



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**SEDE MEDELLÍN**

**Análisis de la penetración de las Tecnologías de la Información y  
comunicación TICs y su influencia en la reducción de la brecha digital en el  
Valle de Aburrá, Caso Internet**

**AUTOR**

GLORIA AMPARO ROSALES ACEVEDO  
INGENIERO INDUSTRIAL

**Trabajo de Profundización presentado como Requisito final para optar al Título:**

**Magister en Ingeniería Administrativa**

**DIRECTOR**

SERGIO BOTERO D. Sc., M. Sc.

**Grupo de Investigación**

**Modelamiento y Análisis de Energía Ambiente Economía - MAEAE**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN  
FACULTAD DE MINAS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA  
ABRIL 2014**

## **AGRADECIMIENTOS:**

Cuando reviso los grandes momentos de mi vida, nunca me encuentro sola siempre existen personas que me acompañan en el camino, como mi familia, en especial mi Papá quien me enseñó que una muy buena estrategia para progresar en la vida es estudiar, Julián que con su gran paciencia me apoya y me guía en mis decisiones, Doña Nora quien me ayudo a encontrar con una preocupación desinteresada un tema donde me sintiera motivada a investigar, a Héctor Ocampo quien sin su apoyo no hubiera sido posible completar mis estudios, a Sergio Botero, quien acepto ser mi Director, sin él no hubiera sido posible iniciar y terminar el proceso de investigación. A mis amigas que siempre me apoyaron.

A Dios quien siempre está en mi vida acompañándome, y sin su aval nada sucede.....

# **Análisis de la penetración de las Tecnologías de la Información y comunicación TICs y su influencia en la reducción de la brecha digital en el Valle de Aburrá, Caso Internet**

## **RESUMEN**

Este documento es un estudio sobre la importancia del desarrollo de la penetración de internet en un área geográfica, para tal fin se hace una descripción de como el internet como tecnología permite la disminución de la brecha digital por medio del desarrollo económico, esta investigación se hace revisando Latino américa y Colombia. A partir del desarrollo teórico se efectúa una revisión histórica del comportamiento de la penetración de internet en un periodo de 10 años en el Valle de Aburrá (2003 – 2012), en este periodo de tiempo se identifican las siguientes variables que afectan el aumento de suscriptores durante el tiempo de acuerdo a la literatura: Nivel de educación, población, PIB per cápita, con las cuales se desarrollan tres modelos de regresión lineal. El primero se toma como variable dependiente la penetración de internet dedicado, el segundo y tercero se toma como variable dependiente el PIB per cápita de Antioquia y del Valle de Aburrá respectivamente, como sinónimo de desarrollo económico. Con el modelo ajustado de la penetración de internet dedicado, se hace una similitud con el índice de Banda ancha (Jordán, Galperin, & Peres, 2010) en donde se aprecia un mejor uso de los recursos en los años 2005, 2008 y 2009 que en los años recientes en el Valle de Aburrá.

**Palabras claves:** Brecha digital, desarrollo económico, penetración de internet dedicado.

# **Analysis of the penetration of Information Technology and Communication ICT and its influence in reducing the digital divide in the Valle de Aburrá, Internet Case**

## **ABSTRACT**

This paper is a study about the importance of the development of internet penetration in a geographic area, for that purpose, a description of how the internet and technology enable the reduction of the digital divide through economic development, this research is done reviewing Latin America and Colombia. From the theoretical development a historical review of the behavior in internet penetration is carried out over a period of 10 years in Valle de Aburrá ( 2003-2012 ), in this period the following variables that affect identify subscriber growth over time according to the literature: educational level, population , per capita GDP, which three linear regression models are developed. The first is taken as dependent variable dedicated to internet penetration, the second and third is taken as dependent on the per capita GDP of Antioquia and Valle de Aburrá respectively synonymous with economic development variable. With the adjusted model dedicated to internet penetration, with a similarity index Broadband (Jordan , Galperin , & Peres, 2010) where it is seen a better use of resources in the years 2005, 2008 and 2009 is that in the recent years in Valle de Aburrá.

**Keywords:** Digital divide, economic development, dedicated internet penetration.

# TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	7
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	7
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
1.4 RESUMEN ESQUEMÁTICO .....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 EFECTOS DE LA PENETRACIÓN DE BANDA ANCHA.....	12
2.1.1 Contribución al crecimiento económico .....	13
2.1.2 Contribución al aumento de la productividad .....	14
2.1.3 Contribución al empleo y la producción de despliegue de la banda ancha.....	16
2.1.4 Creación del excedente del consumidor .....	18
2.1.5 Mejora en la eficiencia de la empresa.....	20
2.2 IMPACTO DE LA PENETRACIÓN DE BANDA ANCHA EN LA DISMINUCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL .....	21
2.3 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA MULTIVARIABLE.....	25
2.3.1 Tipos de Variables.....	26
2.3.2 Clasificación de las Técnicas Multivariantes .....	27
2.3.3 Regresión Múltiple .....	29
2.4 REVISIÓN DE ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DE LA BANDA ANCHA DE INTERNET SOBRE LA ECONOMÍA EN LA REGIÓN.....	37
3. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	46
3.1 SONDEO DE CARACTERIZACIÓN DEL USUARIO DE INTERNET FIJO DEDICADO EN EL VALLE DE ABURRÁ .....	46
3.2 DESARROLLO DEL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL PARA EL NIVEL DE PENETRACIÓN DEL VALLE DE ABURRÁ .....	52
3.2.1 Selección de Variables Explicativas: .....	53

3.2.2 Herramienta utilizada para el desarrollo del modelo .....	57
3.2.3 Metodología de la Investigación.....	57
3.2.4 Limitaciones de los datos de la investigación.....	58
3.2.5 Selección de las Variables a incluir en el modelo y desarrollo.....	58
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
4.1 Conclusiones Sondeo Caracterización de Usuarios Internet Fijo Dedicado Valle de Aburrá .....	68
4.2 Conclusiones Investigación .....	69
5. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN .....	72
6. ANEXOS .....	76
6.1 FICHA TÉCNICA SONDEO CARACTERIZACIÓN USUARIOS DE INTERNET FIJO DEDICADO VALLE DE ABURRÁ.....	76
6.2 DATOS MODELOS DE REGRESIÓN.....	77

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Participación de suscriptores a Internet fijo dedicado por segmento residencial cuarto semestre 2012 .....	3
Gráfica 2 Suscriptores dedicados por proveedor. Cuarto trimestre del 2012 .....	4
Gráfica 3 Uso de Internet personas mayores a 5 años y más .....	5
Gráfica 4 Suscriptores dedicados Cuarto Trimestre de 2012 .....	6
Gráfica 5 Tipo Banda Ancha cuarto semestre de 2012.....	6
Gráfica 6 El Impacto Económico de la Banda ancha .....	12
Gráfica 7 Excedente del consumidor por el Aumento de la Penetración Banda Ancha .....	19
Gráfica 8 Banda Ancha, las dimensiones de la nueva brecha digital .....	21
Gráfica 9 Conexiones de Banda Ancha fija cada 100 habitantes en departamentos de Colombia, Segundo Trimestre 2011 .....	41
Gráfica 10 Participación por Estratos.....	47
Gráfica 11 Participación de Edades.....	48
Gráfica 12 Participación de niveles de educación .....	49
Gráfica 13 Participación Operadores Internet.....	49
Gráfica 14 Abordaje Metodológico .....	53
Gráfica 15 Comportamiento Penetración Internet Dedicado Valle de Aburrá.....	54
Gráfica 16 Comportamiento Participación Población Urbana Valle de Aburrá.....	54
Gráfica 17 Comportamiento Tasas de Medición Educación Antioquia.....	55
Gráfica 18 PIB Per cápita - Valle de Aburrá.....	56
Gráfica 19 Gráfica QQ-Plot de los residuos .....	62
Gráfica 20 IDID (Índice de Internet Dedicado) .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de la investigación del impacto de Banda Ancha en el crecimiento del PIB registrado por el UIT .....	12
Tabla 2 Resultados de la Investigación de la Inversión en Infraestructura de Banda Ancha sobre el empleo .....	17
Tabla 3 Efectos de la Banda Ancha en el crecimiento económico y la inclusión social.....	22
Tabla 4 Resumen de Estudios en Latino América que aplican Regresión Lineal Multivariable .....	37
Tabla 5 Frecuencia por Estratos Según Sondeo .....	46
Tabla 6 Frecuencia por Edades según sondeo.....	47
Tabla 7 Frecuencia por Nivel de Educación según sondeo .....	48
Tabla 8 Participación Velocidad * Estrato según sondeo .....	50
Tabla 9 Velocidad * Nivel Educativo según sondeo .....	51
Tabla 10 Participación Velocidad * Edad.....	51
Tabla 11 Participación Internet móvil Celular del total de usuarios de Internet fijo dedicado .....	52
Tabla 12 Coeficientes – Variable dependiente Penetración Valle de Aburrá.....	59
Tabla 13 Comparación Variables IDBA - IDID.....	63
Tabla 14 Correlaciones de Variables de Estudio.....	64
Tabla 15 Coeficientes Variable Dependiente PIB Antioquia.....	65
Tabla 16 Coeficientes Variable Dependiente PIB Valle de Aburrá .....	66

# 1. INTRODUCCIÓN

El servicio de internet como tecnología ha permitido desarrollar rápidamente la forma en que se ejecutan las actividades sociales y económicas al permitir acelerar el intercambio de información, esta capacidad de descentralizar procesos, optimiza actividades que generan oportunidades de eficiencia, productividad y efectividad.

A nivel mundial existe preocupación por medir y documentar su desarrollo por ser un acelerador de la economía siendo el soporte de diferentes tipos de actividades de tipo laboral, productivo y de entretenimiento. Se generó a través del internet un cambio en la forma de afrontar problemas de índole social, educación, salud, gobierno, medio ambiente por medio de aplicaciones electrónicas.

Es importante para la población en general rural o urbana, su cobertura, en las velocidades adecuadas que permita garantizar la igualdad de asequibilidad a la información. Por lo anterior se requiere entender cuáles son los factores que inciden en el desarrollo de la penetración de internet.

Como suposiciones inherentes para el incremento de la penetración de Internet en el Valle de Aburrá, se tienen las siguientes:

- A mayor nivel de PIB per cápita mayor penetración de internet fijo dedicado.
- A mayor nivel de Nivel de Escolaridad mayor penetración de internet fijo dedicado.

- A mayor Densidad de Hogares por Km<sup>2</sup> mayor penetración de internet fijo dedicado.
- A mayor incremento de población entre 15-64 años mayor nivel de penetración de internet fijo dedicado.

En esta investigación se pretende identificar las principales variables que influyen en la penetración de internet en el valle de Aburrá, por medio de herramientas estadísticas que permitan determinar su correlación e influencia. Además se demuestra la influencia de la penetración de internet en el desarrollo económico del Valle de Aburrá, como se puede incidir desde la literatura.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo a (Jordán et al., 2010), La brecha digital es una restricción para el desarrollo, al generar falta de acceso a los servicios de telecomunicaciones y producir desaceleración en la expansión de otras brechas como producción, innovación, educación y salud.

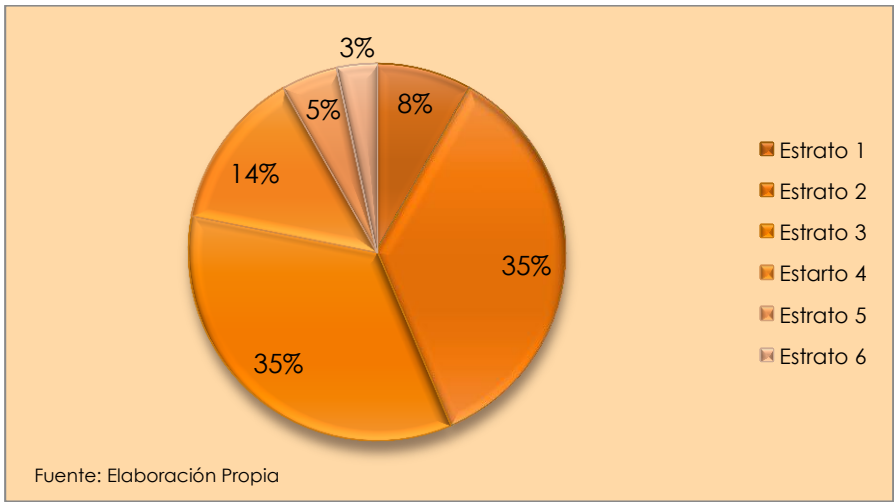
Por lo tanto aunque existe documentación sobre el sector de la industria de las telecomunicaciones y su impacto en el PIB de Colombia, (Benavides & Castro, 2011), no se tiene claridad sobre los factores que inciden en el proceso histórico de penetración de Internet, que permita mejorar la apropiación y disminuir la brecha digital.

Al revisar la penetración de los servicios de Telecomunicaciones de Colombia en su comportamiento en el último trimestre del 2012 (MINTIC, 2013), la telefonía móvil presenta en el cuarto periodo del 2012 una penetración del 104,5%, con 49.066.359 abonados, en el servicio de internet

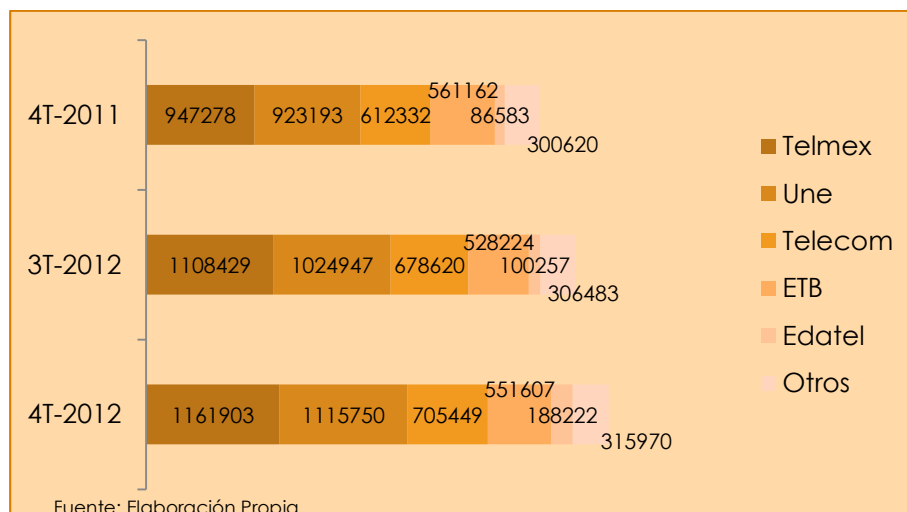
fijo banda ancha, se alcanzó una penetración del 8,4% con 3.918.266 suscriptores, el internet móvil alcanzo 3.209.059 suscriptores, la telefonía Pública Básica conmutada alcanzo un nivel de 6.290.698 suscriptores. De acuerdo a éste informe la principal empresa en participación del mercado de Internet es Telmex, aunque todas vienen en aumento de suscriptores a excepción de la ETB, comparando el 4T del 2011 frente a 3T 2012 y 4T 2012 muestra una disminución importante. Ver Tabla No. 2

Se puede concluir que el internet es el servicio de menor penetración en Colombia y de acuerdo a éste Boletín trimestral, la penetración del servicio de internet fijo dedicado se encuentra en niveles muy bajos; para el estrato 1 solo alcanza un 8,2%, para el estrato 2 llega a 35,4% y para el estrato 3 llega a 34,5%. Ver Gráfica No.1.

**Gráfica 1 Participación de suscriptores a Internet fijo dedicado por segmento residencial cuarto semestre 2012**



**Gráfica 2 Suscriptores dedicados por proveedor. Cuarto trimestre del 2012**



## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El papel de la banda ancha en el cierre de la brecha digital es grande al ser el condicionante de la competitividad de los países y de la inclusión social (CEPAL, 2010).

### Que es brecha digital?

Según (CEPAL, 2010) es la principal problemática por la igualdad de oportunidades en la revolución de la información, ya que es la diferencia existente entre sectores que tienen acceso a las herramientas tecnológicas y los que no lo pueden hacer.

A medida que las sociedades apoyan su desarrollo en el internet; se profundiza la exclusión social, al ser diferente la penetración de éste servicio en la zona rural que en las zonas metropolitanas.

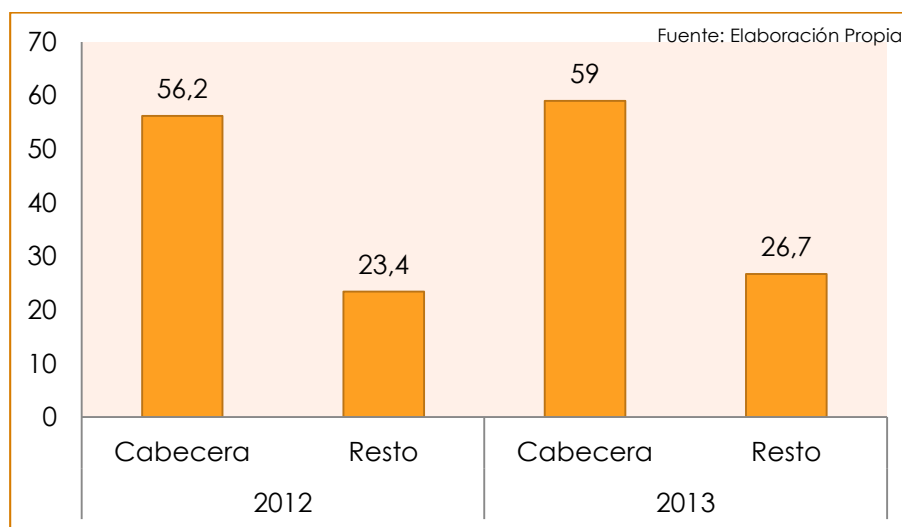
En Colombia de acuerdo a la Encuesta de Calidad de Vida del año 2013 (DANE, 2014), se puede observar la gran diferencia entre la penetración de

internet fijo de las cabeceras municipales y del resto de población, en 2012 la diferencia es de 33 puntos y en el 2013 es de 32 puntos. Ver Gráfica No. 3.

El aporte de la masificación del Internet banda ancha al desarrollo radica en la oportunidad de la igualdad al acceso de oportunidades, que solo se logra si mejora la calidad de las redes, el marco normativo, políticas de uso, y se hace un claro enfoque en lineamientos hacia las regiones rurales.(Benavides & Castro, 2011).

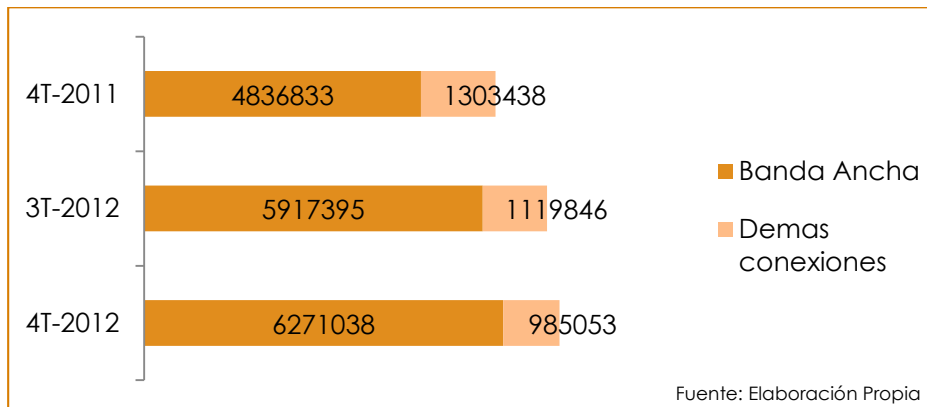
**Que es Banda Ancha?** De acuerdo a (MINTIC, 2013), se considera Banda Ancha en Colombia a las conexiones a Internet fijo con velocidad efectiva de bajada (Downstream) mayores o iguales a 1.024 Kbps o el Internet Móvil 3G y 4G.

**Gráfica 3 Uso de Internet personas mayores a 5 años y más**

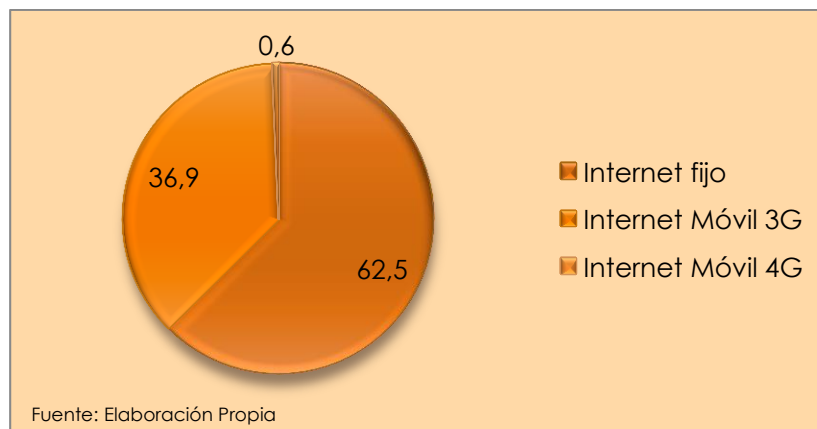


Del total de Suscriptores de internet en Colombia para el final del 2014, el 86% son internet banda ancha Ver Gráfica No.4 y de éstos el 62% es internet fijo dedicado Ver Gráfica No. 5.

**Gráfica 4 Suscriptores dedicados Cuarto Trimestre de 2012**



**Gráfica 5 Tipo Banda Ancha cuarto semestre de 2012**



Al cuarto trimestre del 2012 Colombia tiene 4.038.901 servicios dedicados de internet con una penetración del 8,7% comparándose con la población total, de las cuales el 86% es internet banda ancha.

Existe en Colombia una gran oportunidad de disminuir la brecha digital por medio de internet banda, y esto se lograría al tener a la mayoría de Colombianos conectados a internet fijo dedicado que permita transmisión de grandes volúmenes de datos con posibilidades de uso de aplicaciones

más avanzadas, que impacte el crecimiento económico y desarrollo social por medio de la igualdad de oportunidades.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de ésta investigación es especificar los factores que inciden en la penetración del servicio de internet y cómo impacta la brecha digital en el valle de Aburrá.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.3.2.1 Reconstruir la penetración histórica del servicio de internet desde el 2003 hasta el 2012 en el valle de Aburrá para la identificación de las variables que inciden en éste proceso.

1.3.2.2 Definir las relaciones entre las variables que inciden en la penetración de internet y entender su comportamiento.

1.3.2.3 Discriminar, asociar, y ordenar de mayor a menor influencia las variables que inciden en la penetración de internet en el valle de Aburrá.

1.3.2.4 Identificar la asociación de las distintas variables del objeto de estudio para entender como éstas dependen o se miden en función de las otras, es decir como la penetración está en función de sus variables de influencia.

1.3.2.5 Construir un modelo que permita entender que factores aceleran la penetración del servicio de internet en el valle de Aburrá y concluir su contribución al cierre de la brecha digital en ésta región.

## **1.4 RESUMEN ESQUEMÁTICO**

Este trabajo consta de 4 partes:

- El presente capítulo trata del contexto de la investigación, alcance, el planteamiento del problema y objetivos a lograr.
- El capítulo dos es el Marco Teórico el cual presenta tres partes: i) Primera parte es el sustento teórico del desarrollo económico a través de la penetración de la banda ancha, y cómo influye en la disminución de la brecha digital, ii) La segunda parte se revisa teóricamente la herramienta del método a utilizar, Regresión lineal multivariable y iii) la tercera parte es el estado del arte de investigaciones del impacto sobre el desarrollo económico del aumento en la penetración de internet banda ancha.
- El capítulo tres presenta dos partes: i) la primera parte es un análisis descriptivo de los usuarios de internet dedicado en la zona del Valle de Aburrá de acuerdo a un Sondeo de 994 encuestas como introducción a la investigación, ii) la segunda parte es la metodología utilizada en la búsqueda de información, el desarrollo de tres

regresiones lineales y el cálculo del indicador IDBA<sup>1</sup> como IDID (Índice de Desarrollo de Internet Dedicado).

- En el capítulo cuatro, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

---

<sup>1</sup> IDBA: Índice de Banda Ancha, entre -1 y +1, donde los valores positivos indican un desempeño por encima de lo esperado, mientras que valores negativos apuntan a un desempeño por debajo de las expectativas. Un valor cercano a 0 indica que el país en cuestión tiene el desempeño esperable en función de su dotación de recursos económicos y sus características demográficas.

## 2. MARCO TEÓRICO

Es ampliamente aceptado de acuerdo a (Waverman & Brooks, 2009) que la mayoría de las economías modernas son economías de información, y que una parte importante del crecimiento económico y el crecimiento de la productividad de un país desarrollado en Europa, América del Norte y el Lejano Oriente es impulsada por la información y las comunicaciones (TIC). Lo que es menos claro y reconocido es que en realidad todas las economías son economías de la información, la libre circulación y disponibilidad de la información reduce las barreras a la actividad económica y estimula el crecimiento y la productividad, incluso en las economías que normalmente no se consideran plenamente desarrolladas.

La conectividad se entiende como el conjunto de cables de cobre, cables de fibra óptica que permiten tener muchos equipos conectados en red, lo anterior optimiza los costos asociados más que obtener la información a través de viajes físicos. La conectividad es el factor clave del flujo de información que define las economías modernas y es el elemento clave de la transformación en curso.

En resumen, siguiendo con (Waverman & Brooks, 2009) se utiliza el término “conectividad” para referirse a la totalidad de la interacción entre la infraestructura de una nación de telecomunicaciones, hardware, software, redes y los usuarios de estas redes, internet banda Ancha, PCs, redes avanzadas de datos corporativos, y uso avanzado de servicios

inalámbricos, sumando también las capacidades humanas, relacionadas con el uso de esta infraestructura.

Al comparar los países de América Latina y el Caribe, con los países del OCDE<sup>2</sup> en el 2009, los primeros alcanzaban una penetración, en internet banda ancha del 27% y los segundos del 6%. En internet móvil llegaba al 47% y el 4% respectivamente.(CEPAL, 2010).

De acuerdo a (Benavides & Castro, 2011),

*“Un incremento de un punto porcentual en la penetración de banda ancha, genera un aumento entre 0,03% y 1,1% del PIB. Por lo tanto, comparativamente hablando, si en 2009 la penetración de banda ancha en Colombia (4,6) hubiese sido equivalente a la media Latinoamericana (5,06), el PIB habría incrementado entre 0,01% y 0,46%”.*

Al revisar la literatura existente; con (Katz, 2012) se observa en las siguientes investigaciones que el aumento en la penetración del servicio de internet concluye un positivo incremento en la economía.

---

<sup>2</sup> OCDE “Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico” es una organización de cooperación internacional, compuesta por 34 estados cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales. Fue fundada en 1960 y su sede central se encuentra en París (Francia).

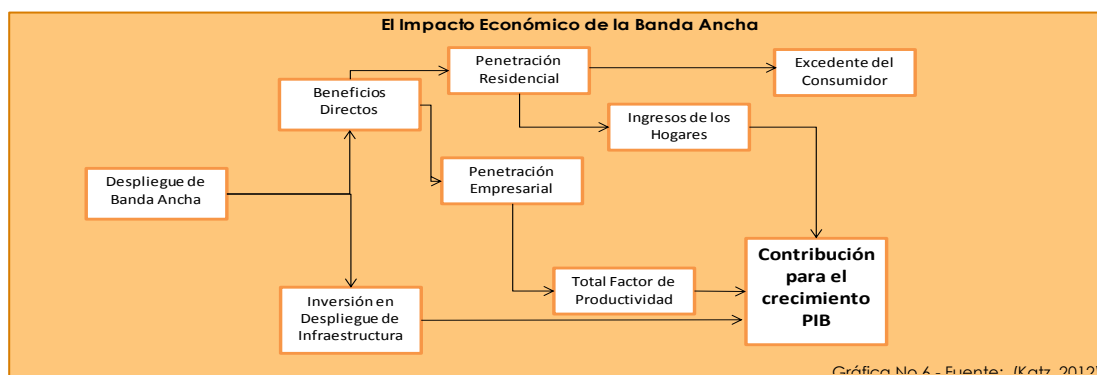
**Tabla 1 Resultados de la investigación del impacto de Banda Ancha en el crecimiento del PIB registrado por el UIT<sup>3</sup>**

País	Autores - Institución	Datos	Efecto
Estados Unidos	Crandall et al. (2007) – Brookings Institution	48 Estados de USA entre 2003 – 2005	Sin resultados estadísticamente significativos
	Thompson and Garbacz (2008) – Ohio University	48 Estados de USA entre 2001 – 2005	Un aumento del 10% en penetración de banda ancha se asocia con 3,6% aumento de la eficiencia del país
OECD	Czernich et al. (2009) – University of Munich	25 países OECD entre 1996 – 2007	Un aumento del 10% en penetración banda ancha aumenta el PIB per cápita de 0,9 a 1,5 puntos porcentuales
	Koutroumpis (2009) – Imperial College	22 países OECD entre 2002 – 2007	Un aumento de la banda ancha en la penetración de 10% se obtiene 0,25% en aumento del PIB
Altos ingresos de la economía	(Qiang, 2009)– World Bank	66 países de grandes ingresos entre 1980 – 2002	Aumento del 10% en banda ancha produjo una penetración adicional 1,21 puntos porcentuales del crecimiento del PIB
Bajo y Medio Ingresos de la Economía	(Qiang, 2009)– World Bank	El resto de países restantes 1980 – 2002	Aumento del 10% en penetración de banda ancha produjo un crecimiento adicional en un 1,38 del PIB

Tabla No.1 - Fuente: (Katz, 2012) - UIT

## 2.1 EFECTOS DE LA PENETRACIÓN DE BANDA ANCHA

**Gráfica 6 El Impacto Económico de la Banda ancha**



<sup>3</sup> UIT, "UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones)" es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación – TIC.

En su informe (Katz, 2012) explica este impacto en la economía al revisar los siguientes aspectos:

- Efecto de la construcción de redes de banda ancha, genera empleo, y actúa sobre la economía por medio de multiplicadores.
- Efecto de las externalidades que afectan a las empresas como a los consumidores. En las empresas lleva a un aumento de la productividad multifactorial.
- En cuanto en la adopción residencial, los usuarios reciben un beneficio en términos de excedente del consumidor, que se define como la diferencia entre lo que estarían dispuestos a pagar por el servicio de banda ancha y su precio.
- El anterior efecto mejora el acceso a la información, al entretenimiento y a los servicios públicos.

Los resultados de la revisión de las investigaciones sobre el tema realizado por el UIT, muestra cinco áreas de impacto de la banda ancha, las cuales se explican a continuación:

### **2.1.1 CONTRIBUCIÓN AL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

De acuerdo a (Gillett, S., Lehr, W., and Osorio, C., & Sirbu, 2006) sostiene que la relación entre penetración e impacto económico no es una relación lineal porque la banda ancha podrá ser adoptada inicialmente por unas

personas que la ven con gran beneficio, y existirán unos adoptantes tardíos que la verán para lograr un menor beneficio. Cuando aumente la infraestructura y se alcance un nivel de masa crítica en la penetración se verá el impacto en el crecimiento económico. (Koutroumpis, 2009) encontró que en los países del OCDE aumento el crecimiento económico a medida que mejoraba la penetración de banda ancha.

La banda ancha es un contribuyente como tecnología al crecimiento económico en varios niveles (Katz, 2012), en primer lugar el despliegue de la banda ancha a través de empresas comerciales, mejora la productividad al facilitar la adopción de procesos de negocio más eficientes. En segundo lugar, amplio despliegue de la banda ancha acelera la innovación mediante la introducción de nuevas aplicaciones y servicios de consumo. En tercer lugar, la banda ancha, lleva a una implementación funcional, más eficiente de las empresas, mediante la maximización de su alcance a las bolsas de trabajo por ejemplo.

El estudio del impacto de la banda ancha en el crecimiento económico, abarca numerosos aspectos, que van desde el impacto agregado sobre el crecimiento del PIB, el impacto diferencial de la banda ancha sobre el sector industrial, el aumento de las exportaciones, los cambios de demanda intermedia y la sustitución de importaciones.

### **2.1.2 CONTRIBUCIÓN AL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

Existe una porción de la población activa de trabajo cuya función depende de procesar información (Gerentes, empleados administrativos, profesores, periodistas etc.) los cuales en cualquier momento pueden caer en un cuello de botella de la información al tener límite el almacenar, transferir, manualmente información, aquí es donde puede existir un

aumento en la productividad de éstos empleados al mejorar aplicaciones en uso que no pudieran funcionar sin la infraestructura adecuada en banda ancha. De acuerdo a (Katz, 2012), a mayor porcentaje de población activa dedicada a la generación de información y procesamiento, mayor es la proporción de las reservas de capital invertidos en la adquisición de infraestructura de TICs.

A mayor infraestructura mayor aumento en la productividad de las empresas y disminuyen los costos de transacción en el mercado.

De acuerdo a (Jonscher, 1982) si somos capaces de medir el impacto microeconómico de las TICs en la productividad de las empresas, podemos ser capaces de vincular el crecimiento de las ocupaciones en información y adopción de tecnologías para mejorar su productividad a nivel macroeconómico. El crecimiento económico conduce al crecimiento de procesos de producción complejos y esto fomenta aumento de la complejidad funcional dentro de las empresas, lo que hace que se necesiten “trabajadores de la información”, que son trabajadores cuya función principal es el manejo de la información para los propósitos de la organización. Cuando los trabajadores de la información se vuelven una gran proporción de la fuerza de trabajo, la complejidad del procesamiento de la información se vuelve un cuello de botella, y es necesario lograr una mejora en la adopción y desarrollo de las tecnologías que estos trabajadores usan, como es el caso de la banda ancha, que es un elemento relevante para la mejora de productividad de éstos trabajadores. Por ejemplo de acuerdo a Waverman, por cada aumento del 1% en la penetración de banda ancha, en los países de altos y medianos ingresos el impacto en la productividad es del 0.13% por ciento. Sin embargo existen otros estudios donde no se puede ver un directo impacto de la

productividad desde la perspectiva de la penetración de banda ancha. Lo anterior concluye que para que la banda ancha impacte la productividad de un país, el ecosistema de las TICs debe estar suficientemente desarrollado.

### **2.1.3 CONTRIBUCIÓN AL EMPLEO Y LA PRODUCCIÓN DE DESPLIEGUE DE LA BANDA ANCHA**

La construcción de la red de banda ancha afecta al empleo de tres maneras, en primer lugar la construcción de la red requiere de la creación de nuevos puestos de trabajo directos, como técnicos de telecomunicaciones, trabajadores en la construcción de la red, y los fabricantes de los equipos de telecomunicaciones. Además la creación de empleos directos tiene un impacto en el empleo indirecto, como la compra y venta entre los sectores de fabricación de metales y equipos eléctricos. Por último el gasto de los hogares en base a los ingresos generados por los trabajos directos o indirectos crea un empleo inducido.

De acuerdo a cuatro estudios nacionales que han estimado el impacto de la construcción de red en la creación de empleo, se puede ver un impacto positivo en todos los estudios en la generación de empleo.

**Tabla 2 Resultados de la Investigación de la Inversión en Infraestructura de Banda Ancha sobre el empleo**

País	Autor o Institución	Objetivo	Resultados
Estados Unidos	(Crandall, 2003) – Brookings Institution	Estimar el impacto en el empleo de despliegue de banda ancha destinado a aumentar la adopción de los hogares del 60% al 95%, lo que requiere una inversión de USD 63,6 mil millones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La creación de 140.000 empleos por año durante diez años</li> <li>• puestos de trabajo en total: 1,2 millones (incluyendo 546.000 para la construcción y 665.000 indirectos)</li> </ul>
	(Atkinson, 2009) – ITIF	Estimar el impacto de una inversión de USD 10 mil millones en el despliegue de banda ancha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los trabajos en total: 180,000 puestos de trabajo-año (incluyendo 64.000 directos y 116.000 indirectos e inducidos)</li> </ul>
Suiza	Katz et al. (2008b) – CITI	Estimar el impacto de la implementación de una red nacional de banda ancha con una inversión de 13 millones de francos suizos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los trabajos en total: 114.000 en cuatro años (incluyendo 83.000 directos y 31.000 indirectos)</li> </ul>
Reino Unido	Liebenau et al. Estimate the impact of investing Kingdom (2009) – LSE	Estimar el impacto de la inversión reino (2009) - LSE USD 7,5 mil millones para alcanzar la meta del Plan "Digital Britain"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los trabajos en total: 211,000 puestos de trabajo-año (incluyendo 76.500 directos y 134.500 indirectos e inducidos)</li> </ul>

Tabla No.2 - Fuente: (Katz, 2012)

Puede existir un efecto de sustitución capital-trabajo, por tanto debe considerarse que el impacto en la productividad de la banda ancha, puede dar lugar a una reducción neta de empleo.

Según (Katz, 2009a), La banda ancha puede impactar a la generación de empleo como resultado de los efectos de red, pero solo si un conjunto de políticas adicionales se ponen en marcha.

- El gobierno y el sector privado deben trabajar juntos en el incremento de infraestructura para la generación de empleo, por medio de políticas claras. En el caso de Latinoamérica y Colombia se debe buscar como volver atractiva para el sector privado las zonas rurales.
- Repensar los criterios para la selección de áreas para desarrollar la banda ancha, considerar el despliegue no solo en las zonas desentendidas y marginadas, sino también en las regiones donde la posibilidad de desarrollar el crecimiento regional, en coordinación con el despliegue de banda ancha podría actuar como un imán para estimular la reubicación, la creación de empresas, y en consecuencia puestos de trabajo. Este estudio se basó en el desarrollo de banda ancha de países del OCDE como Alemania, Suecia y países bajos, en Colombia se debe buscar el desarrollo de infraestructura de banda ancha en las zonas rurales, para lograr mejorar los efectos multiplicadores como empleo y mejora en salarios.
- Desarrollar pruebas sistemáticas basadas en criterios económicos y sociales para evaluar el retorno de la inversión.
- Evaluar el impacto económico de NGAN (Next Generation Access Networks)

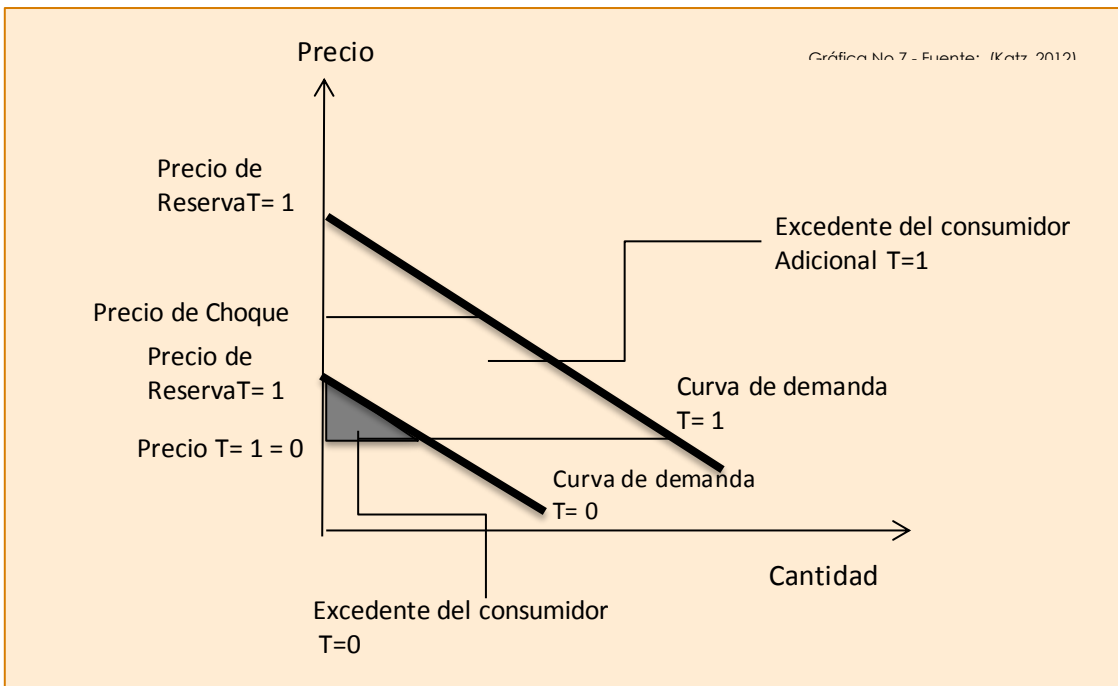
#### **2.1.4 CREACIÓN DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR**

Existen algunos efectos económicos específicos de banda ancha que no son notados directamente por el crecimiento económico o la creación de empleo y este es el caso del Excedente del consumidor.

El excedente del consumidor se da cuando los consumidores se benefician de la compra de un producto en un menor valor de lo que estarían dispuestos a pagar.

El desplazamiento de la curva de la demanda se puede dar por un mayor incremento de la penetración de banda ancha, el cual pudo ser impulsado por una disminución de precios, que está asociada a un aumento de la productividad y la competencia. En el caso de despliegue de velocidad de banda la competencia se hace efectiva en la capa de aplicaciones, este desarrollo es responsable de un aumento en el excedente del consumidor futuro y mayor a los pasados.

**Gráfica 7 Excedente del consumidor por el Aumento de la Penetración Banda Ancha**



El excedente del consumidor es la ganancia de utilidad de los consumidores debido a que los precios del mercado son más bajos que el

precio de reserva. Los consumidores ganan utilidad ya que pueden adquirir un producto a un precio inferior de lo que están dispuestos a pagar.

Cuanto mayor sea el área debajo de la curva de la demanda existe más utilidad para los consumidores.

Lo anterior es revisado por (Greenstein & McDevitt, 2011), quienes concluyen en su estudio realizado sobre la penetración de banda ancha en Canadá, Reino Unido, España, México, Brasil y China que el excedente total de banda ancha es directamente proporcional a su penetración.

### **2.1.5 MEJORA EN LA EFICIENCIA DE LA EMPRESA**

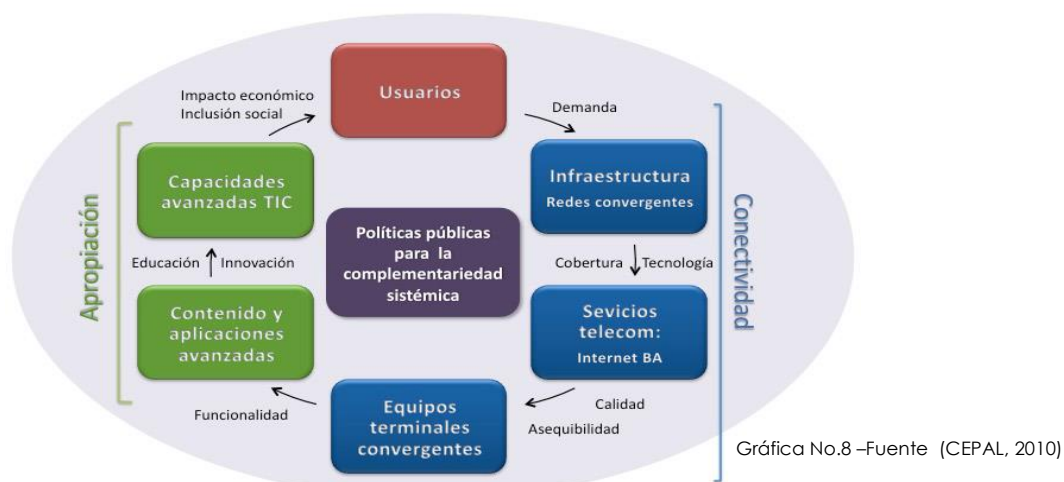
En el estudio del impacto microeconómico que tiene la penetración de la banda ancha, se puede observar que en las empresas genera, ampliación del negocio, innovación de nuevos productos y creación de nuevas empresas. (Fornefeld, Delaunay, & Elixmann, 2008), el cuál identifica tres formas de impacto de banda ancha en las empresas:

- Introducción de nuevas aplicaciones y servicios acelera la innovación.
- Adopción de procesos de negocios más eficientes mejora la productividad.
- Procesar información y proporcionar servicios a distancia hace posible la atracción de empleos de otras regiones a través de la externalización.

## 2.2 IMPACTO DE LA PENETRACIÓN DE BANDA ANCHA EN LA DISMINUCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL

El aumento de la presencia de las Tecnologías de la información y las comunicaciones en la vida de los habitantes de un país, especialmente en el caso de internet mejora la igualdad de oportunidades, al permitir la disminución de la brecha digital. (CEPAL, 2010).

**Gráfica 8 Banda Ancha, las dimensiones de la nueva brecha digital**



La banda ancha es el elemento central de una nueva dinámica del desarrollo, con base en la información y el conocimiento, cuya evolución depende de la sinergia entre los elementos, que la conforman: infraestructura de redes difusión, calidad del acceso, disponibilidad de aplicaciones y contenidos que generen valor, capacidades necesarias para su efectiva utilización y aprovechamiento.

El impacto de la banda ancha, en el crecimiento económico y la inclusión social es determinante para la disminución de la brecha digital, En la Tabla

3 se puede observar con claridad los efectos de la banda ancha sobre el crecimiento económico y la inclusión social.

**Tabla 3 Efectos de la Banda Ancha en el crecimiento económico y la inclusión social.**

Crecimiento económico	Inclusión social
Aumento de la tasa de crecimiento de la productividad.	Acceso a bienes públicos: información y conocimiento de libre disponibilidad en Internet.
Mayor innovación en procesos productivos y organizativos mediante el desarrollo de aplicaciones, acordes a las necesidades de distintos tipos de empresas.	Acceso a servicios públicos en línea: educación, salud, gobierno, participación ciudadana, etc.
Creación de empleo.	Innovación en procesos de interacción social mediante el desarrollo de nuevas aplicaciones.
Desarrollo de capacidades tecnológicas y productivas de individuos y empresas.	Aumento en el bienestar por externalidades positivas en el consumo.
Mayor sustentabilidad medioambiental por el uso de herramientas inteligentes para la gestión de recursos energéticos y de transporte.	Impacto en la comunicación y atención de catástrofes.

Fuente: Valeria Jordán, Wilson Peres y Fernando Rojas, "Banda ancha: una urgencia para América Latina y el Caribe", CEPAL, Naciones Unidas, 2010.

Algunas de las formas de medir la disminución de la brecha digital es verificando el HDI<sup>4</sup> Índice de Desarrollo humano.

Para el caso de Colombia el HDI de acuerdo a (Malik, 2013) entre 1980 y 2012 tuvo un incremento de un 0,8% anual, creció desde un 0.556 hasta el 0.719 para 2011, colocando al país en la posición 91 de 187 países con datos comparables. Por lo que Colombia se sitúa por debajo de la media regional.

Este indicador es socializado anualmente por el programa de las naciones unidas para el desarrollo ([www.undp.org](http://www.undp.org)) el cuál se basa en tres dimensiones de indicadores:

- Índice de Esperanza de vida

---

<sup>4</sup> HDI, Índice de Desarrollo humano (IDH), representa el impulso de una definición más amplia del bienestar y ofrece una medida compuesta de tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud, educación e ingresos.

- Índice de Educación
- Índice de producto Interno Bruto

Otra alternativa de medición de igualdad de oportunidades o cierre de brecha digital, es la medición del coeficiente GINI, el cuál según el banco mundial entre más alto es el coeficiente significa una mayor desigualdad de distribución de la riqueza siendo el máximo número 100, y 0 la igualdad completa.

Según el Banco Mundial para el año 2010 Colombia se encuentra en un nivel de Coeficiente GINI del 55,9. Mientras que el promedio mundial de los países medidos en éste año es del 44,09.

Estas mediciones permiten ver que siguen existentes grandes brechas en el bienestar y las oportunidades entre Colombia y el mundo con un nivel cada vez mayor de conectividad.

Sin embargo existen caminos claros para impactar el desarrollo de un país y disminuir la brecha digital, mediante la influencia del producto interno bruto aumentando la penetración de Internet.

Para el caso de Colombia se cuenta con el Plan Vive Digital del Ministerio de las Tecnologías de la Información y comunicación mediante el cual se busca la masificación del servicio de internet con un plazo de 4 años desde el 2010 hasta el 2014.

Para lograr el objetivo de la masificación el plan consta de tres metas para el 2014:

- i) Triplicar el número de municipios conectados, expandir infraestructura mínimo a 700 municipios del país.

- ii) Conectar a Internet al 50% de los hogares y las MIPyMEs<sup>5</sup>.
- iii) Multiplicar por 4 el número de conexiones a Internet, llegar a 8.8 millones.

Las principales Barreras del 2010 para lograr la meta son las siguientes:

- Ciudadanos y Empresas no ven la utilidad, esto se debe en parte a la falta de contenido y aplicaciones locales útiles y la falta de apropiación de la tecnología.
- Bajo poder adquisitivo de los ciudadanos, terminales y servicios de internet sigue siendo alto para los estratos 1 y 2 de la población.
- Altos costos de Desplegar Infraestructura, en el 2010 solo alrededor de 200 municipios estaban conectados a la red de fibra óptica de los 1102.
- Recursos, la realidad colombiana hace que los recursos con los que cuenta el estado para invertir en infraestructura sean limitados.

Para superar las barreras, el Plan Vive Digital impulsa la masificación del uso de internet para impactar la productividad del país, por medio de formar un Ecosistema Digital que cuenta con cuatro grandes componentes: Infraestructura, Servicio, Aplicaciones y Usuarios.

- a. Infraestructura: La infraestructura corresponde a los elementos físicos que proveen conectividad digital. Algunos ejemplos son las redes de fibra óptica nacionales, las torres de telefonía celular con sus equipos y antenas, y las las redes de pares de cobre, coaxiales o de fibra óptica tendidas a los hogares y negocios. Fibra óptica tendidas a los hogares y negocios.

---

<sup>5</sup> MIPyMEs, Abreviatura para Micro, Pequeña y Mediana Empresa.

- b. Servicios: Los servicios ofrecidos por los operadores hacen uso de la infraestructura y permiten desarrollar la conectividad digital. Algunos ejemplos de servicios son el servicio de Internet, el servicio de telefonía móvil o el servicio de mensajes de texto (SMS), chats en línea y redes sociales.
- c. Aplicaciones: Las aplicaciones son herramientas informáticas que le permiten a los usuarios comunicarse, realizar trámites, entretenerse, orientarse, aprender, trabajar, informarse y realizar una serie de tareas de manera práctica y desde distintos tipos de terminales como computadores, tabletas o celulares.
- d. Usuarios: Los usuarios hacen uso de las aplicaciones e indirectamente de los servicios e infraestructura para consumir y producir información digital. Los usuarios en este ecosistema somos todos los que usamos Internet, telefonía celular o cualquier otro medio de comunicación digital.

## **2.3 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA MULTIVARIABLE<sup>6</sup>**

Su origen histórico se encuentra en los primeros años del siglo XX, inicia dentro del marco de la psicología aplicada como teoría matemática que trata de explicar el concepto de inteligencia. Spearman (1904) y Pearson (1901) trataron de definir una variable que midiera la cantidad de inteligencia y que fuese un compendio o resumen de los componentes de

---

<sup>6</sup> Información tomada del curso Estadística descriptiva multivariable de la Universidad Carlos III de Madrid. <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/AMult/>

la misma, esto sería el origen de lo que se conocería como componentes principales.

El análisis multivariable en esencia se dedica al estudio de varias variables, de modo simultáneo. Es decir tomamos un objeto y además de medir un aspecto suyo también se consideran varios aspectos y se trata de determinar la relación entre las medidas y las relaciones simultáneas entre ellas.

### **2.3.1 TIPOS DE VARIABLES**

De la misma forma, se puede decir lo mismo en Análisis Multivariable, Técnicas como el análisis discriminante se aplican en variables cuantitativas distribuidas como una distribución normal, mientras que el análisis log-lineal se aplica en variables categóricas en exclusiva.

Como posible clasificación, según el grado de información que contienen unas variables, se pueden dividir a éstas en:

#### 2.3.1.1 Variables Nominales:

Sólo distinguen entre varias categorías, sin que exista ninguna jerarquía entre ellas.

#### 2.3.1.2 Variables Ordinales:

Además de distinguir distintas categorías para una variable, se puede distinguir una relación de orden entre ellas.

### 2.3.1.3 Variables de Intervalo:

Además de contener las características de las dos anteriores, añade el hecho de dotar de sentido a la diferencia entre los valores de la variable. Es decir, la distancia o diferencia entre dos valores consecutivos de la variable es siempre el mismo.

### 2.3.1.4 Variables de razón:

Son idénticas a las anteriores salvo que presentan un origen absoluto de medida.

En estas variables tiene sentido tomar fracciones de sus valores o razones. Se puede decir que un valor es el doble que otro.

## **2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS MULTIVARIABLES**

Las técnicas multivariantes se pueden clasificar según dos posibles criterios:

2.3.2.1 Métodos Dependientes: Se mide la asociación entre las distintas variables del estudio, es decir, se quiere entender las relaciones entre las mismas, donde parte de estas variables dependen o se miden en función de las otras. Subyace en ellos siempre un interés predictivo. Algunos tipos de estos métodos son:

- Regresión múltiple: Estudia la dependencia de una variable en función de otras variables.

- Análisis discriminante: Se busca una función lineal de varias variables que permita clasificar nuevas observaciones que se presentan.
- Métodos log-lineales y logit: Se predicen números de apariciones en casillas (recuentos)  $n$  función de otras casillas. Se usan variables categóricas.
- Análisis de correlación canónica: Se toma un grupo de variables y se trata de predecir sus valores en función de otro grupo de variables.
- Análisis multivariante de la varianza: se descompone la variabilidad en una medida de un conjunto de variables cuantitativas en función de otras variables categóricas.

2.3.2.2 Métodos Independientes: Se está interesado en investigar las asociaciones que se presentan entre variables sin distinción de tipos entre ellas. Tienen un interés más bien descriptivo. Algunos ejemplos de estos métodos son:

- Análisis de componentes principales: Se tienen  $n$  variables cuantitativas y se mezclan mediante combinaciones lineales reduciéndose a  $p < n$  variables que resumen la información para facilitar la interpretación.
- Análisis factorial: Es parecido a la anterior aunque sólo se fija en explicar en términos de factores ocultos las variables originales, no tanto en reducir el número de variables.

- Multidimensional scaling: Busca mapas de los objetos, situándolos según una serie de métricas.
- Análisis de correspondencias: Es parecido al análisis factorial, pero con variables categóricas exclusivamente.
- Análisis de cluster: Trata de identificar grupos.

### 2.3.3 REGRESIÓN MÚLTIPLE

De acuerdo a (Webster,2001), un modelo regresivo trata de explicar el comportamiento de una variable dependiente (**Y**) en función de k variables independientes explicativas con valores conocidos llamadas (**X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>..... X<sub>n</sub>**), también son llamadas exógenas y regresoras.

Un modelo de regresión, revisa la dependencia estadística entre variables y no la dependencia funcional, este tipo de modelos son utilizados frecuentemente para predecir los valores futuros de la variable dependiente.

El modelo de regresión múltiple con k variables independientes se expresa como:

$$E(Y|X_1 = x_1, \dots, X_K = x_K) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_K x_K.$$

En donde Y = es el valor estimado para la variable dependiente, y  $\beta_i$  son los coeficientes de regresión, y es la cantidad por la cual Y cambiaría si  $X_i$  cambia en una unidad, asumiendo que todas las otras variables independientes se mantienen constantes.

Uno de los supuestos de este modelo es que la función  $f$  admite una aproximación lineal, con lo que el modelo de regresión múltiple puede expresarse como:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_K x_{iK} + U_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

### 2.3.3.1 Supuestos básicos del modelo

Para comprender mejor el modelo lineal múltiple, se deben examinar los seis supuestos sobre los cuales se construye:

Supuesto 1: El término  $U$  es una variable aleatoria distribuida normalmente.

Supuesto 2: Varianzas iguales de los valores de  $Y$ . Concepto de homoscedasticidad, las varianzas en los valores  $Y$  son las mismas en todos los valores de  $X$ .

Supuesto 3: Los términos de error son independientes unos de otros. Cuando lo anterior no ocurre se llama Auto correlación.

Supuesto 4: Supuesto de Linealidad, si  $X$  se deja igual que un valor muchas veces, ocurrirá una distribución normal de los valores de  $Y$ .

Supuesto 5: El número de observaciones  $n$ , exceda el número de variables independientes  $K$  por lo menos en 2.

Supuesto 6: Se requiere que ninguna de las variables independientes este linealmente relacionada, es decir que no exista Muticolinealidad<sup>7</sup>.

### 2.3.3.2 El coeficiente de Determinación $R^2$

El coeficiente de determinación múltiple, se utiliza como una medida de bondad de ajuste, dicho coeficiente mide la fuerza de la relación entre Y y las variables independientes, está definido por el cociente entre la variabilidad explicada por la regresión y la variabilidad total.

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT} = 1 - \frac{SCR}{SCT}$$

SCT = Es la suma de los cuadrados totales y representa una medida de la variación de la variable dependiente.

SCE = Es la suma de los cuadrados explicados por el modelo de regresión.

SCR = Es la suma de cuadrados de los errores y por tanto no son explicadas por el modelo.

El coeficiente de determinación cuenta con las siguientes propiedades:

$R^2$  es menor que 1, si  $R^2$  es = 1 existe una relación funcional exacta entre la variable dependiente y las independientes. Si X o Y son estadísticamente independientes el coeficiente de correlación entre ellas es cero, no obstante si el valor del coeficiente es igual a 0 no implica necesariamente independencia. Es una medida de asociación lineal

---

<sup>7</sup> La Multicolinealidad Existe si dos o más variables independientes están relacionadas linealmente.

El coeficiente de determinación es muy utilizado para comparar la eficacia de distintas regresiones, sin embargo su uso presenta algunas dificultades, una de sus principales deficiencias es que  $R^2$ , aumenta siempre que se introduce una nueva variable al modelo, aunque su efecto en muchos casos no es significativo.

#### 2.3.3.3. Coeficiente de Determinación corregido

Para evitar que  $R^2$  aumente siempre al introducir nuevas variables, se define el coeficiente de determinación corregido por los grados de libertad tal como se define en la siguiente expresión:

$$R_c^2 = 1 - \frac{SCR/(n-k)}{SCT/(n-1)} = 1 - \frac{n-1}{n-k}(1 - R^2)$$

Es incorrecto concluir que el  $R^2$  corregido resuelve todas las dificultades planteadas, como medida de bondad de ajuste, En cualquier caso, el valor numérico  $R^2$  corregido será sensible a la clase de datos utilizados.

#### 2.3.3.4 Evaluación del modelo como un todo

De acuerdo a (CUÉLLAR, 2007) Al encontrar los coeficientes de regresión  $\beta$ , y definir mediante el coeficiente de correlación la capacidad de predicción del modelo, es necesario validar la confiabilidad del mismo, definiendo si las variables independientes seleccionadas son significativas sobre el comportamiento de la variable independiente.

### **Análisis de los signos de los coeficientes:**

Al revisar los signos de los coeficientes de acuerdo al conocimiento que se tiene frente a la información previa, o a la literatura, la alternativa más conveniente sería cambiar algún aspecto en la toma de datos inicial, no obstante hay que tener en cuenta, que siempre existe posibilidad para algunas variables, que por la dinámica de la realidad se altere algún signo observado, se debe revisar con cautela el comportamiento del signo porque aunque no fuera lo esperado podría ser correcto.

### **Análisis de la significancia estadística individual para los coeficientes de regresión**

Para determinar si las variables explicativas tomadas son significativas sobre el comportamiento de la variable independiente. Se hace una prueba de hipótesis sobre cada coeficiente  $\beta_i$ . En caso que la variable  $X_i$  no explique el comportamiento de  $Y$ , el valor del coeficiente  $\beta_i$  debe ser igual a 0. Por tanto la prueba de hipótesis a partir de los datos muestrales a realizar es

**HIPOTESIS NULA  $H_0: \beta_i = 0$**

**HIPOTESIS ALTERNA  $H_A: \beta_i \neq 0$**

Dado el supuesto de normalidad, el coeficiente  $\beta_i$ , esta normalmente distribuido con media  $\beta_{mi}$  y con varianza  $\sigma_{\beta_i}$ . Por lo tanto la prueba de hipótesis  $\beta_i = 0$  es una afirmación acerca de uno de los parámetros de la distribución normal, que sigue una distribución "t de student" con  $n-k-1$  grados de libertad. La expresión del estadístico t utilizado para el contraste de hipótesis, es el resultado del cociente y su desviación estándar.

$$t = \frac{\beta_i}{SE(\beta_i)}$$

Por lo tanto se puede establecer si  $\beta_i = 0$  un nivel de probabilidad de  $1-\alpha$ . En el campo de las pruebas de hipótesis, el intervalo de confianza  $100(1-\alpha)\%$ , se conoce como la región de aceptación nula.

### **Análisis de significancia conjunta**

Como es posible contrastar estadísticamente la significancia individual, de cada variable, también se podría hacer del modelo en su conjunto, es tratar de decidir en base a pruebas estadísticas si el conjunto de variables utilizadas, como un grupo, sirve o no a los objetivos del modelo.

En este caso las pruebas de hipótesis son:

**HIPOTESIS NULA  $H_0$ :  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_{\dots} = 0$**

**HIPOTESIS ALTERNA  $H_A$ :** No todos los coeficientes son iguales simultáneamente a cero.

Puede demostrarse que si los errores están distribuidos normalmente y considerando la hipótesis nula  $H_0$ , la variable F sigue una distribución F con  $n-1$  grados de libertad.

$$F = \frac{SCE / k}{SRC / [n - (k + 1)]}$$

Por lo tanto se puede establecer si  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_{\dots} = 0$  en un nivel de probabilidad de  $1-\alpha$ . En el campo de las pruebas de hipótesis, el intervalo de confianza  $100(1-\alpha)\%$ , se conoce como la región de aceptación nula.

## **Multicolinealidad**

Cuando en el modelo de regresión se ingresa una variable independiente muy correlacionada con otra variable independiente del modelo o con una combinación lineal de ellas, se produce el fenómeno conocido como multicolinealidad, este problema surge cuando se trata de extraer de la muestra más información de la que contiene. No obstante si la predicción es el único propósito del análisis de regresión, el problema de la multicolinealidad no es grave porque mientras más grande sea el  $R^2$ , mejor será la predicción, especialmente en el corto plazo. Para detectar la multicolinealidad existen los siguientes indicadores:

- Los coeficientes de regresión tienen errores estándares grandes
- Los coeficientes de regresión varían mucho al quitar una variable de regresión.
- Los coeficientes de regresión presentan números diferentes a los esperados.

## **Análisis gráfico de los residuos**

Los residuos o errores de un modelo representan las diferencias entre el valor real de la variable endógena y el valor estimado por el modelo de regresión para ese mismo periodo. El análisis de residuos ofrece información sobre la calidad del ajuste logrado por el modelo. El análisis gráfico permite observar si la serie ha conseguido reproducir los cambios de tendencia de la serie real.

## **Evaluación de la normalidad de los residuos**

Uno de los supuestos realizados por el modelo de regresión Lineal es que los errores corresponden a una variable aleatoria con media cero, distribución normal y varianza constante. Las estimaciones mínimo cuadráticas siguen siendo las estimaciones mejores lineales insesgadas, no obstante sino se valida el supuesto de normalidad no es recomendable utilizar las distribuciones t y F para efectuar pruebas estadísticas. Para verificar la normalidad de los residuos puede ser de gran ayuda el uso de histogramas de frecuencia de los errores, donde se puede ver el comportamiento de los mismos y su ajuste a una curva normal.

Para verificar el comportamiento normal de los residuos, se evalúan dos de los principales parámetros que definen la normalidad de la serie como son la simetría y la curtosis.

## **Homocedasticidad<sup>8</sup>**

En la revisión de una gráfica de los residuos obtenidos en una regresión múltiple a fin de detectar presencia de Heterocedasticidad. Para ello es preciso representar gráficamente los residuos en función de los valores de la variable dependiente o de alguna de las variables independientes. La inspección de las variables puede sugerir si la varianza residual permanece constante para todas las observaciones.

---

<sup>8</sup> Homocedasticidad se da cuando las varianzas en los valores Y son las mismas en todos los valores de X

Existen pruebas estadísticas para obtener mayores certezas de la presencia de heterocedasticidad, entre ellas se encuentran las pruebas de Barlett, y la de Goldfeld-Quandt.

## 2.4 REVISIÓN DE ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DE LA BANDA ANCHA DE INTERNET SOBRE LA ECONOMÍA EN LA REGIÓN

El aumento de la difusión de Internet y de las Tecnologías de la información y las comunicaciones mejora el proceso de conectividad permitiendo el desarrollo económico no solo en las grandes economías, sino en las que se encuentran en desarrollo como Latino América. A continuación se revisan Autores y estudios relevantes sobre los factores que impactan la penetración de Banda Ancha en Latino América que incluyen a Colombia.

**Tabla 4 Resumen de Estudios en Latino América que aplican Regresión Lineal Multivariable**

Fuente Elaboración Propia.

Autor	Año	Nombre	Metodología	Variables Determinantes
Raúl Katz	2009	Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America	Análisis de Regresión Lineal Simple	Número de Conexiones de Banda Ancha Penetración PIB de los países de la región 2008
CINTEL, Raul L. Katz, Fernando Callorda Firmas:	2011	Medición de impacto del plan Vive Digital en Colombia y de la masificación de internet en 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.	Conexiones Banda Ancha, Crecimiento Población, PIB
Fernando Callorda	2012	Desarrollo de banda ancha a nivel provincial en América Latina: determinantes del nivel de penetrac	La metodología aplicada es el análisis econométrico de la información disponible para cada uno de los países mencionados por separado y en conjunto.	número de habitantes, el grado de urbanización, la magnitud del territorio y el Producto Bruto Interno (PBI) Per Cápita.
Hernán Galperin Christian Ruzzie	2013	V. Las tarifas de banda ancha: benchmarking y análisis. Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe	Calculo IDBA, modelo simple de regresión con cinco factores identificados en la literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIB per cápita en dólares PPP (PBICAP)</li> <li>• Densidad de hogares por km2 (DENSHH)</li> <li>• Porcentaje de población urbana (POPURB)</li> <li>• Porcentaje de la población entre 15 y 64 años (EDAD)</li> <li>• Un índice de educación (elaborado por Naciones Unidas) que captura la tasa de analfabetismo y la tasa de enrolamiento en los niveles primario, secundario y terciario (EDUC).</li> </ul>

De acuerdo a (Katz, 2009b) Es necesario estimar la demanda de tecnología de banda ancha en América Latina y cuantificar el impacto macroeconómico de la tecnología de banda ancha en el empleo y la productividad. Mientras que el número total de líneas de acceso de banda ancha es de 26,8 millones y ha aumentado un 38% en el último año, la región aún tiene que crecer el número de líneas en un 41% (sumando 11 millones de líneas) para responder a las necesidades de la economía. Si eso llegara a ser alcanzado, se estima que el despliegue podría dar lugar al menos, 378.000 nuevos puestos de trabajo.

Para el 2008 los niveles de penetración de internet Banda ancha fueron para Latino América del 5.5%, Norte América del 27.8%, Europa 24.8%, Asia 14% y África del 1.6%. Se observa un bajo nivel de penetración de Banda Ancha, Chile como el de mejor desempeño de la región tiene niveles todavía por debajo de los países europeos menos desarrollados como Grecia y Portugal. En promedio la penetración de internet básica es 15% mayor que la penetración de Banda Ancha, observándose una penetración más baja en las zonas rurales que en las cabeceras de las ciudades.

Con modelos Macroeconómicos, el estudio frente a Colombia presenta los siguientes resultados, la brecha en conexiones de banda ancha es de 995.569 para 2008, un incremento de 6.4% en la penetración de banda ancha, impacta en el crecimiento del empleo en un 4.2%.

En (CINTEL, 2011), El análisis realizado está basado en la construcción de modelos econométricos que permiten estimar el impacto económico en Colombia, posteriormente, proyectar el impacto esperado en el 2014.

Se desarrollan 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.

Las variables que se toman son el PIB Per-cápita, crecimiento de conexiones banda ancha, Educación y crecimiento de población.

El resultado del estudio es que 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)

También da claridad sobre el impacto del Plan Vive Digital, donde se comenta 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 en Colombia para el 2014.

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.

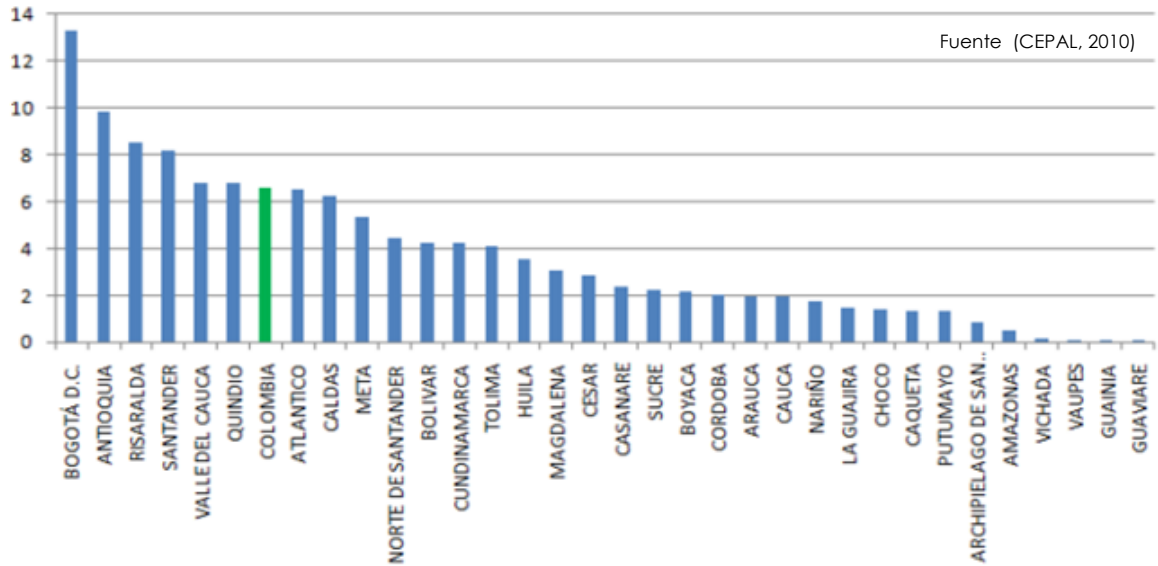
En (Callorda, 2012) se estudia los determinantes de las tasas de penetración de banda ancha a nivel provincial en América Latina. Para tal fin se utilizan los datos trimestrales de Argentina (INDEC), Chile (SUBTEL) y de Colombia (MINTIC) entre el año 2008 y 2011.

La metodología aplicada es el análisis econométrico de la información disponible para cada uno de los países mencionados por separado y en conjunto. Toma como los principales determinantes de los niveles actuales de penetración el número de habitantes, el grado de urbanización, la magnitud del territorio y el Producto Bruto Interno (PBI) Per Cápita. La conclusión del estudio fue la cuantificación del nivel de importancia de

cada factor que permite determinar en qué regiones el sector privado por sí sólo no logró masificar el servicio y las causas.

En estos casos cabe aplicar el Principio de Subsidiaridad para que la intervención estatal fomente el crecimiento del número de conexiones de Banda Ancha. El autor para el caso de Colombia, estudia los departamentos con más baja conectividad, como Guaviare, Guainía, Vaupés y Vichada, los cuales tienen un nivel de penetración menor al 1% de su cantidad de habitantes, también se pueden observar departamentos, como Bogotá, Antioquia, Risaralda y Santander, los cuales superan el nivel de conectividad promedio de América Latina, lo que es evidencia de gran dispersión en el grado de conectividad entre los diversos departamentos.

**Gráfica 9 Conexiones de Banda Ancha fija cada 100 habitantes en departamentos de Colombia, Segundo Trimestre 2011**



La evidencia muestra una importante desigualdad en la brecha digital en los departamentos Colombianos.

Al correr un modelo econométrico para los departamentos de Colombia el resultado es el siguiente:

- Al aumentar en mil personas la cantidad de habitantes en el departamento la cantidad de conexiones cada 100 personas mejora en un 0.0026, así también al aumentar en un 1% la cantidad de habitantes en zonas urbanas la cantidad de conexiones cada 100 hogares aumenta en 0.2493. Ambos resultados hace evidente que el principal determinante del nivel de conectividad en Colombia son las causas socio demográficas.
- El nivel de PIB Per-cápita, como la superficie de los departamentos parecen no tener incidencia en el nivel de inclusión en el mundo digital.
- Entre el cuarto trimestre del 2008 y el primer trimestre de 2011 se muestra una evolución interesante en cantidad de conectados que puede ser resultado del Plan Vive Digital del Gobierno. Por esto es importante para los Departamentos con menor penetración en internet un mayor enfoque de la intervención del Gobierno que se puede lograr con el Plan Vive Digital.

En (Ruzzier Galperin, 2013) con base en la literatura revisada se espera encontrar con modelos econométricos que en los países considerados: Argentina, Belice, Estado Plurinacional de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia,

Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y la República Bolivariana de Venezuela se cumplen las siguientes hipótesis:

- a mayor ingreso, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_1 > 0$
- a mayor densidad, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_2 > 0$
- a mayor porcentaje de población urbana, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_3 > 0$ .
- a mayor porcentaje de población entre 15 y 64 años, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_4 > 0$ .
- a mayor educación, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_5 > 0$

Para lo cual se corre un modelo econométrico que tiene en cuenta las siguientes variables:

- PIB per cápita en dólares PPP (PBICAP)
- Densidad de hogares por km<sup>2</sup> (DENS HH)
- Porcentaje de población urbana (POPURB)
- Porcentaje de la población entre 15 y 64 años (EDAD)
- Un índice de educación (elaborado por Naciones Unidas) que captura la tasa de analfabetismo y la tasa de enrolamiento en los niveles primario, secundario y terciario (EDUC).

Como resultado se puede comprobar que los signos de los coeficientes de los determinantes son los esperados, y resultan significativos al 5% a excepción de la variable edad.

Con los resultados anteriores se procede a calcular el IDBA, El índice de desempeño en banda ancha (IDBA), busca capturar esta dimensión que escapa a las comparaciones basadas en las tasas de penetración. Por ello, este indicador no se propone como alternativa sino como complemento a los indicadores tradicionales de penetración.

La diferencia entre la penetración real y la predicha es  $PENETi^9 - PENETPi^{10} = ei$ , donde  $ei$  es el estimador de  $\epsilon_i$ . Para facilitar la interpretación de los resultados, se define al IDBA como:

$$IDBA = ei / \max\{|ei|\}.$$

Con este procedimiento se obtienen valores del IDBA entre -1 y +1, donde los valores positivos indican un desempeño por encima de lo esperado, mientras que valores negativos apuntan a un desempeño por debajo de las expectativas. Un valor cercano a 0 indica que el país en cuestión tiene el desempeño esperable en función de su dotación de recursos económicos y sus características demográficas.

Para el Caso de Colombia el indicador IDBA es de -0,10 para el 2010, lo que significa que se encuentra por debajo de su potencial de desarrollo de sus características económicas y demográficas. Al hacer comparación con otros países de Latino América, se ven países como Nicaragua y Guatemala con baja penetración de Internet pero con 0,05 como Índice de Banda Ancha lo que significa que tiene un adecuado nivel de penetración de

---

<sup>9</sup>  $PENETi = \alpha_0 + \alpha_1 PBICAPi + \alpha_2 DENSHHi + \alpha_3 POPURBi + \alpha_4 EDADi + \alpha_5 EDUCi + \epsilon_i$

<sup>10</sup>  $PENETPi = \alpha_0 + \alpha_1 PBICAPi + \alpha_2 DENSHHi + \alpha_3 POPURBi + \alpha_4 EDADi + \alpha_5 EDUCi$

acuerdo a sus condiciones económicas y demográficas. Por su parte Chile, país que lidera los rankings de penetración, también se encuentra por debajo de su nivel esperado con un índice de -0,13.

### 3. DESARROLLO METODOLÓGICO

Este estudio está basado en las variables que afectan el incremento de la penetración de Internet fijo dedicado, como primera opción de conectividad hacia la Banda Ancha. El espacio geográfico del presente estudio es el Valle de Aburrá (Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La estrella y Caldas).

#### 3.1 SONDEO DE CARACTERIZACIÓN DEL USUARIO DE INTERNET FIJO DEDICADO EN EL VALLE DE ABURRÁ

Para entender mejor el tipo de usuario de internet fijo dedicado en el Valle de Aburrá se desarrolló un sondeo con los siguientes resultados:

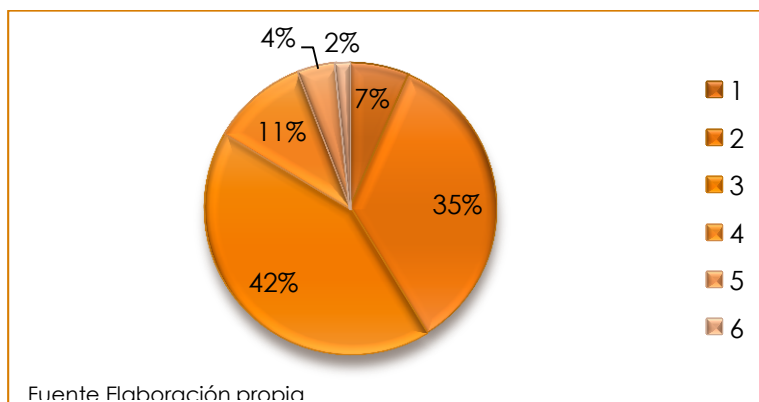
El total de población de la muestra fue de 995 personas dentro del Valle de Aburrá pero se omitió una encuesta debido a que la persona no cumplía con el requisito principal que era tener servicio de internet en su hogar, por tanto, la cantidad de datos analizada fue de 994 personas. Por estratos el de mayor participación fue el estrato 3 con un 42%, seguido por el estrato 2 con un 34,7%. Ver Tabla No.5

**Tabla 5 Frecuencia por Estratos Según Sondeo**

Estrato	Frecuencia	Porcentaje
1	65	6,5
2	345	34,7
3	421	42,4
4	105	10,6
5	42	4,2
6	16	1,6
Total	994	100

Fuente Elaboración propia

**Gráfica 10 Participación por Estratos**



El 77% de las personas encuestadas pertenecen a estratos 2 y 3, en su mayoría habitantes de Medellín y Bello con una participación del 79% del total de personas encuestadas.

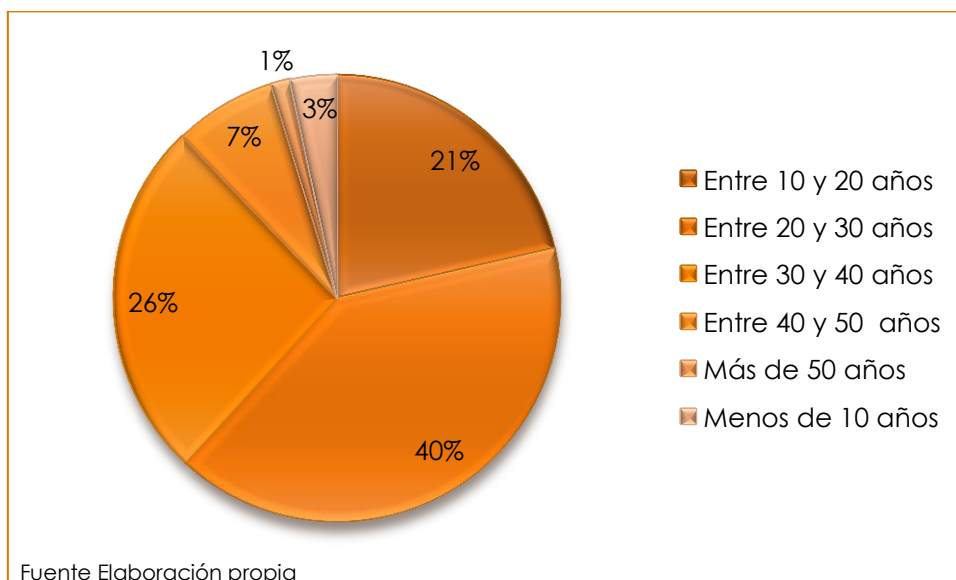
Aproximadamente el 88% de las personas encuestadas y que utilizan servicios de internet están en un rango de edad entre los 10 y 40 años, edades inferiores a 10 años o superiores a 40 presentan frecuencia de respuesta muy baja. Tabla No.6

**Tabla 6 Frecuencia por Edades según sondeo**

Edad	Frecuencia	Porcentaje
Entre 10 y 20 años	213	21,4
Entre 20 y 30 años	402	40,4
Entre 30 y 40 años	258	26
Entre 40 y 50 años	74	7,4
Más de 50 años	14	1,4
Menos de 10 años	33	3,3
Total	994	100

Fuente Elaboración propia

### Gráfica 11 Participación de Edades



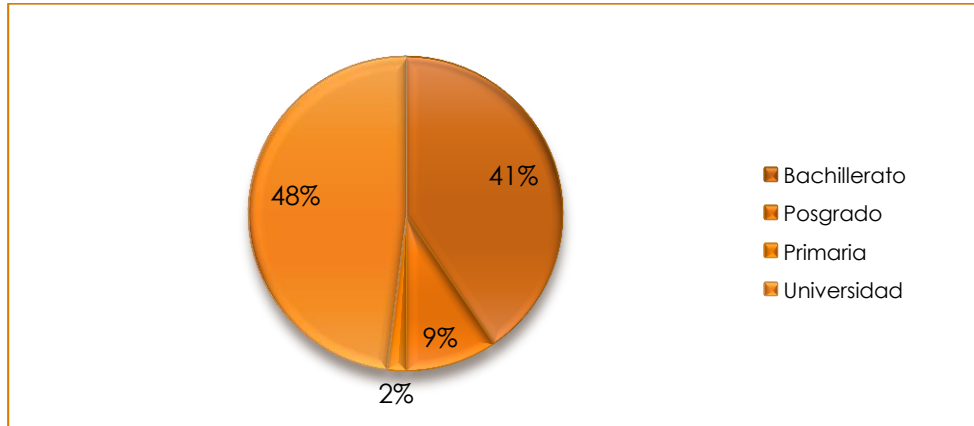
La mayor frecuencia de utilización del servicios, según las personas encuestadas, es en el nivel educativo Universitario, Bachillerato y Posgrado, con un porcentaje de uso de 48%, 40.5% y 9.5% respectivamente. Ver Tabla No.7

**Tabla 7 Frecuencia por Nivel de Educación según sondeo**

Nivel Educación	Frecuencia	Porcentaje
Bachillerato	403	40,5
Posgrado	94	9,5
Primaria	20	2
Universidad	477	48
Total	994	100

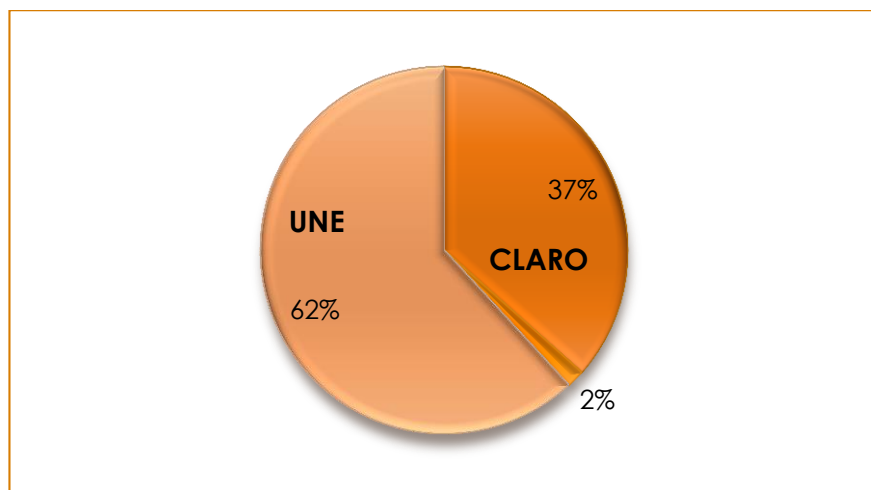
Fuente Elaboración propia

**Gráfica 12 Participación de niveles de educación**



El operador más posicionado en el mercado es UNE con 62%, y la velocidad más frecuente de contratación es entre 1 y 5 megas<sup>11</sup>, esta preferencia en velocidad también se mantiene para Claro, que ocupa el segundo lugar en preferencia con un 37%. Estos dos son los operadores que abarcan un mayor número de consumidores, se observa que tan sólo un 2% de las personas contrata su servicio de internet con otro operador.

**Gráfica 13 Participación Operadores Internet**



Fuente Elaboración propia

<sup>11</sup> Banda Ancha en Colombia son aquellas velocidades efectivas de bajada (Downstream) mayores o iguales a 1.024 Kbps o el Internet Móvil 3G y 4G.

Lo más común entre los usuarios de Internet, es contratar servicios por velocidades entre 1 y 5 Megas (77%), velocidades superiores o inferiores a este rango suelen presentar una frecuencia baja.

Al analizar la Velocidad de internet vs el estrato, el nivel educativo y la edad se obtiene:

**Tabla 8 Participación Velocidad \* Estrato según sondeo**

Tabla de contingencia Velocidad * Estrato		Estrato						Total
		1	2	3	4	5	6	
Velocidad	Entre 1 y 5 Megas	53	301	324	56	26	12	772
	Entre 5 y 10 Megas	2	23	57	42	9	3	136
	Más de 10 Megas	0	1	4	4	6	1	16
	Menos de 1 Mega	10	20	36	3	1	0	70
	Total	65	345	421	105	42	16	994

Fuente Elaboración propia

En todos los estratos coincide que la velocidad de internet más usada es entre 1 y 5 Megas, por otro lado, entre 5 y 10 Megas presenta mayor frecuencia de uso en estratos 3 y 4, también se observa que velocidades mayores a 10 megas tienen mayor frecuencia en estratos Medio-Altos (3 en adelante) y las velocidades inferiores a 1 mega son más comunes en estratos medio-bajo (3 hacia abajo).

En términos generales se mantiene el hecho de que las velocidades más solicitadas son entre 1 y 5 megas, independientemente del nivel educativo

**Tabla 9 Velocidad \* Nivel Educativo según sondeo**

		Nivel Educativo				Total
		Bachillerato	Posgrado	Primaria	Universidad	
Velocidad	Entre 1 y 5 Megas	331	71	14	356	772
	Entre 5 y 10 Megas	38	16	0	82	136
	Más de 10 Megas	1	6	0	9	16
	Menos de 1 Mega	33	1	6	30	70
Total		403	94	20	477	994

Fuente Elaboración propia

La mayor frecuencia de utilización de internet, independientemente de su velocidad se encuentra en personas de edades jóvenes.

**Tabla 10 Participación Velocidad \* Edad**

		Edad						Total
		Entre 10 y 20 años	Entre 20 y 30 años	Entre 30 y 40 años	Entre 40 y 50 años	Más de 50 años	Menos de 10 años	
Velocidad	Entre 1 y 5 Megas	172	305	200	57	9	29	772
	Entre 5 y 10 Megas	19	59	43	12	2	1	136
	Más de 10 Megas	3	9	2	0	2	0	16
	Menos de 1 Mega	19	29	13	5	1	3	70
Total		213	402	258	74	14	33	994

Fuente Elaboración propia

De las personas encuestadas un 28% complementan sus servicios de internet con un servicio de internet móvil; en general, en estos casos, lo más común es que el complemento sea su celular (un 97% de aquellos que afirman tener internet móvil). Un 2% acceden a internet móvil desde un

dispositivo modem y tan sólo una persona afirma que accede desde otro tipo de dispositivo.

**Tabla 11 Participación Internet móvil Celular del total de usuarios de Internet fijo dedicado**

Internet Móvil	Frecuencia	Porcentaje	Celular	internet_movil		Total
				No	Si	
No	714	71,8	No	714	8	722
Si	280	28,2	Si	0	272	272
Total	994	100	Total	714	280	994

Fuente Elaboración propia

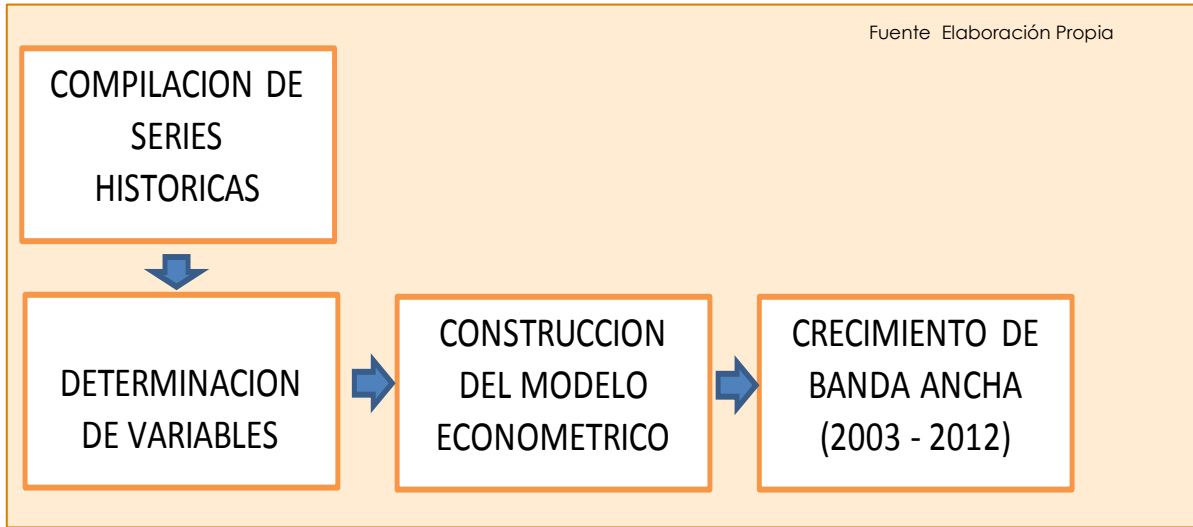
### **3.2 DESARROLLO DEL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL PARA EL NIVEL DE PENETRACIÓN DEL VALLE DE ABURRÁ**

En este trabajo, el método investigativo es cuantitativo y correlacional por lo que el objeto de estudio es conocer el comportamiento de una variable, respecto a modificaciones de otras variables por medio de una técnica multivariable “Regresión lineal” (Ramirez, 2006).

La calidad del resultado depende de la escogencia de las Variables para lo cual es necesario hacerlo con una estrategia adecuada, para nuestro caso fue la revisión de la literatura con estudios que utilizaron la misma herramienta.

El abordaje de la metodología de la investigación se hizo de la siguiente forma:

## Gráfica 14 Abordaje Metodológico



### 3.2.1 SELECCIÓN DE VARIABLES EXPLICATIVAS:

Como se comentaba en el capítulo 2, de acuerdo a las revisiones de estudios hechos en Latino América, Las variables que se tomaron para el estudio son las siguientes:

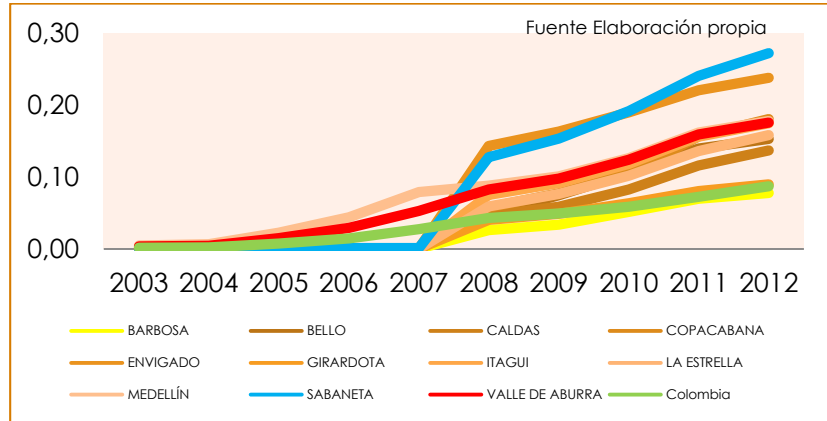
a. *Variable Dependiente: Penetración de Internet Dedicado.*

El municipio de Barbosa se encuentra por debajo de la penetración de Colombia<sup>12</sup> y Valle de Aburrá con un 8% de penetración frente a un 9% y 18% respectivamente, al contrario el municipio de Sabaneta es el de mayor penetración a nivel del Valle de Aburrá con un 27% de penetración.

---

<sup>12</sup> La Penetración de Colombia y las penetraciones del Valle de Aburrá fueron tomadas de la página <http://www.slust.gov.co/slust/> link de cifras – reporte de información [www.mintic.gov.co](http://www.mintic.gov.co), es importante resaltar que el dato de la penetración reportado en éstas páginas es la cantidad de servicios reportados por cada operador de servicio en cada ciudad frente a la población del municipio o ciudad.

**Gráfica 15 Comportamiento Penetración Internet Dedicado Valle de Aburrá**



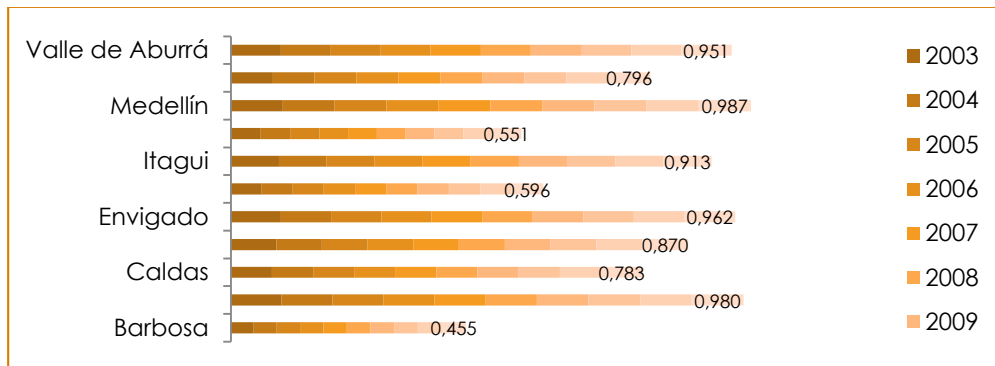
A nivel de Valle de Aburrá casi todos los municipios a excepción de Barbosa superan la penetración nacional a corte del año 2012.

El municipio de mayor penetración del Valle de Aburrá a corte del 2012 es Sabaneta con un 27%.

*b. Variables Tasas de Población.*

Se puede observar en la Gráfica No. 15, que la población con la menor penetración del Valle de Aburrá es Barbosa, también es la de menor participación de población urbana.

**Gráfica 16 Comportamiento Participación Población Urbana Valle de Aburrá**

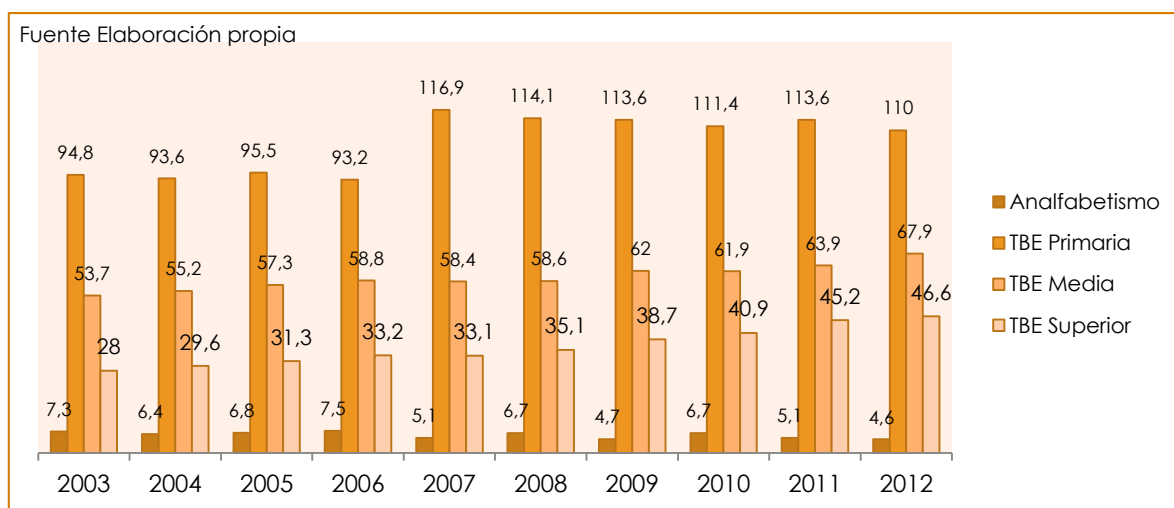


Fuente Elaboración propia

El municipio de Sabaneta al contrario tiene la mejor penetración de la zona y una participación de población urbana del 79,6%, que no es la más alta de la región.

c. Variable Independiente Tasas de Medición de Nivel de Educación

**Gráfica 17 Comportamiento Tasas de Medición Educación Antioquia**



Puede observarse una tendencia creciente en los valores de estas variables a medida que aumenta el periodo de tiempo, si bien el crecimiento no es especialmente rápido y alto (los valores son bajos), la tendencia de crecimiento siempre se mantiene.

En Antioquia se puede observar que la tasa de Analfabetismo<sup>13</sup> ha presentado muchas variaciones durante la historia, en general, durante los últimos años presenta valores bajos, lo cual es un indicador alentador, lo

<sup>13</sup> Tasa de analfabetismo de la población de 15 y más años %, Número de personas de éste grupo que manifiesta no saber leer ni escribir con relación a la población del mismo grupo, Fuente; Depto. Nal. de Planeación - DIOGS con base en la Encuesta Nacional de Hogares y E.C.V.- del DANE. ECV Gobernación.

anterior se vuelve común con el buen comportamiento de la TBE<sup>14</sup> del nivel primaria, del nivel medio y del nivel Superior.

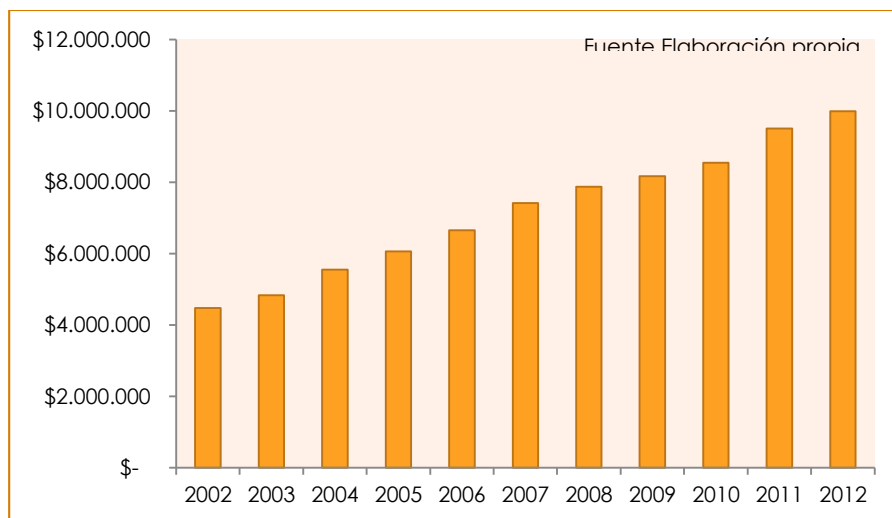
La tasa de personas matriculadas en primaria presentó un aumento bastante significativo a partir del 2007 y si bien presenta oscilaciones, no ha descendido hasta alcanzar sus niveles originales.

En lo referente que a la tasa de matriculados en educación superior, se observa una mejoría progresiva a través del tiempo.

*d. Variable Independiente PIB Per-cápita*

Teniendo en cuenta que el 72% de la participación del PIB de Antioquia es del Valle de Aburrá (OECD, 2011), se hace el cálculo histórico del PIB para esta sub región.

**Gráfica 18 PIB Per cápita - Valle de Aburrá**



<sup>14</sup> Tasa Bruta de Escolaridad, Alumnos matriculados en un determinado nivel educativo en relación a la población en edad escolar de ese nivel. Fuente; DNP, DANE, Secretaría de Educación, DAP y MEN

Se puede observar como el PIB Per cápita viene en aumento a través del tiempo con una tendencia al aumento como las tasas de educación, poblacionales y penetración de internet fijo.

### **3.2.2 HERRAMIENTA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL MODELO**

Para el desarrollo del modelo se usó el programa SPSS "Statistical Product and Service Solutions" principalmente usado para el análisis estadístico y econométrico de datos. Tiene dentro de sus módulos: Modelos de regresión, Modelos Avanzados, Tablas, Tendencias y Categorías así como otras muchas funcionalidades.

### **3.2.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- i. Revisión de la Literatura para encontrar las variables que afectan la penetración de internet.
- ii. Búsqueda de la penetración histórica de internet para el Valle de Aburrá desde el 2003 hasta el 2012.
- iii. Búsqueda de las Variables, PIB per-cápita, Educación y poblaciones desde el 2003 hasta el 2012 en Antioquia y en el Valle de Aburrá.
- iv. Determinar el nivel de correlación entre variables.
- v. Realización de análisis descriptivo de todas las variables, eliminación de las variables menos significativas con valor de probabilidad de rechazo superior al requerido (0.05) utilizando el valor del estadístico t para realizar la prueba de hipótesis, descrita en el capítulo 2.

- vi. Aplicación de la Herramienta Regresión Lineal Múltiple, con las variables con probabilidad de rechazo superior a las requeridas o con niveles de significancia de borde, para identificar los coeficientes de influencia de las variables independientes.
- vii. Resultados modelo.

### **3.2.4 LIMITACIONES DE LOS DATOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Se limita la investigación a las observaciones de 10 años de penetración de internet dedicado ya que antes del 2003 las cifras que se llevaban por parte del ministerio de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Colombia MINTIC, son sobre utilización de internet y no sobre conexiones fijas. Ver (CRT, 2000).

### **3.2.5 SELECCIÓN DE LAS VARIABLES A INCLUIR EN EL MODELO Y DESARROLLO**

En una primera instancia de la investigación, se propuso un modelo de regresión lineal que contemple la Penetración de Internet Fijo Dedicado (Y) durante 10 años desde el 2003 hasta el 2012 en el Valle de Aburrá como variable que dependía de:

PIB=PIB\_ANTIOQUIA

Dens=Densidad de hogares por KM<sup>2</sup> en el Valle de Aburrá

Pobl=Tasa de población urbana en el Valle de Aburrá

Edad=Proporción de la población entre 15 y 64 años del Valle de Aburrá

Analfabetismo=Tasa de Analfabetismo Antioquia

EdPrim=Tasa bruta de personas matriculadas en educación Primaria Antioquia

EdMed=Tasa bruta de personas matriculadas en educación Media  
Antioquia

EdSup=Tasa bruta de personas matriculadas en educación Superior  
Antioquia

Se obtuvo que las variables estadísticamente significativas son:

Dens=Densidad de hogares por KM<sup>2</sup> en el Valle de Aburrá

Edad=Proporción de la población entre 15 y 64 años del Valle de Aburrá

EdMed=Tasa bruta de personas matriculadas en educación Media  
Antioquia

EdSup=Tasa bruta de personas matriculadas en educación Superior  
Antioquia

**Tabla 12 Coeficientes – Variable dependiente Penetración Valle de Aburrá**

Coeficientes<sup>a</sup> - Variable dependiente: Penetración General-VA

Modelo	B	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	1,597	,097	-,416	3,610
Densidad_Hogares_ValleAburrá	,001	,017	,000	,003
Porc Pob 15 a 64 General- VA	-,037	,057	-,075	,002
Matriculados Media	-,007	,023	-,013	-,001
Matriculados Superior	,006	,027	,001	,011

Fuente: Elaboración Propia

El modelo ajustado es:

$$(Y) \text{ Penetración de Internet Dedicado Fijo Valle de Aburrá} = 1.597 \\ +0.001 * \text{Dens} - 0.037 * \text{Edad} - 0.007 * \text{EdMed} + 0.006 * \text{EdSup}$$

**Se obtuvo un R2 ajustado de 0.991**

El modelo anterior indica que:

- A medida que la Densidad de hogares en el Valle de Aburrá aumenta en una unidad (un hogar por km<sup>2</sup>), se espera que la penetración Internet Dedicado Fijo del Valle de Aburrá aumente en 0.001 unidades, esto siempre y cuando las demás variables permanezcan constantes.
- A medida que la proporción de edad entre 15 y 64 años del Valle de Aburrá aumenta en una unidad (1%) se espera que la penetración Internet Dedicado Fijo del Valle de Aburrá disminuya 0.037 unidades, mientras las demás variables permanecen constantes.
- A medida que la tasa bruta de matriculados en educación media de Antioquia aumenta en una unidad (1%), y si las demás variables en el modelo permanecen constantes, se espera que la penetración Internet Dedicado Fijo en el Valle de Aburrá disminuya en 0.007 unidades.
- A medida que la tasa bruta de matriculados en educación superior de Antioquia aumenta en una unidad (1%), se espera que la

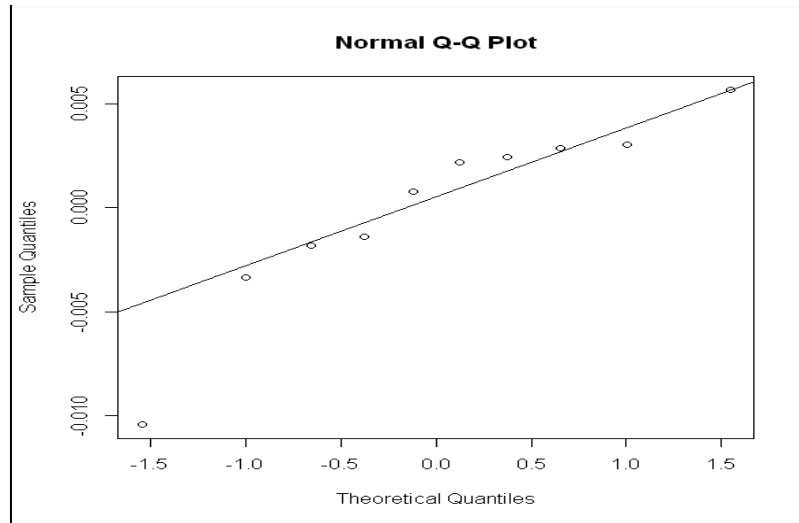
penetración Internet Dedicado Fijo del Valle de Aburrá aumente en 0.006 unidades, mientras las demás variables en el modelo permanecen constantes.

Cabe destacar que inicialmente, la Proporción de población entre 15-64 años presentó una significancia de 0.057 (no significativo al 5% pero sí por ejemplo al 6%), dicha variable se deja en el modelo debido a que su nivel de significancia está muy cerca al 5% tradicional (significancia de borde), por tener un Valor-p dentro del rango [0.05 – 0.08] lo cual indica que de tener un tamaño de muestra mayor podría resultar estadísticamente significativo.

Los intervalos de confianza calculados para cada parámetro indican un rango en el cual se mueve este, es decir, entre cuáles valores puede variar la influencia de los parámetros sobre la variable regresora; el intervalo más amplio que se obtuvo fue el perteneciente a la variable Proporción de población entre 15-64 años, este intervalo indica que el coeficiente puede tomar valores tanto positivos como negativos, es decir, puede llegar a ejercer una influencia positiva sobre la variable predictora. Ver Tabla No. 12.

Al realizar un análisis de los residuales obtenidos y aplicar una prueba de Shapiro Wilks se obtiene un valor p de 0.1659, es decir, no hay evidencia muestral suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad, el QQ-Plot obtenido para los residuales es:

**Gráfica 19 Gráfica QQ-Plot de los residuos**



Fuente Elaboración Propia

Es importante anotar, que debido al tamaño muestral (10 observaciones) puede encontrarse colinealidad entre algunas variables predictoras, esto también podría explicar, en parte, el  $R^2$  tan alto que se obtuvo; por tanto, es bueno aclarar que si se realiza el mismo procedimiento con una muestra de mayor tamaño tanto las variables significativas en el modelo, como sus coeficientes, pueden cambiar.

Basándonos en el modelo anterior se hizo una similitud con las variables del IDBA (Índice de Banda Ancha) (Ruzzier Galperin, 2013), se calculó el índice de Internet fijo Dedicado, IDID, el cual funciona en su medición y resultados de la misma manera que el IDBA, "entre -1 y +1, donde los valores positivos indican un desempeño por encima de lo esperado, mientras que valores negativos apuntan a un desempeño por debajo de las expectativas. Un valor cercano a 0 indica que el país en cuestión tiene el desempeño esperable en función de su dotación de recursos económicos y sus características demográficas".

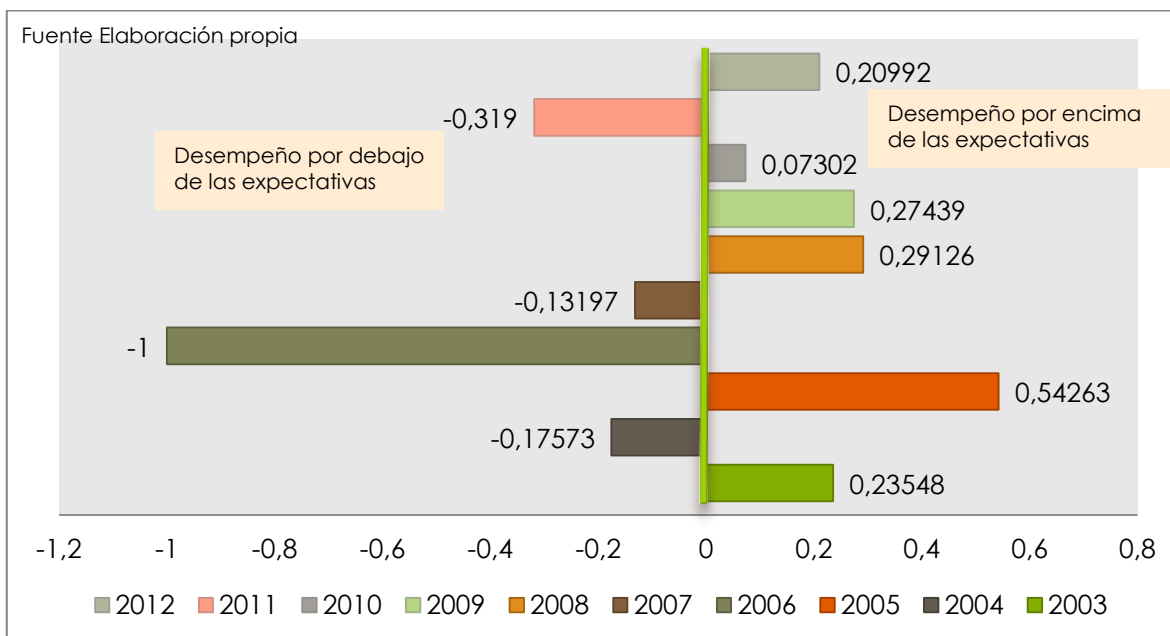
**Tabla 13 Comparación Variables IDBA - IDID**

VARIABLES IDBA	VARIABLES IDID
• PIB per cápita en dólares PPP (PBICAP)	• PIB per cápita en dólares PPP Antioquia
• Densidad de hogares por km2 (DENSHH)	• Densidad de hogares por km2 Valle de Aburra
• Porcentaje de población urbana (POPURB)	• Porcentaje de población urbana Valle de Aburra
• Porcentaje de la población entre 15 y 64 años (EDAD)	• Porcentaje de la población entre 15 y 64 años Valle de Aburra
• Un índice de educación (elaborado por Naciones Unidas) que captura la tasa de analfabetismo y la tasa de enrolamiento en los niveles primario, secundario y terciario (EDUC).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de Analfabetismo Antioquia</li> <li>• Tasa de Escolaridad Bruta Primaria Antioquia</li> <li>• Tasa de Escolaridad Bruta Media Antioquia</li> <li>• Tasa de Escolaridad Bruta Superior Antioquia</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

Los valores obtenidos para el IDID para el Valle de Aburrá fueron los siguientes:

**Gráfica 20 IDID (Índice de Internet Dedicado)**



Se puede observar que los mejores años en desempeño fueron el 2005, 2008, 2009 y los de más bajo desempeño fueron el 2006 y el 2011.

**Tabla 14 Correlaciones de Variables de Estudio**

		Correlaciones								
		Penetracion General-VA	PIB_Antioquia	Densidad_H ogares_Valle Aburra	Tasa Pob Urbana General	Porc Pob 15 a 64 General- VA	Tasa Analfabetismo	Matriculados Primaria	Matriculados Media	Matriculados Superior
Penetracion General-VA	Correlación de	1	,977**	,982**	,963**	,949**	-,672*	,733*	,947**	,987**
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,033	,016	,000	,000
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PIB_Antioqui a	Correlación de	,977**	1	,997**	,994**	,986**	-,701*	,778**	,957**	,970**
	Pearson									
	Sig. (bilateral)			,000	,000	,000	,024	,008	,000	,000
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Densidad_H ogares_Valle Aburra	Correlación de	,982**	,997**	1	,993**	,986**	-,682*	,764*	,963**	,976**
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,030	,010	,000	,000
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tasa Pob Urbana General	Correlación de	,963**	,994**	,993**	1	,996**	-,668*	,773**	,952**	,961**
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,035	,009	,000	,000
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Porc Pob 15 a 64 General- VA	Correlación de	,949**	,986**	,986**	,996**	1	-,656*	,809**	,926**	,940**
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,039	,005	,000	,000
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tasa Analfabetism o	Correlación de	-,672*	-,701*	-,682*	-,668*	-,656*	1	-,702*	-,698*	-,664*
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,033	,024	,030	,035	,039	,023	,025	,036
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Matriculados Primaria	Correlación de	,733*	,778**	,764*	,773**	,809**	-,702*	1	,608	,649*
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,016	,008	,010	,009	,005	,023	,062	,042
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Matriculados Media	Correlación de	,947**	,957**	,963**	,952**	,926**	-,698*	,608	1	,972**
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,025	,062		,000
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Matriculados Superior	Correlación de	,987**	,970**	,976**	,961**	,940**	-,664*	,649*	,972**	1
	Pearson									
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,036	,042	,000	
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración Propia

\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Según (Katz, 2012), en los casos de estudio presentados, también se puede tomar como variable dependiente el PIB Per Cápita.

Por lo cual en una segunda instancia de la investigación, se propuso observar si la Penetración de Internet Fijo Dedicado y las demás variables observadas influían significativamente en el desarrollo económico tanto del departamento como del Valle de Aburrá en sí, para lo cual se corrieron dos modelos de regresión lineal teniendo como variable respuesta el PIB del valle de Aburrá, y el PIB de Antioquia.

Revisando las correlaciones entre las variables estudiadas, Puede observarse una colinealidad casi perfecta (muy cercana a 1) entre algunas de las variables, Tabla 14, por tanto, las variables Densidad de Hogares, Tasa de población urbana y Edad, se agrupan mediante componentes principales, el porcentaje de varianza explicada por la primera componente para la unión de estas variables es del 99.45%, es decir, se conserva gran parte de la información de las variables originales, a esta variable se le asignó el nombre de “Aspectos poblacionales”.

Usando al PIB de Antioquia (en pesos) y la cantidad de personas que acceden a internet, junto con la variable unida de componentes principales (Aspectos poblacionales) se obtiene el siguiente modelo:

**Tabla 15 Coeficientes Variable Dependiente PIB Antioquia**

Modelo	B	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	9767383,373	,000	9038003,732	10496763,015
Num usuarios General	2,249	,090	-,457	4,956
Densidad+Tasa+Edad	1830157,349	,000	1205585,324	2454729,373

a. Variable dependiente: PIB\_Antioquia

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo un R<sup>2</sup> ajustado igual a 0.992 y el modelo resultante es:

$$\text{PIB\_Antioquia} = 9'767.383,373 + 2,249 * \text{Num usuarios} + 1'830.157,349 * \text{Aspectos poblacionales}$$

- A medida que la cantidad de usuarios que acceden a internet en el Valle de Aburrá aumenta en una unidad, se espera que el PIB de Antioquia aumente en 2,249 pesos, mientras las demás variables permanecen constantes.
- A medida que aumentan los Aspectos poblacionales del Valle de Aburrá en un 1%, se espera que el PIB de Antioquia aumente en 1'830.157,349 unidades, mientras las demás variables permanecen constantes.

Usando al PIB del Valle de Aburrá (en pesos) y la cantidad de personas que acceden a internet, junto con la variable unida de componentes principales (Aspectos poblacionales) se obtiene el siguiente modelo:

**Tabla 16 Coeficientes Variable Dependiente PIB Valle de Aburrá**

Modelo	B	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	6573449,011	,000	6082576,513	7064321,510
Num usuarios General	1,514	,090	-,308	3,335
Densidad+Tasa+Edad	1231695,896	,000	811358,924	1652032,869

a. Variable dependiente: PIB\_Valle\_Aburrá

Tabla No.16 - Fuente: Elaboración Propia

**Se obtuvo un R2 ajustado igual a 0.992 y el modelo resultante es:**

$$\text{PIB\_Valle\_de\_Aburrá} = 6'573.449,011 + 1,514 * \text{Num usuarios} \\ + 1'231.695,896 * \text{Aspectos poblacionales}$$

- A medida que la cantidad de usuarios que acceden a internet en el Valle de Aburrá aumenta en una unidad, se espera que el PIB del Valle de Aburrá aumente en 1.514, mientras las demás variables permanecen constantes.
- A medida que aumentan los Aspectos poblacionales del Valle de Aburrá, se espera que el PIB Valle de Aburrá aumente en 1'231.695,896 unidades, mientras las demás variables permanecen constantes.

Es importante aclarar que aunque la variable número de usuarios de internet tiene una significancia de 0,09 no alcanza a estar dentro del rango de significancia de borde por no tener un *Valor-p* dentro del rango [0.05 – 0.08], sin embargo se deja dentro del modelo ya que por la cercanía con el límite con un tamaño de muestra mayor podría resultar estadísticamente significativo.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES SONDEO CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS INTERNET FIJO DEDICADO VALLE DE ABURRÁ**

De acuerdo al sondeo realizado para la caracterización del uso del internet fijo dedicado en esta investigación para el Valle de Aburrá, La mayor frecuencia de utilización de internet dedicado, según las personas encuestadas, se encuentra en personas pertenecientes a nivel educativo Universitario, Bachillerato y Postgrado, con un porcentaje de uso de 48%, 40.5% y 9.5% respectivamente.

El operador más posicionado en el mercado es UNE, y la velocidad más frecuente de contratación es entre 1 y 5 megas Velocidades de Banda Ancha, esta preferencia en velocidad también se mantiene para Claro, que ocupa el segundo lugar en preferencia. Estos dos son los operadores que abarcan un mayor número de consumidores, se observa que tan sólo un 1.6% de las personas contrata su servicio de internet con otro operador.

Lo más común entre los usuarios de Internet, es contratar servicios por velocidades entre 1 y 5 Megas (77%), velocidades superiores o inferiores a este rango suelen presentar una frecuencia baja.

En todos los estratos coincide con que la velocidad de internet más usada es entre 1 y 5 Megas, por otro lado, entre 5 y 10 Megas presenta mayor frecuencia de uso en estratos 3 y 4, también se observa que velocidades mayores a 10 megas tienen mayor frecuencia en estratos Medio-Altos (3 en adelante) y las velocidades inferiores a 1 mega son más comunes en estratos medio-bajo (3 hacia abajo).

La mayor frecuencia de utilización de internet, independientemente de su velocidad se encuentra en personas de edades jóvenes. Entre 20 y 40 años.

De las personas encuestadas un 28% complementan sus servicios de internet con un servicio de internet móvil; en general, en estos casos, lo más común es que el complemento sea su celular (un 97% de aquellos que afirman tener internet móvil), esto da una luz de como el internet móvil puede ser complementario en zonas urbanas y en las zonas rurales puede ser una herramienta fuerte para dar cobertura de internet.

## **4.2 CONCLUSIONES INVESTIGACIÓN**

Esta investigación encuentra que para el Valle de Aburrá el principal determinante del aumento del nivel de penetración de internet fijo dedicado es la tasa bruta de matriculados en educación superior de Antioquia, seguida de la Densidad de Hogares por Km<sup>2</sup> del Valle de Aburrá, reforzando el estudio (Callorda, 2012), en donde de acuerdo a sus conclusiones el principal determinante del nivel de penetración en Colombia son variables socio demográficas como el nivel de habitantes, los cuales necesitan de acciones gubernamentales para mejorar la brecha digital. Se recomienda revisar (Katz & Galperin, 2013) en donde se identifican Barreras claras para latino américa como la Asequibilidad, una herramienta para tratarla son políticas frente a la competencia para bajar los precios de acceso, otra herramienta para aumentar la demanda y reducir barreras económicas, es por medio de reducción de impuestos asociados a los planes básicos de conectividad, para hogares de estratos de bajos ingresos. Otra Herramienta es impulsar el internet móvil a través de la telefonía celular con bajos precios, para esta opción se requiere un papel

muy proactivo del gobierno en la estructura de oferta de banda ancha móvil.

Haciendo el cálculo del Indicador de Internet Dedicado IDID, se puede observar que los mejores años en desempeño fueron el 2005, 2008, 2009 y los de más bajo desempeño fueron el 2006 y el 2011. Al revisar circulares de la CRT (comisión de Regulación de Telecomunicaciones)(CRT, 2005) en el 2005 sale la Circular 54 la cual hace modificaciones y aclaraciones sobre las cláusulas de permanencia de los contratos de suscriptores de todos los operadores del Sector, esto pudo dar tranquilidad a más personas a tomar Internet.

Para explicar el buen desempeño entre el 2008 y 2009, se observa de acuerdo al nivel de usuarios reportados de Internet dedicado en la página <http://www.sjust.gov.co/sjust/>, que del segundo semestre del 2007 al segundo semestre del 2009 existió un incremento del 10.275% en usuarios en el Valle de Aburrá, del operador Telmex Hogar S.A. actualmente Claro Soluciones Fijas, pasando de 228 usuarios a 70.896 en este periodo, lo anterior se debe al aumento de infraestructura de esta empresa al ingresar al mercado residencial del Valle de Aburrá desde el segundo semestre del 2007, iniciando por el municipio de Medellín. De acuerdo a (Ford, Koutsky, & Spiwak, 2007) Se observa muy comúnmente que la competencia de precios y beneficios tiene un mayor impacto para el consumidor final en las zonas donde varios competidores se sobrelapan, por lo tanto entre mayor sea el número de hogares pasados por las dos redes en un mercado determinado, menor será el precio de equilibrio.

Al revisar los modelos de regresión en el cual el PIB Per Cápita de Antioquia y el PIB Per Cápita del Valle de Aburrá son las variables dependientes se puede concluir para ambos casos que el principal determinante para el

crecimiento económico en el Valle de Aburrá son las variables socio – demográficas definidas en este estudio como Aspectos poblaciones del Valle de Aburrá, la segunda Variable es el nivel de usuarios de internet fijo dedicado en el Valle de Aburrá.

Para trabajos futuros, como posibles profundizaciones de esta investigación se propone:

1. Generación de un estudio de la penetración de internet móvil banda ancha, como herramienta de interconexión de poblaciones sin conexión de fibra óptica.
2. Desarrollar un Sistema de Medición del Plan Vive digital para las poblaciones del departamento de Antioquia rurales y municipales.
3. De acuerdo a esta investigación para mejorar las limitaciones de significancia estadística en las variables que la literatura explica como determinantes en la penetración de Internet, se realice una homologación en el tiempo de los datos históricos (desde el 2003) del Valle de Aburrá de las variables de Educación (Analfabetismo, Tasa Neta de Escolaridad Educación Primaria, Tasa Neta de Escolaridad Educación Media, Tasa Neta de Escolaridad Educación Superior, Cantidad de Hogares y Viviendas Rurales, Urbanas por municipio perteneciente a esta subregión de Antioquia, se recomienda utilizar metodología (Barro & Lee, 2012).
4. Determinar adecuadamente los indicadores de educación de acuerdo a (Katz & Galperin, 2013) ayuda a afrontar la Barrera de la habilidad, ya que se debe revisar las estructuras de los sistemas de educación existentes.

## 5. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- Angrist, Joshua y Alan B. Krueger (2001), Instrumental Variables and the Search for Identification: From Supply and Demand to Natural Experiments, *The Journal of Economic Perspectives* 15(4): 69-85.
- Atkinson, R. D. (2009). ICT and Innovation: racing the global challenges. *ICT World Today*.
- Barro, R., & Lee, J. (2012). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of Development Economics*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387812000855>
- Benavides, J., & Castro, F. (2011). Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el Desarrollo y la Competitividad del País.
- Callorda, F. (2012). Desarrollo de banda ancha a nivel provincial en América Latina: determinantes del nivel de penetración. *Acorn-Redecom.org*, 17–18. Retrieved from [http://www.acorn-redecom.org/papers/proceedings2012/014Callorda\\_Espanol.pdf](http://www.acorn-redecom.org/papers/proceedings2012/014Callorda_Espanol.pdf)
- CEPAL. (2010). Las TIC para el crecimiento y la igualdad : renovando las estrategias de la sociedad de la información.
- CINTEL. (2011). 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, 1–59.
- Crandall, R. W. (2003). *Broadband Communications*, II(May), 1–37.
- CRT. (2000). Las telecomunicaciones en colombia, 11–26.
- CRT. (2005). Circular 54 de 2005.
- CUÉLLAR, C. (2007). ESTUDIO DE LA DETERMINACIÓN DEL PRECIO DEL MERCADO DIARIO MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL. *lit.upcomillas.es*. Retrieved from <https://iit.upcomillas.es/docs/TM-07-002.pdf>

DANE. (2014). ENCUESTA NACIONAL DE CALIDAD DE VIDA 2013.

Ford, G. S., Koutsky, T. M., & Spiwak, L. J. (2007). Competition After Unbundling : Entry , Industry Structure , and Convergence Competition After Unbundling : Entry , Industry Structure , and Convergence, 59(2).

Fornefeld, 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). *Dusseldorf, Micus Management Consulting*. Retrieved from [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+Impact+of+Broadband+on+Growth+and+Productivity.+A+study+on+behalf+of+the+European+Commission+\(DG+Information+Society+and+Media\)#1](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+Impact+of+Broadband+on+Growth+and+Productivity.+A+study+on+behalf+of+the+European+Commission+(DG+Information+Society+and+Media)#1)

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., 1–53.

Greenstein, S., & McDevitt, R. C. (2011). The broadband bonus: Estimating broadband Internet's economic value. *Telecommunications Policy*, 35(7), 617–632. doi:10.1016/j.telpol.2011.05.001

Jonscher, C. (1982). *Notes on Communication and Economic Theory. Communication Economics and Development* (pp. 60–69). Center for Cultural and Technical Interchange Between East and West. doi:10.1016/B978-0-08-027520-8.50009-6

Jordán, V., Galperin, H., & Peres, W. (2010). *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*. Retrieved from [http://socinfo.eclac.org/publicaciones/xml/7/41727/2010-832\\_LCR.2167\\_Banda\\_ancha\\_WEB.pdf](http://socinfo.eclac.org/publicaciones/xml/7/41727/2010-832_LCR.2167_Banda_ancha_WEB.pdf)

Katz & Galperin. (2013). II. La brecha de demanda: determinantes y políticas públicas; Banda Ancha en América Latina: más allá de la conectividad. *Naciones Unidas*. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>

Katz, R. (2009a). Contribución de las tecnologías de la información y las comunicaciones al desarrollo económico: propuestas de América Latina a los retos económicos. *Madrid, España: Ariel*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:La+C>

ontribución+de+las+tecnologías+de+la+información+y+las+comunicaciones+al+desarrollo+económico:+propuestas+de+América+Latina+a+los+retos+económicos+actuales#0

Katz, R. (2009b). Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America. *Proceedings of the 3rd ACORN-REDECOM ...*, 1–20. Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/gaid/unpan036761.pdf>

Katz, R. (2012). The Impact of Broadband on the Economy: Research to date and Policy Issues. International telecommunication Union, The impact of Broadband on the Economy Broadband Series. *Telecommunication Development Sector*. Retrieved from [www.itu.int/broadband](http://www.itu.int/broadband)

Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 33(9), 471–485. doi:10.1016/j.telpol.2009.07.004

Malik, K. (2013). Human Development Report 2013. The rise of the South: Human progress in a diverse world. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2013/US/US201300030000003.xml;US20130000376>

MINTIC. (2013). Boletín trimestral de las TICs - Cifras cuarto semestre del 2012.

OECD. (2011). Secretaría De Educación para la ultura de Antioquia (2011), "Antioquia, Colombia: Informe de Auto-Evaluación", Estudios de la OCDE: Educación Superior en el Desarrollo Regional y de Ciudades, IMHE. *Directorate for Education Programme on Institutional Management in Higher Education (IMHE)Regional, Desarrollo Auto-Evaluaci, Informe D E Directorate, Ltda Programme, Education Management, Institutional Education, Higher.*

Qiang, C. (2009). Economic impacts of broadband. ... *and Increasing Impact*, 35–50. Retrieved from [http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=\\_5DL8RXJUbgC&oi=fnd&pg=PA35&dq=Economic+Impacts+of+Broadband&ots=KB6jYIYL3M&sig=u\\_apNm8l2P1fCbetanfWMedUTk](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=_5DL8RXJUbgC&oi=fnd&pg=PA35&dq=Economic+Impacts+of+Broadband&ots=KB6jYIYL3M&sig=u_apNm8l2P1fCbetanfWMedUTk)

- Ramirez, A. (2006). *Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*.
- Ruzzier Galperin. (2013). V. Las tarifas de banda ancha: benchmarking y análisis. *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, (2009), 143–182.
- Waverman, L., & Brooks, N. (2009). *Connectivity Scorecard 2009 With assistance from*.
- Röller, Lars-Hendrik y Leonard Waverman (2001), *Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach*, *American Economic Review* 91 (4): 909-923.
- Rosston, Gregory, Scott Savage y Donald Waldman (2010), *Household Demand for Broadband Internet Service, Reporte Final al Broadband.gov Task Force, Federal Communications Commission, Washington D.C.*
- Varian, Hal (2002), *The Demand for Bandwidth: Evidence from the INDEX Project*, en Robert Crandall y James Alleman (eds.), *Broadband: Should We Regulate High-Speed Internet Access*, AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies, Washington, D.C.
- Wallsten, Scott (2009), *Understanding International Broadband Comparisons*. Technology Policy Institute, Junio.
- Webster, Allen L (2001), *Estadística aplicada a los negocios y la economía*, Mc Graw Hill. Tercera Edición, Capítulo 12.

## 6. ANEXOS

### 6.1 FICHA TÉCNICA SONDEO CARACTERIZACIÓN USUARIOS DE INTERNET FIJO DEDICADO VALLE DE ABURRÁ

#### FICHA TÉCNICA DEL SONDEO

**Técnica:** Entrevista en centros públicos, presencial.

**Ámbito geográfico:** Valle de Aburrá

**Universo:** Población del Valle de Aburrá, Segundo Semestre 2013.

**Número de Entrevistas:** 994

**Error:** +/- del 3% para un nivel de confianza del 96% y  $p=q=0,5$

**Muestreo:** Estratificado por dimensión de municipio.

**Trabajo de Campo:** 01 al 31 de octubre de 2013. Elaboración propia.

## 6.2 DATOS MODELOS DE REGRESIÓN

### a. PENETRACIÓN HISTORICA INTERNET BANDA ANCHA (2003 – 2012)

#### Valle de Aburrá

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BARBOSA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,033	0,051	0,070	0,077
BELLO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048	0,074	0,105	0,139	0,153
CALDAS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,059	0,082	0,116	0,137
COPACABANA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,077	0,104	0,156	0,180
ENVIGADO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,143	0,163	0,190	0,220	0,238
GIRARDOTA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,049	0,064	0,080	0,090
ITAGUI	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,075	0,092	0,118	0,156	0,175
LA ESTRELLA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,059	0,076	0,102	0,136	0,158
MEDELLÍN	0,005	0,007	0,022	0,044	0,079	0,088	0,101	0,126	0,162	0,178
SABANETA	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,128	0,153	0,191	0,240	0,272
<b>VALLE DE ABURRA</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,0044</b>	<b>0,0151</b>	<b>0,0293</b>	<b>0,0528</b>	<b>0,0824</b>	<b>0,0977</b>	<b>0,1239</b>	<b>0,1591</b>	<b>0,1755</b>
<b>Colombia</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>0,007</b>	<b>0,014</b>	<b>0,027</b>	<b>0,043</b>	<b>0,049</b>	<b>0,058</b>	<b>0,072</b>	<b>0,087</b>

Fuente: 2003 - 2005 Elaboración propia, 2006 al 2011 [www.siust.gov.co](http://www.siust.gov.co) 2011 - 2012 [www.mintic.gov.co](http://www.mintic.gov.co).

### b. TASA DE POBLACIÓN URBANA (2003 – 2012)

#### Valle de Aburrá

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Barbosa	0,432	0,435	0,438	0,441	0,444	0,447	0,449	0,451	0,453	0,455
Bello	0,958	0,961	0,964	0,967	0,969	0,972	0,974	0,976	0,978	0,980
Caldas	0,778	0,777	0,776	0,776	0,777	0,778	0,779	0,780	0,782	0,783
Copacabana	0,860	0,861	0,863	0,864	0,865	0,866	0,867	0,868	0,869	0,870
Envigado	0,946	0,948	0,950	0,952	0,954	0,955	0,957	0,959	0,960	0,962
Girardota	0,584	0,586	0,587	0,589	0,590	0,592	0,593	0,594	0,595	0,596
Itagui	0,905	0,906	0,907	0,908	0,909	0,910	0,911	0,911	0,912	0,913
La estrella	0,565	0,556	0,550	0,547	0,545	0,544	0,545	0,546	0,548	0,551
Medellín	0,980	0,981	0,982	0,983	0,984	0,984	0,985	0,986	0,986	0,987
Sabaneta	0,791	0,791	0,792	0,793	0,794	0,794	0,795	0,795	0,796	0,796
<b>Valle de Aburrá</b>	<b>0,9429</b>	<b>0,9442</b>	<b>0,9454</b>	<b>0,9462</b>	<b>0,9470</b>	<b>0,9478</b>	<b>0,9486</b>	<b>0,9493</b>	<b>0,9500</b>	<b>0,9507</b>

Fuente: Dane.

### c. TASA DE POBLACIÓN ENTRE 15 Y 64 AÑOS VALLE DE ABURRÁ (2003-2012)

% POB 15-64	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Barbosa	0,61	0,62	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65
Bello	0,65	0,65	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68
Caldas	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70
Copacabana	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,68	0,69	0,69	0,70
Envigado	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,70
Girardota	0,64	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67
Itagui	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69
La estrella	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68
Medellín	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72
Sabaneta	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
<b>Total</b>	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71

Fuente: Dane.

### d. TASAS DE NIVEL DE EDUCACIÓN Antioquia (2003 – 2012)

AÑOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Analfabetismo	7,3	6,4	6,8	7,5	5,1	6,7	4,7	6,7	5,1	4,6
TBE Primaria	94,8	93,6	95,5	93,2	116,9	114,1	113,6	111,4	113,6	110
TBE Media	53,7	55,2	57,3	58,8	58,4	58,6	62	61,9	63,9	67,9
TBE Superior	28	29,6	31,3	33,2	33,1	35,1	38,7	40,9	45,2	46,6

Fuente: Depto. Nal. de Planeación - DIOGS con base en la Encuesta Nacional de Hogares y E.C.V.- del DANE. ECV Gobernación.

### e. PIB PER-CAPITA VALLE DE ABURRÁ (2003-2012)

AÑOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PIB Valle de Aburrá	\$4.830.350	\$ 5.545.891	\$ 6.063.407	\$ 6.652.216	\$7.417.344	\$ 7.873.913	\$ 8.164.899	\$ 8.544.922	\$ 9.504.085	\$ 9.985.289

Fuente: Dane.