamentos de baja/alta penetración (1.03 p.p.a., explicando el 37% del crecimiento para departamentos de baja penetración; y 0.38 p.p.a., explicando el 24% del crecimiento en los de alta penetración).

### 6.2.1 Estimación de impacto 2014

El crecimiento anual de la penetración de banda ancha del 41,42% a nivel nacional resultaría en un crecimiento anual del PIB de 0.15%. Esto implica un aumento del ingreso real promedio por hogar entre el 2010 y el 2014 del orden de US \$ 58.57

**Figura 8. Impacto en el Ingreso Real Promedio por Hogar del Plan Vive Digital**



Fuente: elaboración del autor

Considerando un efecto en el ingreso del hogar de 0.03 puntos porcentuales, estos aumentarían a nivel nacional 0.15 puntos porcentuales anualmente. Por más que parezca un valor bajo (aumentar el PIB en 14 dólares anuales) hay que recordar que el aumento de la penetración fue la variable que explicó el 30% del aumento en los últimos 4 años.



Esta mejora traerá de la mano una mejor distribución del ingreso ya que el efecto es mayor en los departamentos de baja penetración (y con menor ingreso actual) llevando a la convergencia inter departamental. Este punto es muy importante para destacar que el plan de digitalización llevará a una reducción en la pobreza ya que:

- El efecto es más fuerte en los departamentos con bajo PIB y baja penetración (la correlación entre las variables es del 65%)
- El plan propone cuadruplicar la cantidad de conexiones, lo que se logra únicamente aumentando en mayor medida la penetración en los departamentos de menor desarrollo
- Los departamentos de menor desarrollo tendrán una mejora del Ingreso Real del Hogar superior a los de mayor desarrollo por las dos causas mencionadas, ayudando a salir de la situación de pobreza
- Por otra parte, dado que los hogares en los departamentos de alta penetración, tienen un ingreso per cápita 64% superior lo que indicaría un efecto indirecto de segundo orden (mayor nivel de empleo, para mayor ingreso del hogar y menor nivel de pobreza).

### 6.3 Contribución de la banda ancha a la creación de fuentes de trabajo

En el modelo de creación de fuentes de trabajo, el coeficiente de crecimiento de la penetración de banda ancha indica que si se aumenta la penetración en un 10%, la tasa de empleo aumentaría en 0.003%. El principal resultado de este modelo es que el aumento de la penetración de banda ancha es la única variable significativa que generó un aumento en la tasa de empleo en los últimos años.

Pasando al análisis más detallado de los resultados del modelo que analiza en el efecto en la creación de empleo, en primer lugar se presenta la evolución promedio de las variables utilizadas en el modelo, para luego poder cuantificar el efecto del crecimiento de la banda ancha en el período bajo estudio.

**Tabla 20. Promedio variables 2007-2010. Modelo Crecimiento del Empleo**

	Promedio Variables					
	2007-2010			2010		
	Total	B.Penet.	A.Penet.	Total	B.Penet.	A.Penet.
Crecimiento Tasa Empleo (%)	0.10	-0.01	0.21	0.27	0.07	0.46
Crecimiento Conexiones B.A. (%)	216.05	287.15	149.14	53.24	81.80	26.37
Crecimiento Población (%)	1.23	1.37	1.10	1.21	1.35	1.08

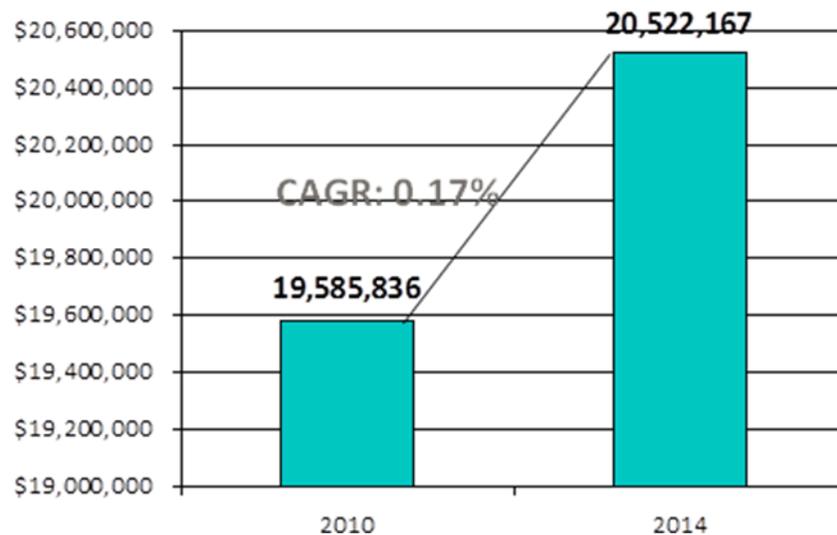
Fuente: elaboración del autor

Como se observa en el cuadro, la tasa de empleo es una variable con muy poco cambio en el período analizado, por lo que un pequeño impacto del crecimiento de conexiones de banda ancha puede implicar un gran efecto sobre la varianza de la variable. Multiplicando el coeficiente de crecimiento en la tasa de empleo por el crecimiento de la banda ancha en el período bajo estudio nos indica que en promedio por año generó un aumento de 0.065 puntos porcentuales del nivel de empleo ( $216.05 \times 0.0003$ ), explicando el 65% del aumento que tuvo esta variable en el período estudiado. Luego, para los departamentos de baja penetración el efecto del aumento en la penetración logró que la tasa de empleo no tuviera una caída mayor de la ocurrida.

### 6.3.1 Estimación de impacto 2014

El crecimiento anual de la penetración de banda ancha del 41,42% de Vive Digital a nivel nacional resultaría en un crecimiento anual de la tasa de empleo de 0.0124%, lo que permite absorber el aumento de población, y además a reducir desempleo. En términos de números de empleados, y en base a la situación en el año 2010, esto implica un aumento de más de 230.000 puestos laborales por año (tomando los efectos directos e indirectos).

Figura 9. Impacto en el Empleo del Plan Vive Digital



Fuente: elaboración del autor

Cabe destacar que en los efectos directos no se tiene cuenta que se triplicará el número de municipios conectados, y que se llevará a cabo la inserción al mundo digital de MIPYMES (llegando a una tasa de penetración del 50% en las mismas).

## 6.4 Resumen de impacto de la Banda Ancha en Colombia

En la presente tabla se resumen e impacto del crecimiento de las conexiones de banda ancha en Colombia sobre el crecimiento del PIB, el crecimiento del ingreso medio real del hogar y el crecimiento en la tasa de empleo.

**Tabla 21. Resumen de impactos Económicos de Vive Digital**

Si la penetración de banda ancha aumenta en 10 puntos porcentuales	IMPACTO EN EL PAIS		DEPARTAMENTOS CON PENETRACION >2%		DEPARTAMENTOS CON PENETRACION <2%	
	Coefficiente de impacto	Significancia estadística	Coefficiente de impacto	Significancia estadística	Coefficiente de impacto	Significancia estadística
Impacto en el PIB	0.037	1%	0.037	1%	0.040	1%
Impacto en ingreso medio real del hogar	0.036	1%	0.025	5%	0.036	5%
Impacto en la tasa de empleo	0.003	10%	0.003	10%	0.006	24%

Fuente: Elaboración del autor

## 6.5 Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en la masificación de *Gobierno en Línea*

Con las salvedades del caso presentadas en la sección 4.4.2, un aumento de un punto porcentual de los usuarios de Gobierno en Línea implica un aumento de la penetración de 0.55 puntos porcentuales. Esto señala que el conocer los beneficios de usar este servicio es un determinante que puede llevar a la decisión de tomar el servicio de banda ancha en el hogar.

Alternativamente puede estudiarse la causalidad inversa que indica que cuando aumenta la tasa de penetración de banda ancha en un punto porcentual, se incrementa el uso de *Gobierno en Línea* en 0.10 puntos porcentuales. La tasa de ocupación parece no tener ningún efecto significativo en el Gobierno en Línea. Este resultado indica la retroalimentación generada entre el aumento del Gobierno en Línea y la Tasa de Penetración de Banda Ancha, lo que sin duda ayudará a cumplimentar los objetivos del Plan *Vive Digital*<sup>21</sup>.

### 6.5.1 Estimación de impacto 2014

<sup>21</sup> Los efectos del Gobierno en Línea en la penetración de banda ancha ayudarán a alcanzar los objetivos del plan Vive Digital. Por lo tanto, la contribución del mismo ya está incluida en los resultados de la tabla 21. Por otra parte, no es conveniente extrapolar los resultados del 2011 dado que a futuro la contribución de Gobierno en Línea tenderá a bajar en términos de su coeficiente.

Los modelos presentados sobre Gobierno en Línea en la sección previa señalan que el programa puede potenciar el impacto de la ampliación de la infraestructura de conectividad de banda ancha mediante incentivos al uso productivo de las conexiones a Internet pasando de un 20% a nivel nacional de gobierno en línea (12% promedio municipal, dado que el gobierno en línea está más desarrollado en los municipios más grandes) a un 50% en el 2014 (un CAGR del 26%). Luego, aplicando el CAGR mencionado a la población total que usa Internet, implica pasar de un 2,21% del promedio municipal que utiliza las herramientas de gobierno en línea en el 2010 a un 5,525 % (generando un aumento de 3,3% puntos porcentuales). Lo que finalmente implica en base a los resultados de la primera regresión un aumento de 1,83% (375.000 conexiones en los municipios bajo estudio) en la tasa de penetración en 4 años, con los efectos positivos indicados en capítulos previos sobre nivel de pobreza, generación de empleos y crecimiento del producto.

Por otro lado, también existe un impacto del crecimiento de las conexiones de banda ancha en los resultados de la estrategia de Gobierno en Línea. En particular un aumento de un 10% en la Penetración de Banda Ancha a nivel departamental genera un efecto de un aumento del uso de Gobierno en Línea del 1% (en base a lo observado en el período 2008-2010). Trasladando este resultado al CAGR que implica el Plan Vive Digital, se estará logrando un aumento por este canal del uso de Gobierno en Línea de aproximadamente el 4% anual lo que representa un 15% del CAGR (de 26%) que se tiene como objetivo hasta el 2014. Al mismo tiempo, en la medida de que las aplicaciones de Gobierno en Línea se refieren principalmente a la posibilidad de encarar de manera remota la realización de trámites y transacciones, esto tiene una influencia positiva en la economía familiar. La causalidad transitiva determina que a mayor posibilidad de realizar transacciones remotas, los usuarios gastan menos dinero en transporte y no pierden jornadas de trabajo, con lo que el ingreso del hogar se vería beneficiado.



## 7. CONCLUSIONES

A partir de la literatura previa, los modelos econométricos presentados y sus resultados, esta sección presenta la conclusión del trabajo, haciendo énfasis en el impacto que tendrá el programa *Vive Digital* hacia el año 2014. En la Tabla 22 se cuantifica la mejora en conexiones, penetración, empleos, PIB e Ingreso Real del Hogar derivados del logro de las metas del Plan Vive Digital.

Tabla 22. Resumen de Impacto

VARIABLE	TOTAL			BAJA PENETRACIÓN			ALTA PENETRACION		
	2010	2014	IMPACTO	2010	2014	IMPACTO	2010	2014	IMPACTO
Número de Conexiones	2.200.000	8.800.000	6.600.000	120.000	1.000.000	880.000	2.080.000	7.800.000	5.720.000
Individuos	45.509.584	47.661.787	2.152.203	9.328.201	9.803.862	475.661	36.181.383	37.857.925	1.676.542
Penetración Individuos (%)	4,83%	18,46%	13,63%	1,29%	10,20%	8,91%	5,75%	20,60%	14,85%
Hogares	12.427.272	13.022.346	595.074	2.384.800	2.500.401	115.601	10.042.472	10.521.945	479.473
Penetración Hogar (%)	17,70%	67,58%	49,88%	5,03%	39,99%	34,96%	20,71%	74,13%	53,42%
Empleos	19.585.836	20.522.167	231.646	3.801.340	3.838.819	37.479	15.784.496	15.978.663	194.167
PBI (Millones USD)	431.900	434.585	2.685	51.929	52.510	581	379.971	382.075	2.104
Ingreso real per cápita	U\$ 9.490	U\$ 9.549	U\$ 59	U\$ 6.158	U\$ 6.221	U\$ 63	U\$ 9.810	U\$ 9.865	U\$ 55
Ingreso real por hogar	U\$ 34.754	U\$ 34.969	U\$ 215	U\$ 22.354	U\$ 22.582	U\$ 228	U\$ 35.914	U\$ 36.115	U\$ 201

Fuente: elaboración del autor

Los resultados presentados indican que al lograr el aumento en 6,600,000 de conexiones se estará logrando llegar a una penetración de banda ancha cercana al 20% a nivel individual y una cercana al 70% en términos de hogares. Esta situación implica que para el año 2014 Colombia estará alcanzando niveles donde los beneficios a escala del uso de nuevas tecnología empiezan a hacerse presentes.

Esta situación marca que como hipótesis mínima, la masificación de la banda ancha generará más de 200,000 empleos. Sobre este punto, hay que destacar que los empleos generados de modo directo serán principalmente en los municipios donde será necesario generar el tendido de fibra óptica, que en general se encuentran en los departamentos de menor ingreso, generando esta situación un factor adicional para la reducción de la pobreza. Es así como se generará un aumento del 0,62% del PIB en el período analizado y un aumento de casi 60 dólares en los ingresos del hogar como mínimo.

Al nombrar los efectos previos, cabe volver a destacar que los mismos corresponden a una hipótesis de mínima ya que no se está teniendo en cuenta que en el mediano plazo los coeficientes de impacto aumentarán debido a la masificación del programa de digitalización.

Asimismo, no se está teniendo en cuenta la retroalimentación entre los efectos del *Plan Vive Digital* y del correspondiente al *Gobierno en Línea*. El análisis sobre este último marca que, inicialmente, un aumento de un punto porcentual de los usuarios de *Gobierno en Línea* implica un aumento de la penetración de 0.55 puntos porcentuales con su correlato en las mejoras de las variables bajo análisis. Esta situación de retroalimentación sin duda ayudará a cumplir en tiempo y forma los objetivos del *Plan Vive Digital*, debido a que el programa *Gobierno en Línea* potencia la adopción de banda ancha. Por otro lado, también existe un impacto del crecimiento de las conexiones de banda ancha en los resultados de la estrategia de *Gobierno en Línea*. En particular un aumento de un 10% en la penetración de Banda Ancha a nivel departamental genera un efecto de un aumento del uso de Gobierno en Línea del 1%, en lo que se refiere a la realización de transacciones con entidades del gobierno (en base a lo observado en el período 2008-2010).

Las implicancias de estos análisis son múltiples:

- 1) El enfoque del despliegue de conexiones de banda ancha en los departamentos que hasta ahora han sido los más avanzados en términos de penetración conlleva los efectos económicos más importantes en términos de creación de empleo y crecimiento económico. Estos resultados son consistentes con lo observado en nuestros estudios previos para el caso de la Estrategia Nacional de Banda Ancha en Alemania y el estudio de banda ancha inalámbrica en la zona rural de Estados Unidos. El efecto de “retorno a escala” es más visible en las regiones más desarrolladas del país y, por lo tanto, cuando la política pública persigue el objetivo de maximizar el impacto económico, el mayor beneficio se concentra en las regiones más avanzadas.
- 2) Por otra parte, el efecto en el ingreso medio de los hogares es más pronunciado en los departamentos menos desarrollados tecnológicamente. La adición de banda ancha en estas geografías compensa, en alguna medida, la marginalización y contribuye a la reducción de la pobreza. En este sentido, más allá de la creación de empleo (que es menor en estos departamentos que aquellos de más desarrollo tecnológico), el beneficio fundamental del aumento de conexiones de banda ancha en las zonas más postergadas se refiere al beneficio social (inclusión, participación, acceso a servicios públicos) y reducción de la pobreza debido al aumento del ingreso medio de hogar.
- 3) Estas dos conclusiones apuntan a la necesidad de preservar un equilibrio entre los dos objetivos a maximizar debido a los beneficios a ser generados: para promover el crecimiento económico y crear empleo, enfatizar el cumplimiento de *Vive Digital* y *Gobierno en Línea* en los departamentos más desarrollados de Colombia; para apuntar a beneficios sociales y reducir la pobreza, focalizarse en las regiones menos avanzadas. Estos son los dos ejes que permitirán amenguar los desequilibrios geográficos y promover un desarrollo económico integrado.
- 4) La relación dialéctica entre *Vive Digital* y *Gobierno en Línea* apunta a la necesidad de seguir enfatizando los programas de despliegue de entrega de servicios públicos mediante



---

Internet. *Gobierno en Línea* aumenta la proposición de valor de la banda ancha, creando un incentivo adicional para cerrar la llamada brecha de demanda (definida como aquella porción de la población que puede acceder tecnológicamente y económicamente a la banda ancha, pero no lo hace por factores relacionados con la falta de interés en términos de aplicaciones y servicios). *Gobierno en Línea* es un factor decisivo en la contribución al cerramiento de la brecha de la demanda en Colombia.

- 5) Al mismo tiempo, las aplicaciones de *Gobierno en Línea*, en la medida de que están medidas en términos de la capacidad de realizar transacciones con entidades públicas ejercen una contribución indirecta a la economía familiar (mediante la reducción en pérdida de jornadas de trabajo y gastos de trabajo), coadyuvando en última instancia, a la reducción de la pobreza.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Atkinson, A. (1991), "Comparing Poverty Rates Internationally: Lessons from Recent Studies in Developed Countries". *World Bank Economic Review*, 5, 1, 3-21.
- Atkinson, R., Castro, D. & Ezell, S.J. (2009). *The Digital Road to Recovery: A Stimulus Plan to Create Jobs, Boost Productivity and Revitalize America*, Washington, DC, The Information Technology and Innovation Foundation.
- Battese, G. & Coelli T. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics* 20: 325-332 .
- Barrantes, R. (2010). *The impact of mobile phones on profits from livestock activities - Evidence from Puno*, Peru. Paper presented at the IV Conference of ACORN-Redecom, Brasilia, May.
- Barro, R. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. CVI, No. 425, pp. 407-443.
- Bourguignon, F. (2003), "Poverty, Inequality and Growth". *Proceedings of the AFD-EUDN Conference*.
- Crandall, R., Jackson, C., & Singer, H. (2003). *The Effect of Ubiquitous Broadband Adoption on Investment, Jobs, and the U.S. Economy*. Washington DC: Criterion Economics.
- Crandall, R., Lehr, W., & Litan, R. (2007). The Effects of broadband deployment on output and employment: a cross-sectional analysis of U.S. data. *Issues in Economic Policy*, 6.
- Crandall, R., & Singer, H. (2009). *The Economic Impact of Broadband Investment*. Washington, DC: Brookings Institution
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer T., & Woessman, L. (2009, December). *Broadband Infrastructure and Economic Growth*. CESifo Working Paper No. 2861.
- Darby, L. F., Fuhr, J. P. Jr., & Pociask S. B. (2010). *The Internet Ecosystem: Employment Impacts of National Broadband Policy*. Washington, DC: American Consumer Institute for Citizen Research.
- Fornfeld, M., Delaunay, G. & Elixmann, D. (2008). *The impact of broadband on growth and productivity*. A study on behalf of the European Commission (DG information Society and media), MICUS.
- Gillett, S., Lehr, W., and Osorio, C., & Sirbu, M. A. (2006). *Measuring Broadband's Economic Impact*. Technical Report 99-07-13829, National Technical Assistance, Training, Research, and Evaluation Project.
- Greenstein, S & McDevitt, R. 2011. *Evidence of a Modest Price Decline in US Broadband Services*, Van Ark, B (ed.) The Connected World. NY: The Conference Board.



- Greenstein, S & McDevitt, R. (2009). *The Broadband Bonus: Accounting for Broadband Internet's Impact on U.S. GDP*, NBER Working Papers 14758.
- Islam, N. (1995). Growth Empirics: A Panel Data Approach. *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, vol. 110(4), pages 1127-70.
- Katz, R. L., Zenhäusern, P. & Suter, S. (2008). *An evaluation of socio-economic impact of a fiber network in Switzerland*, mimeo, Polynomics and Telecom Advisory Services, LLC.
- Katz, R., & Suter, S. (2009a). *Estimating the economic impact of the broadband stimulus plan*. Columbia Institute for Tele-Information Working Paper.
- Katz, R. L. (2009b). *La Contribución de las tecnologías de la información y las comunicaciones al desarrollo económico: propuestas de América Latina a los retos económicos actuales*. Madrid, España: Ariel.
- Katz, R. (2009c). The economic and social impact of telecommunications output: a theoretical framework and empirical evidence for Spain, *Intereconomics*, volume 44 – Number 1 – January/February.
- Katz, R. (2009d). *Estimating Broadband Demand and its Economic Impact in Latin America*. Document submitted to the ACORN REDECOM Conference 2009, Mexico City, September 5, 2009. <http://www.acorn-redecom.org/program.html>.
- Katz, R. L., Vaterlaus, S., Zenhäusern, P., Suter, S. (2010a). The impact of broadband on jobs and the German economy. *Intereconomics*, January-February, [Volume 45, Number 1](#), 26-34.
- Katz, R. L. (2010b). *La banda ancha: un objetivo irrenunciable para Brasil*. Presentación al 54o Panel Telebrasil. Guarujá, Agosto.
- Katz, R. (2010c). "La contribución de la banda ancha al desarrollo económico", V. Jordán, W. Peres y H. Galperin (eds.), *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI), Santiago de Chile
- Katz, R. (2010d). "Economic Impact of Wireless Broadband in Rural America", Atkinson, R. *Broadband in America*. NY: Columbia Institute for tele-Information
- Katz, R. (2011a). *The impact of broadband on the economy: Research to date and policy issues*, International Telecommunication Union, Trends in Telecommunication Reform 2010-2011. Geneva.
- Katz, R. (2011b). *Estrategia Nacional de Banda Ancha de Costa Rica*. San Jose, Costa Rica.
- Kelly, T., Yongsoo, K., and Raja, S. (2010). *Building Broadband: Strategies and Policies for the Developing World*. Washington, DC.: The World Bank.
- Kolko, J. (2010). Does Broadband Boost Local Economic Development?. *Public Policy Institute of California Working paper*.

- Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 33, 471-485.
- Larios, G. (2010). *Difusión de las TIC en los territorios de México: un análisis de relaciones causales*. Paper presented at the IV Conference of ACORN-Redecom, Brasilia, May.
- Liebenau, J., Atkinson, R. D., Kärrberg, P., Castro, D. & Ezell, S. J. (2009, April 29). *The UK's Digital Road to Recovery*. Retrieved from: <http://ssrn.com/abstract=1396687>.
- LECG. (2009, February 29). *Economic Impact of Broadband: An Empirical Study*. London.
- Michigan State University, Center for Economic Analysis. (2010, January 26). *Macroeconomic Assessment of Air Advantage Expansion in Southeast Michigan*.
- Pociask, S.B. (2002). *Building a nationwide broadband: speeding job growth*. TeleNomic Research, LLC, Herndon, VA.
- Qiang, C. Z., & Rossotto, C. M. (2009). Economic Impacts of Broadband. In *Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*, 35–50. Washington, DC: World Bank.
- Rincón-Aznar, A., Robinson, C., & Vecchi, M. (2006). *The productivity impact of e-commerce in the UK, 2001: Evidence from microdata*. The National Institute of Economic and Social Research, United Kingdom.
- Shideler, D., Badasyan, N., & Taylor, L. (2007, September 28-30). The Economic Impact of Broadband Deployment in Kentucky. *Telecommunication Policy Research Conference*, Washington D.C.
- Smith, D, Menom, S & Sivakumar, K (2007) *Online peer and editorial recommendations, trust and choice in virtual markets*. *Journal of Interactive Marketing*, 19 (3) pp 15-37.
- SQW Limited. (2007). Next Generation Broadband in Scotland. Report commissioned by the Scottish Executive, January 2007. Retrieved from [scotland.gov.uk/Publications/2007/01/09153006](http://scotland.gov.uk/Publications/2007/01/09153006).
- Thompson, H., & Garbacz, C. (2008). Broadband Impacts on State GDP: Direct and Indirect Impacts. *International Telecommunications Society 17th Biennial Conference*, Canada.
- Varian, H., Litan, R., Elder, A. & Shutter, J. (2002). *The net impact study: the projected economic benefits of the internet in the United States, United Kingdom, France and Germany*, Available from: <http://www.cisco.com>.
- Waverman, L., Meschi, M. & Fuss, M. (2005). The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing Countries. *Vodafone Policy Paper Series*, 2, London, United Kingdom.



## 9. GLOSARIO

### **Causalidad en modelos de regresión**

En un modelo de regresión se puede hablar de causalidad en caso que el coeficiente de la variable independiente sobre la dependiente sea significativo, y no exista una variable omitida que pueda afectar al mismo tiempo a ambas de modo significativo.

### **Coefficiente de correlación**

El coeficiente de correlación es un número comprendido entre -1 y 1. A más cercano a 1 indica que ambas variables tienen una tendencia similar a lo largo de las observaciones; a más cercano a -1 indica que tienen una tendencia contraria a lo largo de las observaciones; y si es cercano a 0 indica que no hay relación entre la tendencia de ambas variables.

### **Modelo de Regresión**

Un modelo de regresión es una técnica econométrica en la que se busca explicar la variable dependiente a partir de las variables independientes. Usualmente se busca analizar el efecto de una variable independiente en particular (sobre la dependiente), y al resto se las usa como control.

### **R Cuadrado**

El valor R Cuadrado, o R Cuadrado ajustado, indica que porcentaje de la varianza de la variable dependiente logran explicar las variables independientes incluidas en el modelo. Un coeficiente bajo de esta medida implica que existen otras variables que pueden explicar la variable dependiente que no fueron incluidas en el modelo.

### **Significancia en modelos de regresión**

La significancia de un coeficiente en un modelo de regresión indica con qué probabilidad la variable independiente no explique a la dependiente.

### **Test F**

El test F señala la probabilidad de que el coeficiente de todas las variables independientes sea igual cero.

### **Test de Doornik--Hansen**

El Test de Doornik-Hansen (1994) es una versión multivariada de los test de normalidad. El mismo sirve para comprobar si las variables utilizadas en el modelo de regresión cumplen o no la normalidad (de modo que sea validada su utilización)

### **Variable Dependiente**

La variable dependiente es el objeto de estudio de un modelo de regresión. En el mismo se busca explicar las causas de la varianza (entre las diferentes observaciones) de este valor a partir de los cambios de las variables independientes.

### **Varianza**

La varianza es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media. La misma cuantifica cuan similares (varianza baja) o cuan diferentes (varianza alta) son las observaciones de una variable entre sí.



## 10. BIOGRAFIA DE LOS AUTORES

### 10.1 DR. RAUL L. KATZ

El Dr. Raúl L. Katz es Profesor Adjunto de Estrategia de Negocios para Empresas de Alta Tecnología en el Columbia Business School. Asimismo, él es Director de Investigación de Estrategia Empresarial del Columbia Institute for Tele-Information y Profesor Visitante de Estrategia y Competitividad Empresarial en la Universidad de San Andrés en Argentina.

El Dr. Katz ha trabajado en la industria de telecomunicaciones durante más de veinticinco años. Actualmente, él es Presidente de Telecom Advisory Services, una firma especializada en consultoría para la industria de telecomunicaciones. Antes de fundar su firma, el Dr. Katz trabajó durante veinte años en Booz Allen Hamilton, de la cual se retiró hacia finales de 2004. Durante su carrera en Booz Allen, el Dr. Katz ocupó diferentes responsabilidades, como, por ejemplo, Socio Líder de la Práctica de Telecomunicaciones en las Américas, Director de Operaciones de la Región América del Norte y miembro del equipo de dirección de la firma.

Durante su carrera, el Dr. Katz se ha especializado en definición de estrategia de negocios, marketing industrial y de consumo y administración de empresas de telecomunicaciones en entornos altamente competitivos. El Dr. Katz trabajó intensamente en el asesoramiento de mercados domésticos e internacionales de servicios, equipamiento y software de telecomunicaciones. Asimismo, el Dr. Katz lideró proyectos en las áreas de análisis competitivo, estimación de demanda, estrategias de ingreso de mercado y desarrollo de nuevos productos, así también como la reestructuración y reorganización de empresas de telecomunicaciones. En los últimos tres años, el Dr. Katz ha trabajado asesorando a empresas de telecomunicaciones en el desarrollo de escenarios futuros de la industria y estrategia regulatoria. El Dr. Katz gerenció proyectos en los EE.UU., Europa, América Latina, Corea y Japón.

El Dr. Katz posee un Doctorado en Ciencias Políticas y Administración de Empresas, y una Maestría en Política y Tecnología de las Comunicaciones del MIT (Massachusetts Institute of Technology). Además, es Licenciado en Historia y Master en Ciencias Políticas de la Universidad de París-Sorbona. Finalmente, es Licenciado y Master, con honores, en Ciencias de la Comunicación de la Universidad de París. Su tesis doctoral obtuvo el premio K. Kyoon Hur Memorial Dissertation Award de la Asociación Internacional de Comunicaciones en 1986.

El Dr. Katz ha publicado artículos en periódicos, tales como *Intereconomics*, *Telephony*, *Telecommunications Policy*, *The Information Society*, *Strategy and Business* y *America's Network*. Su primer libro *The Information Society: An International Perspective*, centrado en las tendencias de liberalización de la industria de las telecomunicaciones a nivel mundial, se publicó en 1988. Su segundo libro *Creative Destruction: Business Survival Strategies in the Global Internet Economy* fue publicado en 2000 y traducido al Japonés y al Chino. Su tercer libro, *El papel de las TIC en el Desarrollo*, que evalúa el impacto económico de las TIC en América Latina, fue publicado en 2010.

## 10.2 LIC. FERNANDO M. CALLORDA

El Lic. Fernando M. Callorda forma parte del Departamento de Economía de la Universidad de San Andrés. Asimismo, participa en los proyectos de investigación coordinados por el Centro de Tecnología y Sociedad de la mencionada universidad. Por otro lado cumple tareas docentes como Profesor Adjunto de Economía Internacional en la Universidad de Morón; Profesor a cargo de curso de la cátedra “Economía Política” en la Universidad Nacional de La Matanza; y en la Escuela Superior de Economía y Administración de Empresa (ESEADE) tiene a su cargo el curso de Estadística del MBA Iberoamericano, y el curso de Finanzas de la Licenciatura en Gestión Empresarial. En esta última institución universitario ha dictado cursos de capacitación gerencial en análisis cuantitativo

El Lic. Callorda ha trabajado en el análisis cuantitativo en temas relacionados a las telecomunicaciones y a las nuevas tecnologías desde DIRSI (Dialogo sobre la Sociedad de la Información), como asistente del Dr. Hernan Galperín. Posteriormente continua su trabajo en el área como consultor de Telecom Advisory Services, firma especializada en la consultoría de la industria de telecomunicaciones.

El Lic. Callorda posee estudios terminados de la Maestría en Economía de la Universidad de San Andrés y es Licenciado en Economía por la misma universidad. Así también, obtuvo una beca de “Research ICT Africa”, con la cual formo parte en Abril de 2011 en Nairobi, Kenya, de un curso de capacitación para jóvenes líderes en la investigación para la aplicación de políticas públicas en ICT.

Por último, el Lic. Callorda tiene trabajos publicados sobre el estudio de la pobreza y clases sociales a nivel regional en Argentina; y sobre economía institucional. En los últimos años se ha abocado al estudio de los determinantes de las tasas de penetración de nuevas tecnologías a nivel estadual, en países en desarrollo.