

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**Relación entre el crecimiento económico y el desarrollo de las  
telecomunicaciones en el Perú entre los años 2007 - 2011**

Tesis para optar el grado de Magíster en Gestión y Política de la Innovación y la  
Tecnología

Presentado por: Angello Helmut Rodriguez Sevilla

Asesor: Carlos Bernardino Silva Cárdenas

San Miguel, 2016



A mis padres, por confiar plenamente en mi persona

## RESUMEN

La presente tesis estudia la relación existente entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones en los 24 departamentos del Perú entre los años 2007 y 2011.

En lo particular, se enfoca en el **impacto** que producen las telecomunicaciones **móviles** sobre la economía y viceversa. El resultado indica que existe una relación bidireccional entre el producto bruto interno per cápita (PBI) – indicador que se tomará para medir el crecimiento económico - y la teledensidad – variable que representa el avance en el desarrollo de las telecomunicaciones e indica la cantidad de suscriptores del servicio de telefonía móvil de telecomunicaciones por cada 100 habitantes -; en cada uno de los departamentos del Perú.

Las metodologías usadas son la del Modelo de Panel de datos dinámico, basada en la Teoría del Crecimiento Endógeno; el cual se encarga de hallar la relación que ejerce la teledensidad sobre el PBI per cápita; esto debido a un conjunto de correlaciones matemáticas que nos permiten hallar dicha relación entre las variables de manera más precisa; además, este modelo se basa en estudios previos similares que llegan a la misma conclusión en diferentes países alrededor del mundo. La segunda metodología es la del Modelo de Difusión Tecnológica del tipo logístico, la cual analiza la relación que ejerce el PBI per cápita sobre la teledensidad, siendo afirmativa también esta proposición.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Marco Teórico</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1.  Ámbito Económico</b> .....	<b>2</b>
1.1.1.  Desarrollo y crecimiento Económico .....	2
1.1.2.  Cambio técnico y la actividad innovadora .....	3
1.1.3.  Teoría del crecimiento endógeno .....	6
1.1.3.1.  Primera Generación .....	8
1.1.3.1.1.  Modelo de Frankel .....	9
1.1.3.1.2.  Modelo de Arrow .....	10
1.1.3.2.  Segunda Generación.....	12
1.1.3.2.1.  Modelo seudo Harrod-Domar de Romer .....	12
1.1.3.2.2.  Modelos Neo Exógenos.....	14
1.1.3.2.2.1.  Modelo de Capital Humano de Lucas .....	14
1.1.3.2.2.2.  Modelo neo-vintage de Romer .....	16
1.1.3.3.  Modelo de Barro .....	18
1.1.4.  Modelo de Difusión Tecnológica.....	19
1.1.4.1.  Evolución de las Fases de un nuevo producto.....	20
1.1.4.2.  Modelos de Difusión Tecnológica.....	22
1.1.4.3.  Modelo de Difusión Tecnológica para la industria de servicios móviles .....	24
1.1.4.3.1.  Identificación de las fases de la industria de servicios móviles.....	25
1.1.4.3.2.  Estimación para los departamentos del Perú .....	27
<b>1.2.  Desarrollo de las Telecomunicaciones</b> .....	<b>27</b>
<b>1.3.  Innovación en las Telecomunicaciones</b> .....	<b>30</b>
<b>Capítulo 2: Marco Contextual</b> .....	<b>31</b>
<b>2.1.  Las Telecomunicaciones en el Mundo</b> .....	<b>31</b>
2.1.1.  Teledensidad de los servicios de telecomunicaciones más populares .....	32
2.1.2.  Servicio de Telefonía Móvil .....	33
2.1.3.  Servicio de Banda Ancha Móvil .....	34
<b>2.2.  Situación actual de las Telecomunicaciones en el Perú</b> .....	<b>36</b>
2.2.1.  Situación actual de los servicios de Radiodifusión en el Perú .....	36
2.2.1.1.  Radiodifusión Sonora .....	37
2.2.1.2.  Radiodifusión por Televisión .....	38
2.2.2.  Situación actual de los servicios de Telefonía en el Perú .....	38
2.2.2.1.  Servicio de Telefonía Fija.....	39
2.2.2.2.  Servicio de Telefonía Móvil .....	40
2.2.2.3.  Servicio de Telefonía Pública.....	42
2.2.3.  Situación actual de los servicios de Internet en el Perú .....	43
2.2.3.1.  Servicio de Internet Fijo .....	43
2.2.3.2.  Servicio de Internet Móvil .....	46
2.2.3.3.  Plan Nacional de Banda Ancha.....	47
<b>2.3.  Innovaciones actuales en Telecomunicaciones</b> .....	<b>48</b>
2.3.1.  Redes de telefonía de 5ta generación (5G) .....	49
2.3.2.  Red de banda ancha satelital.....	50

**Capítulo 3: Relación entre el crecimiento económico y el desarrollo de las Telecomunicaciones ..... 53**

**3.1. Metodología.....53**

        3.1.1. Base de datos ..... 58

            3.1.1.1. Objetivo principal de la investigación ..... 63

        3.1.2. Herramienta utilizada para análisis de datos ..... 64

**3.2. Ejecución y Resultados .....64**

**Conclusiones..... 75**

**Referencias Bibliográficas ..... 77**

**ANEXOS..... 83**



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases de una nueva tecnología .....	22
Figura 2 Indicadores globales de desarrollo de las Telecomunicaciones 2001-2015 .....	33
Figura 3 Suscripciones de Banda Ancha Móvil en Porcentaje.....	35
Figura 4 Porcentaje de Individuos usando Internet .....	35
Figura 5 Suscripciones de Banda Ancha Fija en el mundo .....	36
Figura 6 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión Sonora .....	37
Figura 7 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión por Televisión .....	38
Figura 8 Líneas en servicio de Telefonía Fija .....	40
Figura 9 Líneas en servicio de Telefonía Móvil.....	41
Figura 10 Densidad de Líneas en servicio de Telefonía Móvil.....	42
Figura 11 Densidad de servicio de Telefonía Pública .....	43
Figura 12 Líneas en Servicio de Internet Fijo.....	45
Figura 13 Porcentaje de la Población con acceso a Internet Fijo .....	45
Figura 14 Penetración de Internet Móvil en el año 2014 .....	46
Figura 15 Cantidad de Líneas Móvil con internet según Modalidad Contractual ....	47
Figura 16 Cobertura del Proveedor O3B NETOWKRS .....	52
Figura 17 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2007.....	66
Figura 18 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2008.....	66
Figura 19 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2009.....	67
Figura 20 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2010.....	67
Figura 21 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2011 .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cobertura de la Telefonía Móvil 3G en el mundo .....	34
Tabla 2 Teledensidad por departamento del 2003-2012.....	58
Tabla 3 PBI per cápita por departamento 2007-2011 .....	59
Tabla 4 Tasa de Ahorro per cápita en Nuevos Soles por Departamento 2007-2011	60
Tabla 5 Gasto Público per cápita en Nuevos Soles por Departamento 2007-2011 ..	61
Tabla 6 Porcentaje de la población de 15 años a más con primaria completa por departamento 2007-2011 .....	62
Tabla 7 Porcentaje de la población de 15 años a más con secundaria completa por departamento 2007-2011 .....	63



## Introducción

En los últimos 20 años, el sector de las telecomunicaciones se ha expandido muy rápidamente en muchos países. Este avance se debe a múltiples factores; tales como una mejora en la tecnología usada para las telecomunicaciones, la liberalización de mercados y la privatización de servicios (Gruber H. , 2001). La economía mundial también se ha visto afectada de manera positiva e incluso muchas economías transitorias han experimentado un rápido crecimiento.

El desarrollo de tecnologías como el satélite; la fibra óptica en reemplazo de cables de cobre; tecnología móvil, el internet y la web ancha mundial, o World Wild Web, en sus siglas en inglés, han mejorado las comunicaciones globales y facilitado el intercambio de información entre personas de distintas partes del mundo. Además, la innovación tecnológica en las telecomunicaciones, han reducido los costos de comunicación y facilitado la globalización de la producción y los mercados (Pun-Lee Lam, 2010).

Un punto en el que se hace énfasis es en el tema de la internacionalización de las comunicaciones, lo cual es permitido gracias a las tecnologías antes descritas. Esta internacionalización es la que permita la comunicación entre personas ubicadas en distintas partes del mundo; así como el aumento del *market share* en el ámbito de las telecomunicaciones, ya que las empresas de dicho rubro pueden obtener suscriptores alrededor del mundo (Jason Whalley, 2011).

Existen múltiples estudios similares que buscan relacionar el crecimiento económico con el desarrollo de las telecomunicaciones demostrando la causalidad entre ellas utilizando el Modelo de Panel de Datos Dinámico tales como Shiu y Lamp (2008) en China; Karner y Onyeji (2007) en África y Europa; Roller (2001) en más de 21 países alrededor del mundo; Madden y Savage (1998) que hace una comparación entre países desarrollados y en desarrollo; Gruber y Verbore (2001) haciendo uso del Modelo de Difusión Tecnológica en la Unión Europea; Chakraborty y Nandy (2003) demostrando incluso una causalidad bidireccional en 12 países en desarrollo de Asia.

## Capítulo 1: Marco Teórico

### 1.1. Ámbito Económico

Para poder hallar la relación existente entre el desarrollo de las telecomunicaciones y la economía en el país, debemos analizar ambos ámbitos por separado y encontrar una variable que sintetice o represente en forma más general cada uno de ellos. En el presente capítulo, nos encargaremos del ámbito económico; para esto, debemos evaluar lo que es desarrollo y crecimiento económico; ver cuál de los dos se adecua más a lo que estamos buscando y elegir una variable relacionada a éste.

#### 1.1.1. Desarrollo y crecimiento Económico

Si hablamos del concepto de desarrollo en su totalidad, nos referimos a un pensamiento más global y dinámico; ya que compromete conceptos tanto económicos, como políticos y sociales, los cuales tienen un peso significativo. Además, el concepto de dinámico se le atribuye porque es un proceso acumulativo y de un alcance mayor (Vega Centeno, 2003).

El aspecto social del desarrollo ofrece nuevas o mayores oportunidades a las personas dentro de la sociedad. Estas oportunidades, según PNUD (2001), son las de poder alcanzar una vida larga y saludable, adquirir una educación de calidad satisfactoria y las de tener acceso a bienes o servicios que permitan alcanzar un nivel de vida aceptable. Sin embargo, con esto no se garantiza la felicidad, ya que, al ser ésta algo personal, intervienen otros aspectos relacionados a los vínculos dentro de la sociedad.

Lo antes mencionado contribuye al desarrollo humano; constituye el crecimiento y la transformación económica a lo largo de todo el proceso, que está marcado tanto por los desafíos como por las condiciones técnicas específicas en las que se realiza. La forma en que una sociedad se desempeña mediante aportes al desarrollo humano puede ser estimulada y apoyada por nuevas investigaciones; las cuales pueden convertirse en posibilidades técnicas e, igual de importante, la capacidad de utilizarlos. Lo mismo

sucede en caso contrario, por falta de tecnología, los procesos podrían resultar paralizados o retrasados (Vega Centeno, 2003).

Tanto las técnicas antes mencionadas como su respectivo uso tienen significado solo en un período determinado. Esto no significa que sea definitivo y luego desaparezca; por el contrario, plantea buscar novedades o actualizaciones. Tanto la demanda como la experiencia acumulada de los productores (empresas) y el aporte invaluable tanto de investigadores como de los inventores ofrecen una serie de cambios o apariciones de nueva tecnología. A este conjunto de cambios, o generación de nuevas técnicas, son lo que ya Schumpeter (1971) catalogaba como **innovación**; por otro lado, la literatura contemporánea en el ámbito económico lo cita como **cambio técnico**.

#### 1.1.2. Cambio técnico y la actividad innovadora

Ha habido un conjunto de autores que describen experiencias acumuladas que relacionan el ámbito económico con el cambio técnico; entre ellos está Kaldor (1966), el cual destaca el crecimiento del capital por trabajador a través del tiempo y la casi constancia de la tasa de retorno al capital. Más adelante aparece, Kuznetz (1973), el cual indica que existe un aumento de la importancia que juega tanto la educación como el comercio internacional en la economía. En todas estas características mencionadas aparece implícitamente el cambio técnico; en otras palabras, todo crecimiento viene acompañado, o se ha visto influenciado y en parte causado por cambios técnicos (Vega Centeno, 2003).

Para Schumpeter (1971), la innovación es introducida por un empresario, debido a la competencia o la amenaza de que su empresa desaparezca; creando así la llamada *destrucción creadora*. Dicha innovación se difunde, ya sea por la necesidad de imitar o innovar para continuar en competencia; lo cual, a la larga, crea crecimiento y desarrollo. Entonces, hablamos de agentes microeconómicos que pueden afectar el ámbito macroeconómico. Por otro lado; para Arrow (1962), la innovación es la renovación de equipos y la experiencia obtenida en una firma o en toda una industria los que eleven la productividad y rendimiento creciente a escalas.

Existen dos tipos de innovaciones según Vega Centeno (2003); la primera se denomina innovación **radical**, que corresponde al cambio técnico mayor descrito anteriormente por

Schumpeter (1971); aquí la innovación entra estrictamente dentro del concepto de novedad, ya sea como producto o proceso productivo, llegando incluso a sobrepasar los límites del conocimiento científico existente y, reemplazándolo, en algunos casos y ejerciendo influencia sobre el estado de la técnica y, como explicaremos más adelante, el paradigma tecnológico. Habitualmente, este tipo de innovación deriva de esfuerzos constantes en Investigación y Desarrollo (I&D) o experiencias provenientes de algún proyecto universitario o instituto de investigación, tanto públicos como privados. Por esta razón, la innovación radical desconfigura y transforma los mercados y, por lo tanto, influye en el crecimiento. En segundo lugar, están las innovaciones **incrementales**; en otras palabras, derivadas de mejoras tanto de procesos o productos preexistentes, así como invenciones o innovaciones previas; por lo que habitualmente aparecen en firmas o industrias específicas. Ambos tipos de innovación resultan del esfuerzo de dichas firmas por mejorar sus condiciones o subsistir en el mercado; que dicho sea de paso, es cambiante; en otras palabras, ambos tipos influyen tanto en el ámbito tecnológico como económico.

Cada etapa, a lo largo del tiempo, responde a un patrón diferente, gobernado por los requerimientos o necesidades de los consumidores; a eso se le ha identificado como un paradigma tecnológico, ya que ha introducido metas de desarrollo específicos, patrones de búsqueda y ha privilegiado algún tipo de soluciones e industrias. Para hacer lo más acorde a la investigación, se habla de un paradigma tecno-económico (Peres, 1998); en otras palabras, en diferentes momentos, dichos patrones derivan en la creación de nuevas tecnologías dominantes en alguna etapa de la economía.

Con la introducción de los paradigmas tecnológicos, aparece también el concepto de trayectorias tecnológicas (Peres, 1998); ya que, al identificarse el carácter específico de la tecnología y de las oportunidades que ofrece, sirven como canales para que, tanto las firmas como los países en sí, se muevan en la misma dirección, transformándose y enfocando sus soluciones en torno a éstos, teniendo un fuerte impacto en la economía; sin embargo, esto no quiere decir que un avance tecnológico cancele totalmente las etapas previas o rezagos de éstas.

Todo avance dentro de una firma, según Dosi (1988), tiene el carácter de acumulativo; ya que posee una base tecnológica que ofrece ciertas condiciones para iniciar su

producción y brinda las direcciones de búsqueda; además, capitaliza activos y experiencias que servirán para los futuros proyectos para la trayectoria propia de dicha firma. Esta última es selectiva (propio de cada actividad económica o firma) y con una finalidad definida; es decir, una búsqueda cerrada y condicionada, con un área de búsqueda y con intereses definidos.

Hasta ahora se ha tomado los conceptos innovación y cambio técnico como si fuesen lo mismo; sin embargo, debemos notar que el primero se enfoca con más intensidad en el tema de la **novedad**, ya sea en los procesos productivos o el resultado general; así como el aspecto económico de dicho producto, proceso o servicio creado como consecuencia de la actividad innovadora y las condiciones cambiantes de toda actividad económica; en otras palabras, que exista demanda; mientras que el segundo se enfoca específicamente en la transformación de lo que esté implicado. El cambio técnico, ocurre en todo momento; ya sea de manera exógena, adoptando y adaptándolo a mecanismo internos de la empresa o de manera endógena, a partir de decisiones de la misma firma motivadas por aumentar o mantener ciertos beneficios, lo cual en algunos casos se aprovecha de una innovación (Schumpeter, 1971).

Según Vega Centeno (2003), son cinco elementos o características los que definen la actividad innovadora; en primer lugar tenemos a la incertidumbre de los resultados, ya que no se sabe de antemano el plazo y el costo que involucra la creación de ese elemento innovador; en segundo lugar, el desarrollo científico, ya que ofrece gran parte del conocimiento que es usado en las economías contemporáneas, las cuales poseen un grado de alto de transformación en las actividades productivas que requieren de refinamiento técnico; en tercer lugar, la investigación y desarrollo experimental o búsqueda permanente de la innovación relacionada, desde luego, a las actividades productivas; en cuarto lugar, la experiencia propia en la producción y el aprendizaje poseen una vital importancia y sirven de apoyo para las innovaciones y mejoras tecnológicas; por último, la experiencia previa sirve como base para emprender la búsqueda de la innovación y el capital humano - o habilidades de los propios trabajadores - son el fundamento para transformar esa experiencia en el nuevo producto innovador.

En la actualidad, la búsqueda de eficiencia en las empresas tiende a ser dominado por el acceso y el procesamiento de la información, lo cual involucra también la comunicación; así como el uso de nuevos materiales que faciliten dicho intercambio de información y creen equipos dedicados a esto último (como es el caso de los servicios de telecomunicaciones) (Vega Centeno, 2003).

Katz (1976) opina que las economías subdesarrolladas adoptan los cambios técnicos de forma **adaptativa**, lo adoptan de forma exógena. Hace una distinción entre cambio técnico mayor y menor. El primero se refiere a los cambios que desplazan la frontera de producción, alterando de cierta manera la tecnología base, lo cual puede derivar en innovación; el segundo se refiere a cambios que se aproximan a la frontera de producción, logrando la mayor eficiencia posible, en base a las condiciones y especificaciones independientes de cada firma, pero sin alterar la tecnología base.

Ahora, para captar de forma más global los aspectos determinantes del cambio técnico y la innovación, debemos analizar el enfoque **evolucionista**, el cual fue propuesto inicialmente por Nelson y Winter (1982), los cuales ponen énfasis en el rol de las instituciones y las políticas emitidas en la inducción y orientación de la actividad innovadora; a este marco, que considera las características que definen el proceso del cambio técnico y las posibilidades futuras de las firmas, más allá de sus beneficios privados de cada una, se le conoce como **Sistema Nacional de Innovación**. Solo para mencionarlo, en el Perú, el encargado de este sistema es el CONCYTEC (2016).

Por estas razones; tienen que aceptarse el hecho de que la innovación o el cambio técnico contribuyen de manera importante en el crecimiento económico y ayuda a transformar la economía a lo largo de todo el proceso de desarrollo.

### 1.1.3. Teoría del crecimiento endógeno

En los años sesenta, los investigadores y economistas se enfocaron en los temas de la macroeconomía y de desarrollo económico; dejando de lado la teoría del crecimiento económico; esto debido a la ausencia de datos en el tiempo confiables para un número de países representativos; además, tanto la escasa evidencia empírica como los obstáculos existentes para realizar estudios empíricos que permitan comprobar los

modelos de crecimiento económico de la época, llevaron a la pérdida de interés por parte de los economistas por la teoría del crecimiento. Entonces, a pesar de que el desarrollo y el crecimiento económico están entrelazados, el distanciamiento se incrementaba, debido a intereses en temas sociológicos, antropológicos y de ciencias políticas (Bardham, 1993).

Ya en los años ochenta, las publicaciones de varios autores, que veremos más adelante, tales como Romer (1990) y Lucas (1988); todos desarrollados en base a los estudios realizados por Arrow (1962) y Frankel (1962), retomaron interés en el crecimiento económico, desde una perspectiva neoclásica, que incorpora características que permitían explicar de manera más sencilla las estilizadas teorías de crecimiento; entre los temas que cobraron mayor interés están la endogeneidad del proceso técnico, el cual hace mención a la inversión en tecnología desde dentro de un sistema; que en este caso podemos llamarlo a un estado nación o a las instituciones que lo conforman; la importancia de la acumulación del capital humano, el cual incluye la difusión del conocimiento y externalidad producidas por el avance tecnológico; el aprendizaje en el trabajo, lo cual incluye especialización en un proceso y capacitación; la relevancia en la inversión en Investigación y Desarrollo (I&D); la competencia imperfecta y la importancia de las instituciones y la política económica; ya que esta última produce efectos permanentes sobre el crecimiento económico a largo plazo; teniendo como una de las variables más relevantes el gasto público. (De Mattos, 1999)

Entonces, estos temas han contribuido a que las teorías del crecimiento y el desarrollo económico se reconcilien, ya que los efectos concernientes a la economía no quedan relegados solo a la producción, sino se toma desde una visión más amplia. Además, el interés causado entre el bajo crecimiento en Occidente (en donde se encuentra nuestro país) y países del este asiático han apoyado el resurgimiento de la teoría de crecimiento (Dutt, 2003)

La teoría del crecimiento económico busca explicar los cambios en la economía a largo plazo, si se le considera como un conjunto. Incluso, se le debe exigir que explique dicho comportamiento con pruebas empíricas, observadas a través de la historia y demuestre el patrón de la evolución de la economía (Kaldor, 1966).

Otro importante aporte es que actualmente se cuenta con una mayor cantidad de datos e implicancias empíricas, que utilizan bases de datos que toman en cuenta aspectos sociales; aumentando la posibilidad de comprobación en la realidad de los distintos modelos de crecimiento y pudiendo causar efectos a largo plazo en la macroeconomía (Sala-i-Martin, 2002).

Según lo visto en el punto anterior, existe la necesidad de tecnología exógena para lograr crecimiento en el producto per cápita; en otras palabras, los distintos países, por diferentes condiciones que posean, podrán tener un crecimiento económico solo si existen mejoras tecnológicas. Sin embargo, el modelo neoclásico concluye que si queremos explicar las variables determinantes del crecimiento económico, sin poseer ninguna exógena, debemos abandonar ciertos supuestos; a esto se le conoce como la "Teoría del Crecimiento Endógeno" o nueva teoría del crecimiento. Dicho en otras palabras, se dirige a encontrar un mecanismo interno que genere crecimiento económico dentro de un sistema; mayormente referido a un estado nación (Jiménez, 2010).

En esta sección se presenta el surgimiento de la teoría del crecimiento endógeno. En las secciones siguientes se desarrollan los modelos de primera y segunda generación y, finalmente, se desarrolla el modelo de Barro (1990) con gasto público e impuestos. El capítulo concluye señalando recomendaciones de política económica para el crecimiento de largo plazo de acuerdo con la teoría del crecimiento endógeno.

#### 1.1.3.1. *Primera Generación*

Los pioneros de la teoría del crecimiento endógeno (EGT) surgieron en la década del sesenta; los trabajos más reconocidos fueron realizados por los autores Frankel (1962) y Arrow (1962), y fueron catalogados como modelos de la Primera Generación de la EGT. Ambos modelos surgieron ante la inconformidad que existía frente a los resultados de los modelos de crecimiento neoclásicos, tales como el modelo Harrod-Domar (Jiménez, 2010) y el modelo de Solow (1994).

Tanto el modelo de Frankel (1962) como el de Arrow (1962) parten de una misma función de producción neoclásica basada en el modelo de Harrod-Domar (Jiménez, 2010) mostrado a continuación:

$$Y = \alpha K^\alpha (HL)^{1-\alpha}$$

En donde “Y” es la Función de Producción con progreso técnico de Harrod-Domar; “ $\alpha$ ” la participación de los ingresos del capital en el ingreso total; “K” es el capital; “H” es el denominado progreso técnico y “L” es el crecimiento de la fuerza laboral o de trabajo.

A pesar de partir de la misma función base; ambos autores de la primera generación difieren en el parámetro de progreso técnico; Frankel (1962) considera que el progreso técnico está vinculado al grado de desarrollo de la economía del país e introduce una variable adicional en la función de producción, el stock de capital per cápita; con esto, el autor adiciona un factor externo que representa el nivel de desarrollo alcanzado por la economía percibido por las firmas individuales; en cambio, Arrow (1962) indica que, a través del proceso de aprendizaje o, como él lo llama, *learning by doing*, existe una acumulación de capital humano; además, la acumulación de capital físico se puede aproximar al nivel de especialización o experiencia por parte de los trabajadores (Jiménez, 2010). A continuación veremos los aspectos más importantes de ambos modelos.

#### 1.1.3.1.1. Modelo de Frankel

El economista Frankel (1962) plantea un modelo de crecimiento económico que involucra tanto la función de producción neoclásica como a la función de producción de coeficientes fijos usada por Harrod-Domar, expuesto anteriormente; el autor selecciona las características importantes y beneficiosas de cada modelo; sin embargo, hace énfasis en las diferencias entre ambas y las limitaciones que se manifiestan al momento de llevar dichos modelos a la realidad empírica.

Frankel (1962) introduce en la función de producción un nuevo concepto llamado “*modifier*”. Este concepto se refiere al nivel de desarrollo alcanzado en la economía por cierta firma, el cual influye sobre las demás firmas como una especie de externalidad; en otras palabras, se refiere al progreso técnico. Así, él considera para su modelo un conjunto de firmas “j”; cada una con una función de producción de coeficientes fijos o tipo *Cobb-Douglas*, pero la economía, en conjunto, presenta una función de producción

agregada como la utilizada por el modelo de Harrod-Domar expuesta en el punto anterior, con lo cual la nueva función de producción usada por Frankel (1962) es la siguiente:

$$Y_i = AHK_i^\alpha L_i^{1-\alpha}$$

En donde “ $Y_i$ ” es la Función de Producción de la firma “ $i$ ”; “ $A$ ” una constante que representa la relación capital producto; “ $K_i$ ” y “ $L_i$ ” representan el capital y crecimiento de fuerza laboral en la firma “ $i$ ” respectivamente; “ $\alpha$ ” la participación de los ingresos del capital en el ingreso total y “ $H$ ” es el denominado “*modifier*”.

Entonces, la idea que expone Frankel (1962) es que, con la misma cantidad de capital y trabajo, una firma en una economía más desarrollada produce más que una firma que se encuentra en una economía relativamente subdesarrollada; además, el “*modifier*” es considerado una variable exógena para una firma; sin embargo, al haber una gran cantidad de firmas dentro de una misma economía, es considerado una variable endógena dentro del sistema a nivel agregado. En otras palabras, cuando una sola firma aumenta su capital, el nivel de desarrollo económico no se ve afectado; en cambio, cuando todas las firmas lo hacen, el “*modifier*” cambia.

Finalmente, para poder definir la variable “*modifier*”, se puede hacer uso de variables tales como las tasas de natalidad y mortalidad, niveles nutricionales de la población, niveles de ingreso per cápita, niveles de capital por trabajador, tasas de alfabetización, etc. Sin embargo, Frankel (1962, pág. 999) utiliza el nivel de capital por trabajador para representar la variable que indica el nivel de desarrollo, quedando definido en la siguiente ecuación:

$$H = \left(\frac{K}{L}\right)^\gamma$$

En donde “ $\frac{K}{L}$ ” representa el nivel de capital por trabajador y “ $\gamma$ ” es un parámetro que otorga una expresión más general al grado de desarrollo.

#### 1.1.3.1.2. Modelo de Arrow

Al igual que en la investigación de Frankel (1962), el artículo de Arrow (1962, pág. 155) empieza cuestionando los resultados obtenidos por los modelos de crecimiento neoclásicos sobre el crecimiento económico; menciona que si bien se le ha dado cierta importancia al cambio tecnológico dentro de la teoría del crecimiento, los efectos que produce el progreso técnico deberían ser estudiados de una manera más exhaustiva y con mayor profundidad.

Lo que busca enfatizar Arrow (1962) es la necesidad de analizar la variable de conocimiento técnico dentro de la función de producción. La forma de obtener dicho conocimiento es a través del aprendizaje, ya sea individual o colectivo por parte de las firmas, y la acumulación de experiencias, lo cual genera una externalidad social, que permite rendimientos crecientes en la función; o sea, acumulación de capital por parte de las firmas. Entonces, aquí se genera una ecuación diferente a la presentada por Frankel (1962). A continuación la nueva ecuación de la función de producción:

$$Y = AK^{\alpha}(HL)^{1-\alpha}$$

En donde “Y” es la Función de Producción agregada; “A” una constante que representa la relación capital producto; “K” y “L” representan el capital y crecimiento de la fuerza laboral respectivamente; “ $\alpha$ ” la participación de los ingresos del capital en el ingreso total y “H” es el cambio técnico.

Además, la función del cambio técnico es diferente al propuesto por Frankel (1962) y está definido por la siguiente ecuación:

$$H = (K)^{\gamma}$$

En donde “K” representa el capital y “ $\gamma$ ” es un parámetro que otorga una expresión más general al grado de desarrollo.

En esta última ecuación, vemos que Arrow (1962) indica que la inversión es portadora del cambio técnico, al mismo tiempo que es su fuente; de esta manera, la tasa de crecimiento se vería determinada solo por variables exógenas y ninguna estaría

relacionada con decisiones endógenas del sistema. Cesaratto (1999) afirma que, de esta manera, el modelo fracasa, ya que la tasa de crecimiento mencionada pierde la relación a largo plazo con la tasa de ahorro, cometiendo el mismo error que los modelos neoclásicos.

Entonces; como teoría de crecimiento endógeno, el modelo propuesto de Arrow (1962) fracasa, ya que, si bien este modelo muestra un considerable avance con respecto al expuesto por Solow (1994) demostrando que el crecimiento de la producción es independiente del cambio técnico exógeno, aún sigue siendo dependiente de la variable exógena de la fuerza de trabajo (Cesaratto, 1999)..

A pesar de todo esto; tanto el trabajo de Frankel (1962) como el de Arrow (1962) han sido fundamentales en la creación de la teoría de crecimiento endógeno, ya que influenciaron a los autores de la segunda generación, los cuales veremos a continuación.

#### 1.1.3.2. Segunda Generación

Los modelos de primera generación presentados derivaron en dos principales direcciones de investigación de modelos de crecimiento endógeno: Los modelos *seudo* Harrod-Domar, inspirados en *el learning by doing* antes expuesto por Arrow (1962) y que reviven el modelo de Frankel (1962); estos modelos se enfocan en eliminar el “factor no producido” de la función de producción para evitar cualquier fuente de rendimientos decrecientes; el principal aporte es realizado por Romer (1986). Como segunda dirección de investigación están los modelos neo-exógenos, los cuales buscan integrar la ecuación de Solow (1994) sobre el cambio técnico, afectando la productividad en el trabajo con recursos tales como la inversión en I & D, educación, infraestructura, etc. Ambos tipos de modelos son conocidos como modelos de crecimiento endógeno de segunda generación (Cesaratto, 1999).

##### 1.1.3.2.1. Modelo *seudo* Harrod-Domar de Romer

Romer (1986) muestra aquí una visión diferente a los expuestos por los modelos de crecimiento neoclásicos; indica que el producto per cápita puede crecer ilimitadamente si se encuentra en un equilibrio competitivo, dicha tasa posiblemente

crece monótonicamente con respecto al tiempo. Al aumentar el stock de capital, permite una tasa de inversión y ganancia de éste de forma creciente. Además, la tecnología está disponible para todos por igual por lo que es una constante, por lo que los resultados no dependen exógenamente de ningún cambio tecnológico; sin embargo, el crecimiento puede ser más lento en países menos desarrollados ya que el nivel de producto per cápita en diferentes países no converge necesariamente.

Lo que propone Romer (1986) es un modelo de crecimiento endógeno en el cual la acumulación de conocimientos es un componente primordial en el crecimiento a largo plazo; por lo tanto, es considerado un bien intangible de capital, por parte de agentes que proveen máximos beneficios. Entonces, el nuevo conocimiento es producido por una investigación tecnológica que exhibe retornos decrecientes a escala; en otras palabras, el hecho de que se duplique los insumos utilizados por la investigación, no va a duplicar el conocimiento obtenido; afirmación que sí se cumple con el capital físico.

Ahora, un punto importante, es que la productividad marginal del conocimiento es siempre creciente, incluso si las demás variables de producción permanecen constantes; de esta manera, el conocimiento aumentará sin límite; ya que la producción aumenta cuando se incrementa el conocimiento. Además, la inversión en conocimiento en una firma tiene un efecto positivo sobre las demás, ya que el conocimiento no puede ser mantenido en secreto por siempre o ser exclusivo totalmente, así se patente; por lo que se considera a dicha inversión en conocimiento como una externalidad Romer (1986).

Existe una gran similitud entre los modelos expuestos por Arrow (1962) y Romer (1986); este último utiliza las mismas funciones de producción y cambio técnico que el primero; sin embargo, considera que el crecimiento de la economía no está sujeta a variables exógenas, por ello elimina de su modelo a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral; de esta manera, se normaliza dicha variable como la unidad. Esto quiere decir que el crecimiento económico seguirá creciente incluso si la fuerza laboral permanece constante.

Entonces, estamos hablando de una versión nueva del ya mencionado modelo de Frankel (1962), ya que el capital está constituido por dos componentes, uno físico, que es el clásico y otro humano; este último producto de las externalidades que origina la

acumulación de progreso técnico y capital; entonces la tasa de ahorro afecta directamente la acumulación de capital físico e indirectamente la de capital humano (Cesaratto, 1999).

A pesar de que el modelo de Romer (1986) elimina uno de los supuestos que se le critica a los modelos neoclásicos, que es la dependencia del crecimiento en el producto per cápita con respecto al progreso técnico exógeno; la tendencia al pleno empleo (que señala una situación en donde todos los ciudadanos en edad laboral productiva tienen empleo) ya no puede ser garantizada, ya que se eliminó la tasa del crecimiento laboral exógena.

#### 1.1.3.2.2. Modelos Neo Exógenos

A diferencia de los modelos presentados hasta ahora que se enfocan en la acumulación de capital como fuente de retornos crecientes a escala, los modelos neo-exógenos apuestan por la inversión en educación, investigación y desarrollo, etc. como fuente principal del cambio técnico. Este tipo de modelos añaden una variable a la función de progreso técnico de Solow (1994), que mide la relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo con las elecciones de la sociedad entre las preferencias del consumismo presente y a futuro; en otras palabras, decisiones endógenas propias de los consumidores sobre sus preferencias sobre la ecuación de cambio técnico exógena de Solow.

Los dos modelos neo-exógenos más relevantes son el modelo de capital humano de Lucas (1988) y el modelo neo-vintage de Romer (1990).

A diferencia de los modelos antes mencionados, los modelos neo-exógenos no buscan ir en contra de los principios neoclásicos; la única diferencia con estos últimos es que se añade la variable de capital humano y que la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo depende de decisiones de los consumidores mediante el ahorro (Cesaratto, 1999).

##### 1.1.3.2.2.1. Modelo de Capital Humano de Lucas

El modelo propuesto por Lucas (1988) toma como base al modelo neoclásico de Solow (1994), reconociendo su relevancia sobre la teoría del crecimiento; sin embargo, descalifica su desempeño en cuanto a una teoría del desarrollo se refiere, ya que no está basada en hechos empíricos que puedan argumentar los diferentes niveles de crecimiento de distintos países. Para esto, realiza ciertas modificaciones al modelo neoclásico, introduciendo la variable de capital humano en busca de reflejar de mejor manera estas diferencias de niveles de crecimiento.

En este modelo, Lucas (1988) hace una distinción muy clara entre el capital físico y el capital humano; mientras el primero se acumula y utiliza en la producción, el segundo mejora la productividad del trabajo y el capital físico; además éste se acumula de acuerdo a una “ley” que sigue cada país y que permite una tasa de crecimiento constante de producción de acuerdo a un nivel constante de esfuerzo, sin importar el nivel alcanzado que posea. Otra distinción relevante es la que hace entre tecnología y capital humano; el primero se refiere a un conocimiento global, disponible para todas las firmas; mientras el segundo se refiere al conocimiento adquirido para una persona o grupo de personas en específico; de esta manera, no encuentra útil considerar a la tecnología como conocimiento de carácter exógeno.

La función de producción utilizada por Lucas (1988) será mostrada a continuación:

$$Y = AK^\alpha(\mu HL)^{1-\alpha}$$

En donde “ $Y$ ” es la Función de Producción”; “ $A$ ” una constante que representa la relación capital producto; “ $K$ ” y “ $L$ ” representan el capital y crecimiento de la fuerza laboral respectivamente; “ $\alpha$ ” la participación de los ingresos del capital en el ingreso total; “ $H$ ” representa la acumulación de capital humano. La variable “ $\mu$ ” indica la fracción del tiempo que cada trabajador emplea en producir.

Ahora veremos q significado tiene la acumulación de capital humano según Lucas (1988) en la siguiente ecuación:

$$\dot{H} = H\delta(1 - \mu)$$

En donde “ $\dot{H}$ ” representa la acumulación de capital humano, “ $\delta$ ” la tasa de crecimiento del capital humano y “ $(1 - \mu)$ ” indica la fracción de tiempo restante que cada trabajador emplea en acumular más capital humano.

Lo que quieren decir estas ecuaciones, es que cada trabajador emplea una fracción de su tiempo “ $\mu$ ” a producir, y la otra fracción “ $(1 - \mu)$ ” a seguir acumulando capital humano; entonces, si el trabajador no dedica tiempo a la acumulación de capital humano ( $\mu = 1$ ), solo se encargaría de producir y la acumulación de dicho capital humano sería 0; por otro lado, si el trabajador solo se concentra en acumular capital humano ( $\mu = 0$ ), entonces la tasa de crecimiento de capital humano “ $\delta$ ” llegaría a su máximo pero no produciría nada. Ahora, un trabajador con un nivel de habilidad “ $H$ ” (capital humano) puede producir el doble que otro con un nivel de habilidad “ $H/2$ ” (Lucas, 1988).

Como se mencionó al inicio, Lucas (1988) basa su modelo en el propuesto por Solow (1994); la única diferencia está en el término “ $(1 - \mu)$ ” que permite considerar la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo, como dependiente de las decisiones de ahorro de la comunidad (Cesaratto, 1999).

#### 1.1.3.2.2.2. Modelo neo-vintage de Romer

El presente modelo toma como determinante principal del crecimiento económico al cambio técnico; para esto, Romer (1990, pág. S72) parte de tres premisas:

1. El mejoramiento de instrucciones para combinar insumos que resulten finalmente en la producción es central para el crecimiento económico; a esto se le conoce como cambio técnico.
2. El cambio tecnológico ocurre, en su mayoría, por el accionar de ciertas personas, firmas o cualquier institución que responden a los incentivos y necesidades actuales del mercado. Por esta razón, se considera al cambio técnico como una variable endógena al sistema económico.
3. Existe una diferencia entre la tecnología y los demás bienes en lo que a costos se refiere; en el caso del primero, es requerido un costo fijo; sin embargo, una

vez creadas las instrucciones para generar producción, el costo empleado es nulo, lo cual le da una gran ventaja.

Todos los bienes económicos poseen dos propiedades relevantes: La rivalidad y la posibilidad de exclusión; para el caso de la teoría del crecimiento; los bienes relevantes son aquellos que no son rivales pero sí excluibles. La segunda premisa indica que la tecnología no es un factor rival; sin embargo, al ser el cambio técnico producto de inversiones que buscan maximizar beneficios y, al tener que resultar dicha tecnología rentable para los inversionistas, de alguna forma se considera como un bien excluible; de esta manera y siguiendo la primera premisa, el crecimiento ocurre por la acumulación de un factor no rival y semi-excluible Romer (1990).

Para poder entender el punto que quiere mostrar Romer (1990), analizaremos su función de producción, definida en la siguiente ecuación:

$$Y = AH_y^\alpha L^\beta \bar{X}^{1-\alpha-\beta}$$

En donde “Y” es la Función de Producción”; “A” representa el conjunto de diseños producidos en un periodo; en otras palabras, el stock de conocimiento previo; “L” representan al trabajo o a las habilidades físicas que toda persona saludable puede desarrollar; “ $\alpha$  y  $\beta$ ” son parámetros propios de la ecuación; “ $\bar{X}$ ” es el capital fijo total o conjunto de bienes intermedios de distintas generaciones y “ $H_y$ ” es el monto del capital humano dedicado a la producción “Y”.

Ahora, el stock de conocimiento previo “A” queda definido en la siguiente ecuación, conocida como ecuación de cambio técnico:

$$\dot{A} = \varphi(H_A)A$$

En donde “ $\dot{A}$ ” es el stock de capital; “ $\varphi$ ” es la productividad de los investigadores; “ $H_A$ ” es el capital humano dedicado a dedicado al sector de I & D y “A” el stock de conocimiento previo antes mencionado.

Con estas ecuaciones, Romer (1990) indica una serie de diferencias con respecto al modelo presentado por Lucas (1988) anteriormente: En primer lugar, considera que el capital humano es propio de una persona en particular, el cual se basa en educación o entrenamiento, lo cual difiere del modelo de Lucas; por lo tanto, al existir el componente tecnológico “A”, existen “A” maneras de producir “Y”. Para entenderlo mejor, “A” es diferente al capital humano, ya que el primero es el bien no rival, o sea el conocimiento que es accesible a todos; en cambio, el capital humano, es un bien rival, ya que pertenece a una persona o una firma en específico. En segundo lugar, Romer indica que la productividad aumenta gracias al stock de conocimientos “A”, ya que así aumenta la productividad de los investigadores; sin embargo, Lucas afirma que la productividad aumenta debido al tiempo invertido en producir por cada trabajador, la variable “ $\mu$ ” expuesta en el punto anterior. En tercer lugar, en el modelo de Romer se asume que tanto la población como la oferta de trabajo se mantienen constantes; esto quiere decir que las tasas de crecimiento tanto de “L” como de “H” son iguales a cero; por esta razón, solo basa el crecimiento en función al stock de conocimientos o progreso técnico “A”.

En adición a lo antes mencionado, Romer (1990) afirma que la tasa de crecimiento depende también del tamaño del mercado y al comercio, ya que los mercados más grandes y desarrollados incentivan a la investigación y, por lo tanto, a la búsqueda de nuevo conocimiento.

En conclusión, el modelo de Romer (1990) indica que el crecimiento de la economía depende de la cantidad de capital humano asignado al sector investigación y que genera conocimiento motivado por los incentivos del mercado actual. Algunos de estos incentivos son el pago que reciben las firmas del sector investigación al vender las patentes de sus diseños a las firmas del sector producción. Por esta razón, el crecimiento es endógena, ya que depende de las decisiones de un conjunto de agentes internos en el sistema.

#### 1.1.3.3. Modelo de Barro

Barro (1990) presentó un modelo de crecimiento endógeno que incorpora tanto el gasto del sector público como los impuestos con una función de producción que exhibe

retornos constantes a escala. Este modelo permite analizar el tamaño óptimo del Gobierno y la relación entre éste, el crecimiento y la tasa de ahorro (Jiménez, 2010).

La función de producción utilizada por Barro (1990) es la siguiente:

$$Y = AK^\alpha G^{1-\alpha}$$

En donde “Y” es la Función de Producción”; “A” representa el stock de conocimiento previo; G” representan la cantidad de servicios públicos provistos por el Gobierno a los productores y “ $\alpha$ ” es un parámetro propio de la ecuación.

Barro (1990) indica que los servicios ofrecidos por el gobierno, forman parte de una externalidad o insumo del sector privado; gracias a esto, se forma un vínculo entre participación del gobierno y el crecimiento económico. Ahora, el modelo asume que la función de producción presenta retornos constantes a escala; sin embargo, la productividad marginal es decreciente mientras el gasto público sea constante; por lo tanto, la única manera de que el gobierno asuma el gasto es cobrando un impuesto a la renta.

Ahora el impuesto a la renta propuesto por Barro (1990) cumple la siguiente ecuación:

$$y^d = (1 - t_y)y$$

En donde “ $y^d$ ” es el ingreso disponible por parte del gobierno; “ $t_y$ ” es la tasa de impuesto a la renta e “y” es la función de producción en términos per cápita.

Lo que Barro (1990) quiere dar a entender es que hay un valor de la tasa de tributación o impuesto a la renta que maximiza la tasa de crecimiento económico. En otras palabras, podemos analizar la relación entre el tamaño del Gobierno óptima para favorecer el crecimiento de la economía y las principales variables del sistema.

#### 1.1.4. Modelo de Difusión Tecnológica

En esta sección explicaremos el modelo de difusión tecnológica, el cual está basado en los trabajos desarrollados, en primer lugar, por Griliches (1957) y Rogers

(1962) acerca del proceso de difusión cuando aparece una nueva tecnología en la industria. Además, las conclusiones son complementadas por aportes de autores más contemporáneos; tales como Bass (1969), Gruber y Verbore (2001), Dineen (2000), entre otros; estos últimos, aplicando el modelo con datos empíricos en diferentes países del mundo.

De esta manera, esta sección está dividida en tres partes: En el primer punto se plantea el marco teórico en el cual se exponen las ideas que se encuentran tras los modelos de difusión tecnológica, representando las fases del ciclo de la industria. En el segundo punto veremos un resumen de los modelos de difusión tecnológica más usados. Finalmente, en el tercer punto, enfocaremos el modelo de difusión tecnológica a la industria de servicios móviles.

#### 1.1.4.1. *Evolución de las Fases de un nuevo producto*

En el proceso industrial, existen diversas etapas por las que pasa un producto al introducirse por primera vez en el mercado; según los estudios realizados por Gort y Kepler (1982) y Agarwal (1996) existe una relación entre el tiempo de vida de un producto y el número de firmas entrantes y salientes, formando así una serie de curvas divididas en cuatro fases: La introducción, el crecimiento, la madurez y el declive. La representación de la industria en las distintas fases antes mencionadas, permitió a los autores a contrastar diversos supuestos acerca del accionar de las firmas; toman en cuenta tanto los incentivos que poseen dichas firmas para entrar a la industria, lo cual podría ser en cualquier de las fases, hasta que tan probable es la supervivencia al ingresar en dicha fase y no en otra; por lo tanto, se concluye que, para entender la dinámica del mercado en una industria en específico, es importante visualizarla como un conjunto de ciclos (Rivas, 2009)

Ahora, las fases por las cuales pasan industrias de tipo tecnológicas son distintas a las de industrias de otro tipo. Según López, Arroyo y Orero (2006), la diferencia radica en que las primeras hacen uso de las externalidades de red; obteniéndose una *realimentación positiva*; esto significa que el nuevo producto de carácter tecnológico tiene una velocidad de penetración y una tasa de adaptación mucho mayor al de las otras industrias.

Para analizar las fases por las cuales pasa una nueva tecnología, analizaremos el modelo de “difusión de innovaciones” propuesto por Rogers (1962), en el cual indica que las fases determinan los ciclos de la industria; este modelo se puede apreciar en la Figura 1, en base a la cual examinaremos cada una de las fases propuestas.

La primera fase, llamada “fase de contacto”, indica el momento en que se lanza una nueva tecnología al mercado; en esta etapa se puede diferenciar tanto a los “innovadores”, que son los adoptantes de la tecnología, como a los “adoptantes tempranos”, que tienden a comprar la patente de investigación o a imitar la tecnología. Esta fase se caracteriza debido a que el crecimiento en los niveles de penetración es muy lento; algunos datos empíricos afirman que esta fase es más larga en industrias donde los cambios tecnológicos no suceden muy a menudo. Esta lentitud podría deberse al escaso conocimiento sobre el uso de dicha tecnología, a la ignorancia de su existencia o al costo excesivo de la obtención del bien; esto es por parte del consumidor; por parte del innovador, va a depender del grado de novedad, aceptación, del tiempo que tarde en posicionarlo y si satisface o no una necesidad por parte del cliente (Rivas, 2009).

La segunda fase, conocida como “fase de contagio” produce una tasa de crecimiento explosivo del número de adoptantes de la nueva tecnología; en esta fase, la nueva tecnología está más posicionada en el mercado y es más conocida; esto reduce tanto la incertidumbre del usuario como el precio al momento adquirirla. El aumento en las ventas atrae la entrada de firmas competidoras a pesar de las barreras de entrada existentes que los innovadores puedan haber introducido; por ejemplo, al patentar la tecnología. Esta segunda fase puede dividirse en dos sub-fases, la primera denominada “mayoría temprana”, en la cual se presentan las mayores tasas de crecimiento y comprende desde la “fase de contacto” hasta el “punto de inflexión”; la otra sub-fase es llamada “mayoría tardía”, y está caracterizada por tener menores tasas de crecimiento; se encuentra comprendida entre el “punto de inflexión” y el inicio de la “fase de extinción”, que veremos a continuación (Rogers, 1962).

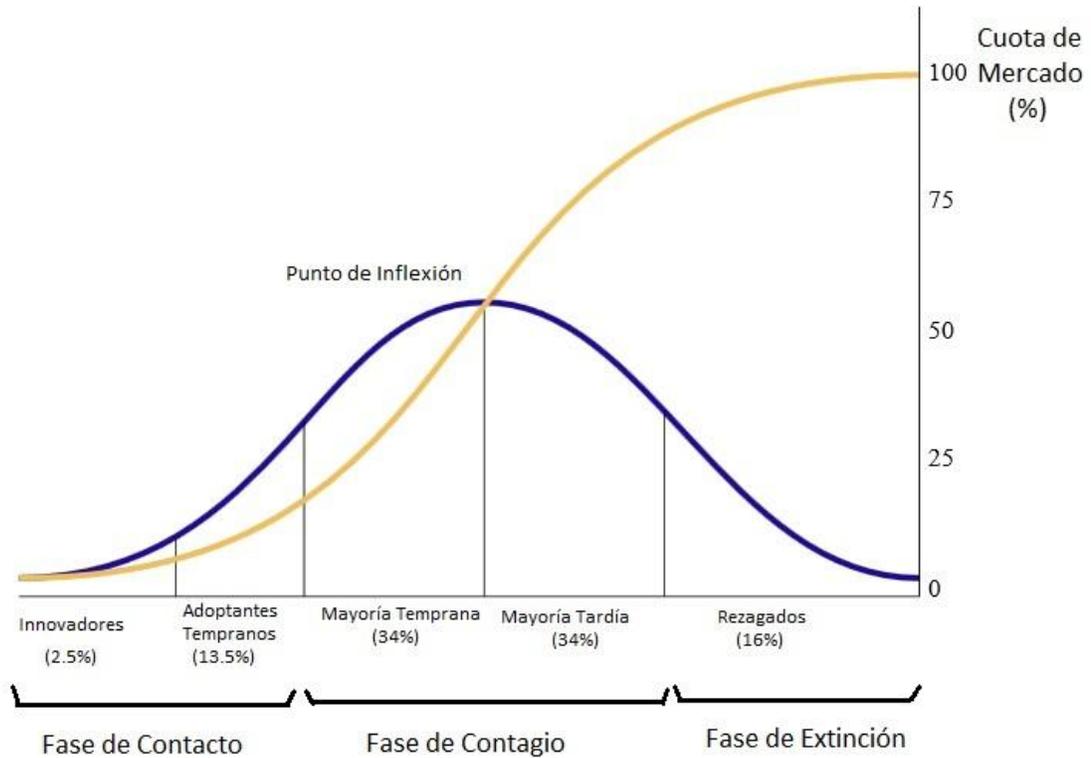


Figura 1 Fases de una nueva tecnología

Fuente: Rogers (1962)

Elaboración Propia

A la tercera y última fase se le conoce como “fase de extinción” y es aquí donde todos los sectores de la economía están empleando la tecnología como algo inherente al proceso de producción. Es en esta fase donde se alcanza el nivel de madurez; está caracterizado por tener niveles tanto de tasas de crecimiento como cantidad de nuevos adoptantes (a los cuales se les llama “rezagados”) muy bajos; por lo que se indica que se ha llegado a un punto de equilibrio o “nivel de saturación. Es en esta fase, donde los costos de fabricación han llegado a su punto más bajo y se puede ofrecer una mayor gama de productos diferenciados para clientes específicos. Sin embargo, existen firmas que se anticipan a esta fase, lanzando una tecnología nueva sustituta, permitiendo que todo el ciclo inicie nuevamente (Rogers, 1962).

#### 1.1.4.2. Modelos de Difusión Tecnológica

El proceso descrito anteriormente forma parte de los modelos de difusión tecnológica; son modelos matemáticos que permiten ajustar de la mejor forma el ciclo por la que pasa una nueva tecnología dentro de la industria. Es importante precisar que los modelos de difusión tecnológica muestran la evolución del ciclo bajo un patrón de comportamiento que, si se describe de manera gráfica, adquiere la forma de una “S” (Skiadas, 2007). Es por ello, que si se produce un cambio repentino en la tecnología, se tendría que ajustar una nueva función logística hacia la nueva tecnología vigente.

El modelo logístico es un tipo de modelo de difusión tecnológica desarrollada inicialmente para estudios demográficos; sostiene que, dado un número de individuos, la tasa de la población crece positiva y proporcionalmente con la fracción del crecimiento del espacio de la población (Chu, Wen-Lin, 2004).

El modelo de Bass (1969) se presenta como un modelo de difusión tecnológica encargado de la previsión de ventas; reordena las cinco categorías de adoptantes de tecnologías de Rogers (1962) a solo dos categorías: Innovadores e imitadores. La lógica que el emplea es que la probabilidad de que se dé una compra inicial en un tiempo “t”, sabiendo que no ha habido compras anteriores es una función lineal del número de compradores anteriores.

El modelo de Gompertz es un modelo más refinado sobre en la demografía; propone que, teniendo un número de individuos en un tiempo determinado; el incremento de la tasa de la población es proporcional al logaritmo natural del número de individuos adoptantes en equilibrio dividido por el número dado de individuos (Chu, Wen-Lin, 2004).

Los modelos de Lotka–Volterra y Bass extendido son usados cuando se necesita analizar un mercado saturado; esto debido a que, a diferencia de los modelos logísticos, Bass o Gompertz, toman en consideración los efectos de competitividad que las firmas competidoras ejercen entre ellas; esta diferencia se encuentra explicada en la investigación realizada por Chang, Li y Bae Kim (2014); aquí se realizada una comparación de los dos primeros modelos mencionados sobre el mercado de telefonía móvil Koreano, concluyendo que, efectivamente, los modelos de Lotka–Volterra y Bass extendido son más exactos en el estudio que los derivados del modelo logístico.

#### 1.1.4.3. *Modelo de Difusión Tecnológica para la industria de servicios móviles*

Meade (2004) realiza un estudio sobre la sustitución de una tecnología por otra en el ámbito de las telecomunicaciones; de forma más específica, en la telefonía móvil, mostrando curvas de densidad que grafican la evolución tecnológica de la telefonía móvil de segunda generación a los de tercera generación.

El modelo logístico, que en primera instancia se usaba para analizar temas demográficos, es ahora usado para ver temas de servicios móviles. En este sentido, la investigación precursora fue presentada por Gruber y Verbore (1999) y (2001) en el cual analizan la difusión de la tecnología y la regulación de los servicios de las telecomunicaciones móviles en países de la unión europea. Dineen (2000) presenta un estudio similar en el mercado británico, tratando de analizar la demanda y prever la futura penetración de la telefonía móvil; Larrain y Quiroz (2003) estiman la demanda futura de la telefonía móvil en Chile para los años comprendidos entre 2004 al 2008.

En investigaciones más actuales, el modelo logístico ha sido elegido como el más apropiado en temas de telefonía móvil para países como Colombia según Gamboa y Otero (2009); Vietnam según Hwang, Cho, y Viet Long, (2009) y Taiwan según Chu, Wu, Kao y Yen (2009).

El modelo de Gompertz se ha utilizado como medio de previsión para la adopción de telefonía de forma muy precisa en la investigación hecha por Meade e Islam (2006).

En investigaciones más actuales; el modelo de Gompertz ha sido elegido como apropiado en los países de India según estudios de Gupta y Jain (2011), obteniéndose valores empíricos de la difusión de telefonía móvil, y Grecia, mediante investigaciones de Michalakelis, Varoutas y Sphicopoulos (2008); en esta última investigación se hizo una comparación de los modelos logísticos, Bass y Gompertz; eligiéndose este último; además ,un aporte importante es que se encuentra una correlación entre la rapidez de la difusión de la telefonía móvil y aspectos socioeconómicos.

Sin embargo, hay quienes afirman que el modelo de Gompertz está orientado al uso de internet, más que a la telefonía móvil (Chu, Wen-Lin, 2004).

Otro aspecto importante es que resultados empíricos actuales indican que el modelo de Gompertz sobresale con respecto a otros modelos antes de que la difusión desaparezca; mientras que el modelo logístico es superior después del “punto de inflexión” y sobre el rango agregado de la difusión (Wu & Chu, 2010). Este dato nos servirá más adelante para definir el modelo a elegir para la presente investigación.

Una importante investigación en torno al modelo de Bass es presentado por Lim y otros (2012); aquí se realiza una previsión de la suscripción móvil de tercera generación en 31 provincias de China, en base a las suscripciones de la telefonía móvil de segunda generación.

Otra investigación similar es realizada por Karathanos, Katsianis, Varoutas y Schicopoulos (2007), quienes estiman curvas de penetración para la industria de servicio móvil en Grecia; cada una de estas curvas representa a las generaciones de la telefonía móvil empleando funciones logísticas o sus variantes.

En el enfoque teórico de Koski y Kretschmer (2005) se intenta darle un valor agregado a los modelos de difusión tecnológica enfocados en el servicio de telefonía móvil de manera que se endogenice la decisión por parte de las firmas de entrar a la industria de servicio móvil; analizando previamente el efecto de las estrategias comerciales, tales como los precios en el mercado, características tecnológicas, etc. Esto último nos hace recordar mucho al modelo brindado por Romer (1986), que vimos anteriormente, donde el interés de las firmas promueve el progreso técnico.

Koski y Kretschmer (2005) concluyen que los factores regulatorios, el grado de competitividad por parte de las firmas propio de cada país afectan al desempeño de la industria de diversas maneras, esto último está relacionado directamente con el proceso de difusión tecnológica. Además, los autores encuentran que el crecimiento económico de un país, representado por medio de la variable de PBI per cápita, tiene un efecto positivo y significativo sobre la velocidad de difusión de las tecnologías de servicio móvil.

#### 1.1.4.3.1. Identificación de las fases de la industria de servicios móviles

Las fases de la tecnología de servicio de telefonía móvil estarán basadas en la investigación realizada por Rogers (2003), lo cual hace posible inferir el comportamiento futuro de la industria de servicios móviles en el Perú; además, sirve de base para futuros análisis y simulaciones de la industria (Rivas, 2009).

Recordemos que existen 5 tipos de adoptantes de la tecnología (Ver Figura 1) divididos en tres fases; la primera fase está compuesta de dos sub-fases, de las cuales la primera engloba a los “innovadores”; esta sub-fase comienza desde el lanzamiento de la tecnología de segunda generación (2G) en el año 1997, hasta el momento en que la adopción de la nueva tecnología empieza a crecer de manera exponencial. Esta primera sub-fase habría terminado aproximadamente a inicios del año 2003, con un teledensidad aproximado de 9 líneas por cada cien habitantes; mientras la segunda sub-fase, que engloba a los “adoptantes tempranos”, habría finalizado a mediados del año 2004, cuando la industria de servicios móviles alcanzó algo más de 13 líneas por cada cien habitantes. En promedio, la primera fase habría tenido una duración aproximada de 8 años (Rivas, 2009).

La segunda fase también está compuesta por dos sub-fases. La primera de éstas engloba a los adoptantes de la “mayoría temprana”; comienza con el período inmediatamente posterior al fin de la primera fase y termina, por teoría, cuando se alcanza el punto de inflexión. Dicho punto de inflexión se habría alcanzado aproximadamente a fines del año 2007, cuando el nivel de penetración se encontraba por encima de las 50 líneas por cada cien habitantes (a partir de este año la teledensidad se vuelve una variable de carácter relevante). La segunda sub-fase engloba a la “mayoría tardía”, el cual comienza en el punto de inflexión hasta principios del 2011, en donde la industria alcance un nivel de penetración por encima de las 97 líneas por cada cien habitantes. Esta segunda fase tendría una duración aproximada de 7 años (Rivas, 2009).

La tercera y última fase engloba solo a los “adoptantes rezagados”, el cual inicia a fines del año 2011 hasta el “punto de saturación” de la industria, el cual se caracteriza por una lenta tasa de crecimiento de penetración de la tecnología vigente y se alcanzaría aproximadamente en el año 2012, cuando la industria alcance un nivel de penetración que esté por encima de las 100 líneas por cada cien habitantes. Sin embargo, las empresas operadoras siempre intentan “adelantarse” a este periodo, introduciendo un

nuevo producto al mercado o invirtiendo en la siguiente generación de telefonía móvil, como sería el caso del 3G. En otras palabras, se aprovecha la etapa de “mayoría tardía” para iniciar un proceso de “sustitución tecnológica”, el cual va a ir creciendo de forma paralela a la segunda sub fase (Rivas, 2009).

#### 1.1.4.3.2. Estimación para los departamentos del Perú

El Perú es un país con una elevada desigualdad a nivel departamental en temas de ingresos, penetración de servicios públicos, crecimiento económico, educación, entre otras variables socioeconómicas; por ello, es necesario que el modelo tome en cuenta, al menos, de las diferencias existentes en los niveles de penetración de telefonía móvil en los departamentos, ya que así se brinda una mayor evidencia acerca de cómo evoluciona el proceso de introducción de nuevas tecnologías de servicios móvil en la industria (Rivas, 2009).

Rivas (2009) nos indica que los departamentos del Perú se encuentran en una fase de “mayoría tardía”, ya que habrían pasado el punto de mayor crecimiento en la industria, ya que los beneficios por el ingreso de nuevos adoptantes a la tecnología crecen a una tasa cada vez menor.

#### 1.2. Desarrollo de las Telecomunicaciones

Aunque el desarrollo de las telecomunicaciones se ha encontrado para ser uno de los factores que afectan el crecimiento económico, la contribución ha variado entre los países en diferentes etapas de desarrollo.

Los estudios realizados por Cronin, Parker, Colleran y Gold (1993) y por los autores Cronin, Colleran, Herbert y Lewitzky (1993) fueron los primeros intentos de utilizar pruebas de causalidad para investigar la relación de causalidad entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones. Descubrieron la relación bidireccional entre el crecimiento económico y la infraestructura de las telecomunicaciones en los Estados Unidos. Roller y Waverman (1996) examinaron el impacto de la inversión en infraestructura de telecomunicaciones en el producto interno bruto (PIB) en 21 países de la OCDE y 14 países en desarrollo o recientemente

industrializados que no pertenecían a la OCDE; la investigación todo un rango de años comprendido entre 1970 y 1990. Encontraron que el impacto podría no ser lineal: era mayor en los países de la OCDE que en los países fuera de la OCDE y en los países que habían alcanzado un número de 40 líneas telefónicas instaladas por cada 100 personas.

Un análisis de causalidad realizado por Madden y Savage (1998) confirmó una relación bidireccional entre las políticas económicas de crecimiento y la inversión en las telecomunicaciones en los países de Europa del Este (ECE) y Central. Además, un estudio realizado por Dutta (2001) encontró que la evidencia de la causalidad que iba desde la infraestructura de telecomunicaciones hacia el desempeño de la actividad económica era más fuerte que la de la causalidad en la dirección opuesta. Este patrón se mantuvo tanto para los 15 industrializados como para los 15 en desarrollo que se utilizaron en la investigación.

Los resultados de otro estudio realizado por Chakraborty y Nandy (2003) indicaron una relación bidireccional entre la densidad telefónica y el PIB tanto en el corto plazo y el largo plazo en 12 países en desarrollo en Asia. Cuando estos países se dividieron en dos grupos con un grado de privatización de alta y baja, respectivamente, la causalidad era bidireccional sólo para los países en el primer grupo. Para aquellos con un bajo grado de privatización, la causalidad se desarrolló solo desde la teledensidad al PIB. Cieslik y Kaniewsk (2004) confirmaron una relación causal positiva y estadísticamente significativa entre la infraestructura de las telecomunicaciones y los ingresos a nivel regional en Polonia; encontraron que la causalidad se dirigía en dirección desde la primera variable hacia a la segunda.

El estudio realizado por Yoo & Kwak (2004) encontró una relación bidireccional entre el crecimiento económico y la inversión en tecnologías de la información en Corea del Sur en el período 1965 a 1998. Un estudio más reciente llevado a cabo por Wolde-Rufael (2007) encontró una relación bidireccional entre las dos variables en los Estados Unidos, realizado en un período comprendido entre 1947 y 1996.

Como un dato adicional; Karner y Onyeji (2007) examinaron la contribución de la inversión privada de telecomunicaciones sobre el crecimiento económico en 14 países

africanos y 13 países de Europa central y oriental para el período de 1999 a 2005. Sus resultados de regresión indicaron que la contribución fue positiva pero insignificante. Ellos argumentaron que esto podría ser debido al nivel relativamente bajo de la infraestructura de las telecomunicaciones en los países seleccionados como muestra; esto disminuyó la eficacia de la inversión privada en telecomunicaciones.

Shiu y Lamp (2008) encontraron que había una relación unidireccional desde PIB hacia el desarrollo de las telecomunicaciones en China. La causalidad en la dirección opuesta, es decir, desde las telecomunicaciones al crecimiento económico, se encontró sólo en las regiones orientales más ricas, pero no en las provincias centrales y occidentales de bajos ingresos. Debido a que dichos países de bajos ingresos, poseían una pobre infraestructura de telecomunicaciones; la densidad telefónica o teledensidad no había llegado a cubrir a la “masa crítica” de población; a esto se le adiciona un estado de subdesarrollo en factores complementarios tales como educación y capacitación, las cuales fueron posibles razones de la falta de efectos de ingresos destinados a las telecomunicaciones en las provincias centrales y occidentales de bajos ingresos. El resultado es consistente con algunos de los estudios anteriores que han encontrado un efecto limitado de las tecnologías de información comunicación (TIC) sobre el crecimiento económico; en particular cuando se trata de países menos desarrollados (Dewan & Kraemer, 2000), (Gholami, Lee, & Heshmati, 2005), (Jalava & Pohjola, 2002), (Kenny, 2003).

En conclusión, los resultados de estudios previos en general indicaron ya sea una relación bidireccional entre las políticas económicas el crecimiento y desarrollo de las telecomunicaciones o una relación unidireccional desde el desarrollo de las telecomunicaciones al crecimiento económico. Además, también hubo estudios (Karner & Onyeji, 2007), (Roller L. &., 2001) lo que indica que la contribución de las telecomunicaciones al crecimiento económico no era independiente del nivel de desarrollo de las telecomunicaciones.

Por estas investigaciones se concluye que en los países más desarrollados y regiones con un nivel más alto de desarrollo de las telecomunicaciones, en general, existe una relación bidireccional entre el crecimiento económico y de las telecomunicaciones desarrollo. Por lo tanto, la relación causal entre el crecimiento económico y desarrollo de

las telecomunicaciones no es independiente del nivel de desarrollo alcanzado por los ingresos y las telecomunicaciones.

### 1.3. Innovación en las Telecomunicaciones

A principios de la década de 1980, muchos países desarrollados comenzaron a privatizar y liberalizar el sector de las telecomunicaciones. Se realizaron una serie de estudios para evaluar el rendimiento del sector de telecomunicaciones antes y después de la reforma (Shiu & Lamp, 2008).

Los resultados empíricos han confirmado que la privatización y la liberalización han mejorado la productividad y eficiencia del sector (Lam, 2008). En los países más desarrollados y con más altos ingresos, se ha alcanzado un mayor grado de privatización y liberalización con respecto a los países en desarrollo o de muy bajos ingresos. Por lo tanto, no es sorprendente encontrar que los primeros tienen un mejor desempeño de la productividad de este último (Madden, G.; Savage, S. J., 1999), (Ros, 1999). Además, el crecimiento del Factor de Productividad Total, o TFP por sus siglas en inglés – variable que cuenta los efectos del desarrollo en base al trabajo y el capital, también se encontró que era el resultado de la innovación (es decir, el cambio tecnológico) en lugar de mejora de la eficiencia (es decir, el cambio de eficiencia) (Pun-Lee Lam, 2010)

Desde la década de 1990, la tecnología móvil se ha convertido en un servicio muy popular en el sector de las telecomunicaciones; según Jha & Majumda (1999), un uso más amplio de la tecnología móvil ha mejorado la eficiencia y la productividad del sector; este estudio utilizó panel de datos dinámico y el enfoque de estimación de frontera de producción estocástica para medir la productividad del sector de las telecomunicaciones para los 23 países de la OCDE que tomo de muestra en el período de 1980 hasta 1995. Encontraron que la difusión de la tecnología móvil tuvo un impacto significativo en la productividad del sector de las telecomunicaciones. La productividad de las telecomunicaciones es importante desde la difusión de la tecnología móvil (recordemos los modelos de difusión tecnológica); los resultados del estudio realizado por Jha y Majumdar (1999) implica que los países en desarrollo y las economías en transición deben desarrollar sus sistemas inalámbricos o móviles de comunicaciones como bucles locales, ya que esto puede permitir que se eviten inversiones en líneas fijas, las cuales

tienden a ser más costosas; de esta manera, dan un salto a la era de la información. La tecnología móvil viene ayudando a los países menos desarrollados o rezagados (incluidos países de la Europa central) en ponerse al día y ampliar sus redes de telecomunicaciones (Gruber H. , 2001).

Un similar proceso para 'quemar etapas' ha tenido lugar en China (Shiu & Lamp, 2008). Se ha argumentado que el rápido desarrollo del sector de las telecomunicaciones de China en los últimos años no sólo ha sido el resultado de las políticas de reforma introducida por el gobierno, sino también del resultado de un proceso de "quemar etapas tecnológicas" (Dai, X.D., 2000), (Dai, X.D., 2003), (Mu & Lee, 2005). En la década de 1980, la infraestructura de telecomunicaciones de China estaba en un bajo nivel de desarrollo. Sin embargo, este bajo nivel del desarrollo se convirtió en ventaja de un recién llegado cuando el país desarrolló sus autopistas de la información, en la década de 1990.

En suma, la evidencia empírica hasta ahora ha demostrado que la privatización y la liberalización han mejorado la productividad del desempeño en materia de telecomunicaciones. El desarrollo de los países y las economías en transición pueden mejorar la productividad de las telecomunicaciones a través de las reformas de mercado, la innovación o el cambio tecnológico (por ejemplo, la difusión de tecnología móvil) y ponerse al día (es decir, mejorar la eficiencia de los procesos). Dado que los países en desarrollo podrían beneficiarse de las ventajas al implementar las últimas tecnologías para el desarrollo de sus telecomunicaciones, se espera que la brecha tecnológica con respecto a los países ya desarrollados se acorte en los próximos años.

## Capítulo 2: Marco Contextual

### 2.1. Las Telecomunicaciones en el Mundo

Los servicios de telecomunicaciones poseen un alto grado de penetración en el mundo; dichos servicios están pasando de ser populares a ser necesarios en los

países; sin embargo, la popularidad es diferente para cada servicio en particular, ya sea de telefonía o de internet, de acceso móvil o fijo.

### 2.1.1. Teledensidad de los servicios de telecomunicaciones más populares

En la Figura 2 podemos apreciar la teledensidad o cantidad de suscripciones mundiales por cada 100 habitantes por cada uno de los principales servicios de telecomunicaciones entre los años 2001 y 2015 (ITU, 2015); podemos notar que la mayor teledensidad se da en la telefonía móvil, el cual ha tenido un crecimiento sostenido en todo el período de toma de datos, llegando al presente año a alcanzar la cantidad de 96.8 suscriptores por cada 100 habitantes; mientras que la telefonía fija se encuentra en constante declive, por lo que no existe un incentivo para analizarlo más a fondo. Otro servicio que vemos tiene un incremento notable en los últimos 8 años es la banda ancha móvil; el cual ha logrado superar a los demás servicios de telecomunicaciones en el presente año, con excepción de la telefonía móvil. A pesar de que la teledensidad ha estado en constante aumento, aún más del 50% de la población mundial no tiene acceso a este servicio. Por otro lado, la banda ancha fija también ha ido incrementándose durante todo el período; sin embargo, este último no alcanza valores tan altos como su servicio móvil, por lo que vemos una tendencia por parte de los suscriptores a contar más con servicios móviles que fijos; esto lo podemos notar más con el servicio de telefonía fija, cuya teledensidad empezó a decaer aproximadamente desde el año 2006 y, en el año 2015, apenas supera el 10%.

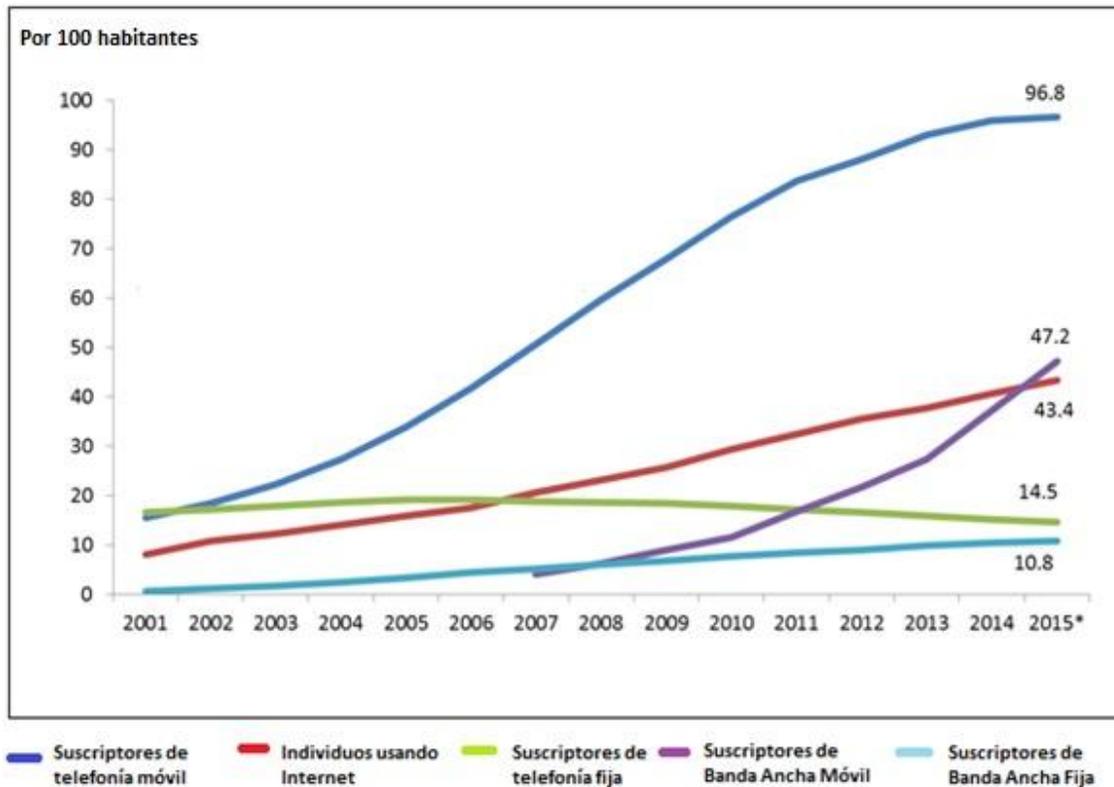


Figura 2 Indicadores globales de desarrollo de las Telecomunicaciones 2001-2015

Fuente: ITU (2015)

### 2.1.2. Servicio de Telefonía Móvil

En esta sección vamos a ahondar de forma más profunda y específica el servicio de telefonía móvil en el mundo. En la Tabla 1 podemos notar un notable crecimiento de la red 3G de telefonía móvil que, en el año 2011, contaba con una cobertura del 45% por sobre un total de 7 mil millones de personas y, en el año 2015, este porcentaje aumentó a 69% por sobre 7.4 mil millones de personas, lo cual es un notable crecimiento. La red 3G es importante ya que permite tanto la transmisión de voz como de datos como medios de transmisión de datos. Además, otro aspecto importante que podemos apreciar es el acceso a este servicio por parte de la población perteneciente a las zonas rurales que, en el presente año, asciende al 29% de cobertura, lo cual está muy por debajo de los niveles de cobertura al que llega la zona urbana -89%- ; esto debido a temas de falta de

carreteras, infraestructura de energía eléctrica, pobre demanda por parte de los pobladores, falta de interés por parte del gobierno, etc. (OSIPTEL, 2004).

*Tabla 1 Cobertura de la Telefonía Móvil 3G en el mundo*

Aspecto	Porcentaje
Cobertura mundial de la red 3G (2011)	45%
Cobertura mundial de la red 3G (2015)	69%
Cobertura mundial de la red 3G rural (2015)	29%
Cobertura mundial de la red 3G urbana (2015)	89%

Fuente: ITU (2015)

Elaboración Propia

### 2.1.3. Servicio de Banda Ancha Móvil

Como se puede apreciar en la Figura 3, la teledensidad del servicio de banda ancha móvil es el de mayor tasa de crecimiento en los últimos 8 años, llegando casi ya al 50% de acceso por parte de la población mundial; ahora, para poder analizar de manera más específica este servicio, lo dividiremos agrupándolo por continentes y situación económica. En el caso de los continentes, podemos apreciar que la teledensidad más alta se encuentra en Europa, en el cual se alcanza el valor de 78.2 suscripciones por cada 100 habitantes; por otro lado, el continente de Africa es el que posee los valores más bajos, llegando a tener solo 17.4 de suscriptores por cada 100 habitantes. Como un dato adicional, Las Américas, que involucra tanto a América del Norte, Centro y Sur tienen una densidad notablemente alta, alcanzando el valor de 77.6. Ahora, para el agrupado por situación económica, podemos ver que los países catalogados como “desarrollados” contienen una cantidad de suscriptores o teledensidad muy superior en comparación a los países en desarrollo o de muy bajo desarrollo; en adición, la demanda de los países desarrollados causa un menor costo de adquisición del servicio de banda ancha móvil; lo cual es una gran desventaja para países como el nuestro, catalogado como en desarrollo. En la Figura 4, podemos apreciar que la cantidad de suscripciones de la banda ancha móvil es muy similar a la cantidad de suscripciones de internet en general; por lo que se puede deducir que la banda ancha móvil está siendo más utilizada que la fija.



Figura 3 Suscripciones de Banda Ancha Móvil en Porcentaje

Fuente: ITU (2015)

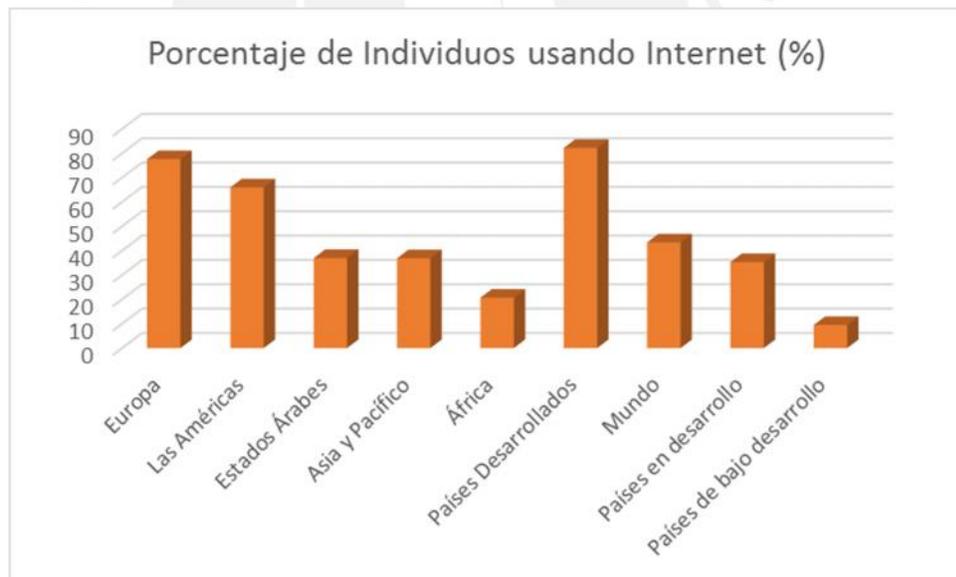


Figura 4 Porcentaje de Individuos usando Internet

Fuente: ITU (2015)

#### 2.1.4. Servicio de Banda Ancha Fija

Podemos notar en la Figura 5 claramente que los países desarrollados tienen gran ventaja con lo que a banda ancha fija se refiere; estos países poseen no solo más

cantidad de suscriptores por cada 100 habitantes; sino también un menor costo para el uso del servicio con respecto a los países más desarrollados. Otro aspecto importante es el hecho de que, por la forma de las curvas en el Gráfico 3, la tasa de crecimiento de la banda ancha fija es cada vez menor; por lo que se está viendo desplazado por la banda ancha móvil; que en el mismo gráfico ya paso en porcentaje de suscriptores a la fija.

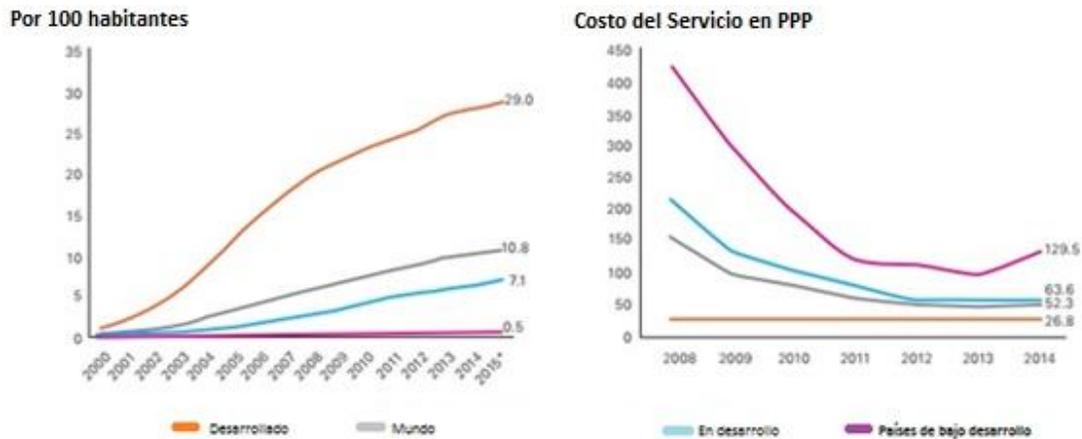


Figura 5 Subscripciones de Banda Ancha Fija en el mundo

Fuente: ITU (2015)

## 2.2. Situación actual de las Telecomunicaciones en el Perú

En los últimos años, la cantidad de servicios de telecomunicaciones ofrecidos al público se ha incrementado notablemente; así como la demanda de estos. Para la presente investigación, se tomarán en cuenta solo los más influyentes y los que abarquen mayor demanda o cantidad de suscriptores; esto debido a que estos servicios deben generar un impacto significativo en el crecimiento económico del país.

### 2.2.1. Situación actual de los servicios de Radiodifusión en el Perú

Los servicios de Radiodifusión fueron unos de los primeros servicios de telecomunicaciones implementados en el mundo y que permitían la comunicación

unidireccional desde la estación base hacia los usuarios que hacían uso del servicio, transmitiendo en su mayoría música y noticias.

Estos servicios fueron los primeros en ser implementados en el Perú; además, aún siguen siendo muy populares; este servicio llegó a nuestro país en la década de 1920 (Emilio, 2012).

Además, FITEL está a cargo de una serie de proyectos FITEL (2010) que se vienen implementando desde el año 2008, encargados de la adquisición e implementación de sistemas de recepción vía satélite en zonas rurales para que cuenten con los servicios de radiodifusión sonora y por Televisión. Actualmente, casi 2000 sistemas de recepción han sido instalados, beneficiando a millones de personas de los pueblos rurales.

#### 2.2.1.1. Radiodifusión Sonora

En el caso de la radiodifusión sonora, la cantidad de estaciones autorizadas para su transmisión ha estado en constante aumento desde hace ya varios años. Esto se puede notar en el Figura 6, el cual muestra dichas estaciones a nivel Perú, desde el año 2006 hasta el 2013:

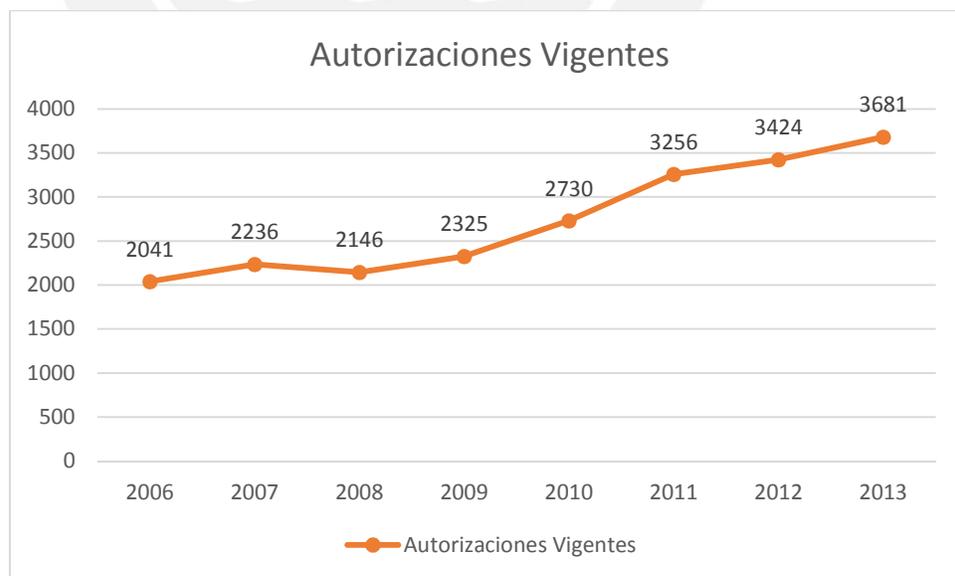


Figura 6 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión Sonora

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

### 2.2.1.2. Radiodifusión por Televisión

El servicio de la televisión es uno de los primeros en aparecer en nuestro país y hasta el día de hoy uno de los más populares; a pesar de que la cantidad de estaciones con autorizaciones vigentes que la transmiten son menos que las de radiodifusión sonora. En la Figura 7 se muestra las autorizaciones vigentes de radiodifusión por televisión desde el año 2006 hasta el 2013; podemos notar que este servicio también se encuentra en constante aumento.

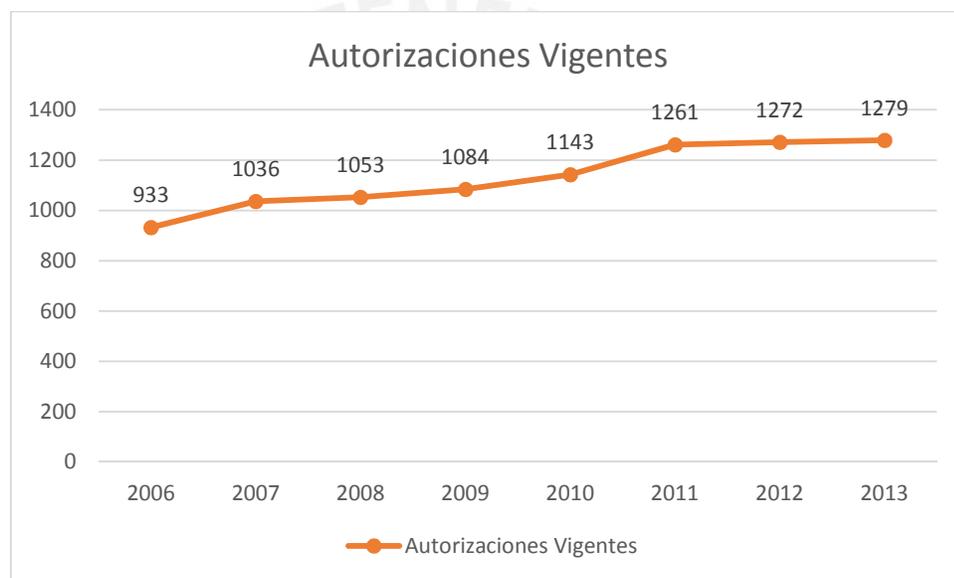


Figura 7 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión por Televisión

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

### 2.2.2. Situación actual de los servicios de Telefonía en el Perú

El servicio de telefonía es actualmente el que cuenta con mayor cantidad de usuarios y, a diferencia de los servicios de radiodifusión, es un canal bidireccional, lo cual ya produce una comunicación efectiva entre las dos partes que intervienen en el uso del servicio. Ver el Anexo N°1.

### 2.2.2.1. Servicio de Telefonía Fija

Actualmente, la telefonía fija aún sigue siendo un servicio utilizado en gran medida por los usuarios; sin embargo, está siendo reemplazada poco a poco por la telefonía móvil, ya que los usuarios más jóvenes prefieren contratar este último servicio antes que el primero, tanto por su medio de uso inalámbrico, como por la gran variedad de aplicaciones que pueden ser usadas mediante el plan de datos; incluso ya en el año 2010, el número de teléfonos móviles representa 9.9 veces el número de líneas fijas en servicio.

En la Figura 8 podemos apreciar la cantidad de teléfonos fijos en servicio a través del tiempo, desde el año 1994 hasta el 2015. Algo que se puede notar es que en los primeros años, la cantidad de líneas nuevas era notable y muy significativa; sin embargo, ya a partir del año 2009, el incremento de nuevas líneas en servicio ha sido menor, llegando incluso en el año 2015 a empezar un período de decremento; esto debido a la dificultad de las instalaciones de la telefonía fija en comparación con la móvil, tanto en cuestiones de equipos como en la necesidad de medios físicos alámbricos para el uso efectivo del servicio (Galetovic & Sanhueza, 2008)

Es muy probable que la cantidad de líneas en servicio de telefonía fija decaigan abruptamente en los próximos 10 años, ya que la siguiente generación está más familiarizada con el uso de aplicaciones los cuales, en varios casos, reemplazan la telefonía analógica, por la digitalizada, basada en el uso de aplicaciones móviles que permiten enviar voz. Algunas de las aplicaciones más conocidas que actualmente ya permiten la comunicación por medio de voz son Skype, Facebook y Whatsapp a través del llamado *Cloud Computing* (S. S. , T., K., & Shuja-ul-islam, 2011)

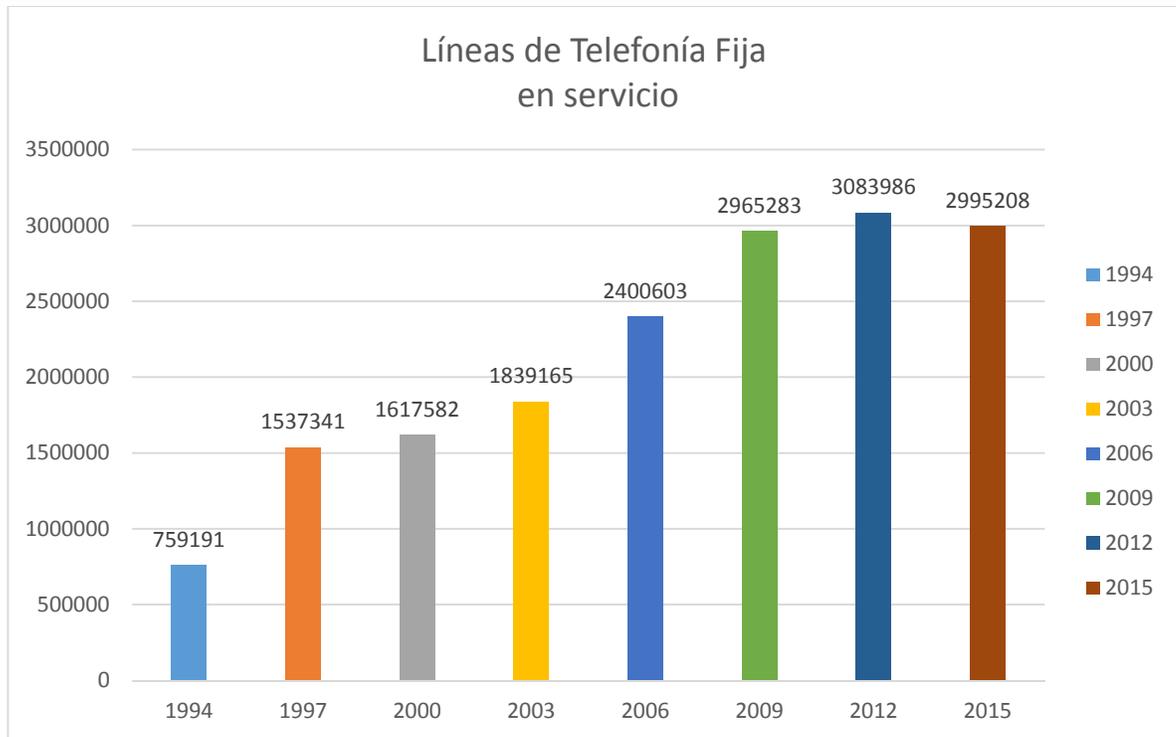


Figura 8 Líneas en servicio de Telefonía Fija

Fuente: Osiptel (2015)

#### 2.2.2.2. Servicio de Telefonía Móvil

El servicio de telefonía móvil es el más popular de entre todos los servicios de telecomunicaciones en el país, y es la variable principal en la teledensidad evaluada en esta tesis por el gran impacto y la gran cantidad de usuarios que posee en cada uno de los departamentos del Perú. En la Figura 9 podemos apreciar el gran incremento de las líneas móviles en servicio que ha tenido desde el año 2003 hasta el presente año 2015; aquí se puede ver que hubo un decremento de líneas móviles entre el año 2011 y 2012, luego de esto, vuelve a ascender de nuevo.

Sin embargo, hay un dato que nos permite analizar de forma más precisa la penetración móvil en nuestro país, que es la densidad de líneas en servicio de telefonía móvil, también conocido como teledensidad. Esta variable indica la cantidad de líneas en servicio de telefonía móvil por cada 100 habitantes. Este dato se encuentra graficado en manera de resumen en la Figura 10. Aquí se ve claramente que, desde el año 2003 en adelante, la teledensidad está en constante incremento, incluyendo el período 2011-2012

en donde hay un decremento en la cantidad de líneas móviles totales a nivel país; sin embargo, cabe mencionar que la tasa más alta de crecimiento se da en el periodo comprendido entre el año 2007 y el 2011. Un año importante es justamente el 2007, ya que, a partir de este año, la teledensidad supera el valor de 50; en otras palabras, a partir de aquí, uno de cada dos habitantes, en promedio a nivel país, cuenta con el servicio de telefonía móvil. Ahora, independientemente de la cantidad de líneas móviles que exista, la cantidad de usuarios que cuentan con este servicio alrededor del país va en aumento, lo cual muestra que se está llegando a las poblaciones que antes no contaban con dicho servicio. Para ver la variable de teledensidad desglosado por departamento revisar el Anexo N° 2.

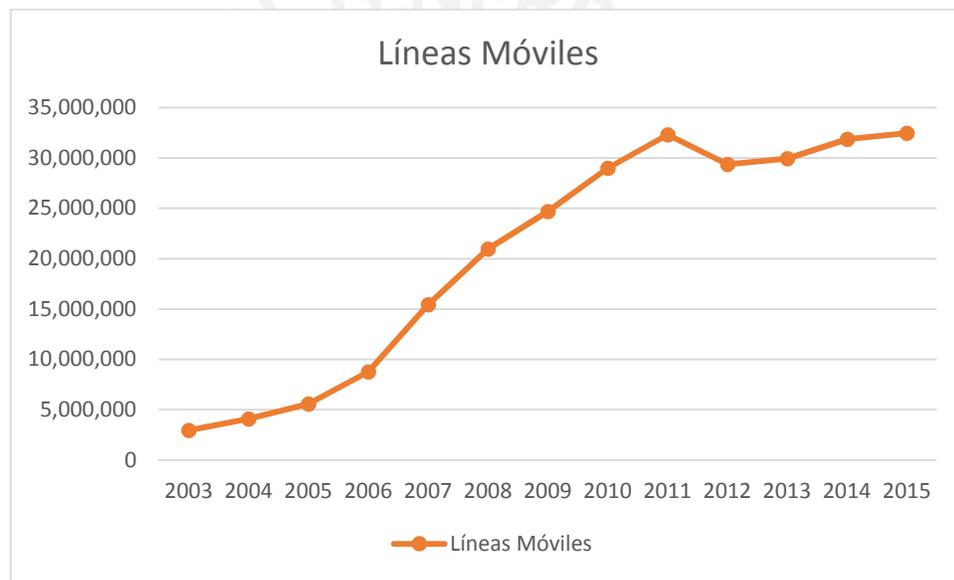


Figura 9 Líneas en servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Osiptel (2015)

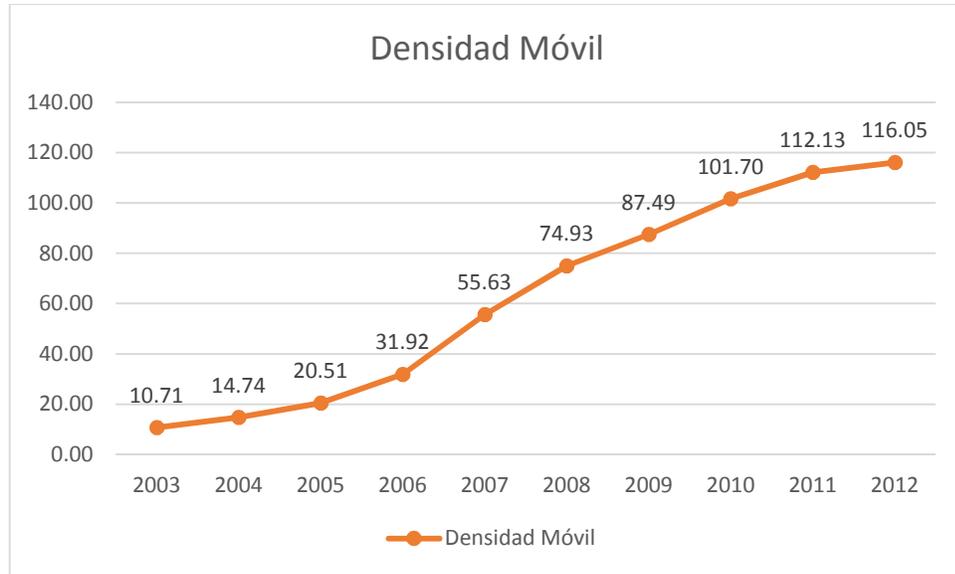


Figura 10 Densidad de Líneas en servicio de Telefonía Móvil

Fuente: Osiptel (2015)

Actualmente, FITEL se encuentra realizando una serie de proyectos que incrementen la penetración de telefonía móvil, brindando este servicio en zonas rurales. Los proyectos más importantes con respecto a este tema son FITEL 11, FITEL 12 y FITEL 13, los cuales buscan la *“Integración de las Áreas Rurales y Lugares de Preferente Interés Social a la Red de Servicio Móvil.”* (FITEL a, 2015). Estos proyectos permitirán a una gran cantidad de localidades rurales que cuenten con una infraestructura de energía eléctrica de alta tensión.

### 2.2.2.3. Servicio de Telefonía Pública

En los últimos años, la telefonía pública ha ido perdiendo popularidad y frecuencia de uso entre los pobladores, debido en gran medida a la mala calidad del servicio, como el aumento de la penetración de telefonía móvil en el país. En la Figura 11 podemos apreciar la densidad de telefonía pública, el cual tiene una ligera diferencia con la densidad de telefonía móvil, la cual es que en la pública se cuenta como líneas públicas en servicio por cada 1000 habitantes, debido a su número reducido. Aquí se toman los datos desde el 2003, viendo que no hay mucha fluctuación hasta el presente año; sin embargo, a partir del año 2012, vemos que la densidad empieza a decaer ligeramente, lo cual es producto de los proyectos que se están realizando que incrementan la

penetración móvil en el país. Es muy probable que el valor de la densidad de telefonía pública siga en decremento en los próximos, hasta desaparecer completamente, como la telefonía fija.

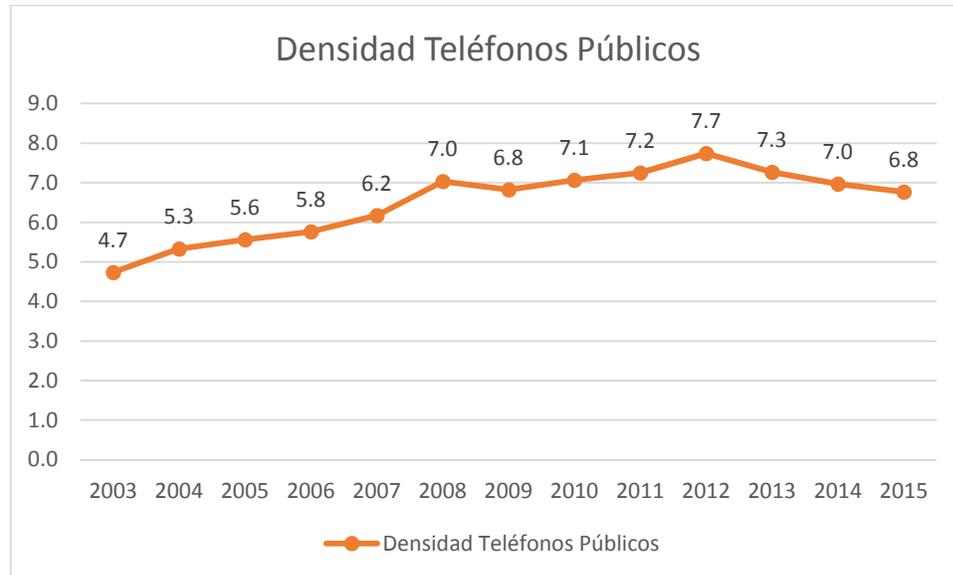


Figura 11 Densidad de servicio de Telefonía Pública

Fuente: Osiptel (2015)

### 2.2.3. Situación actual de los servicios de Internet en el Perú

En la última década, la popularidad por el servicio de internet en el Perú ha estado en constante incremento; esto gracias al aumento de la demanda por este servicio y por una serie de proyectos, que veremos más adelante, encargados de llevar internet a las poblaciones más alejadas del Perú.

#### 2.2.3.1. Servicio de Internet Fijo

El servicio de internet Fijo es el más popular entre los distintos modos de acceso, siendo aún el ADSL - también llamado línea de suscriptor digital asimétrico, ya que la velocidad de subida de información a la red es menor que la de descarga de información -, la que contiene mayor cantidad de instalaciones proveedores de este servicio. Revisar Anexo N° 3.

La Figura 12 muestra la cantidad de líneas en servicio de internet fijo desde el año 2003 hasta el año 2014; aquí podemos apreciar que este servicio se encuentra en un crecimiento constante por razones ya mencionadas; sin embargo, no se tiene una idea si este crecimiento impacta realmente en la población o si permite el acceso a una parte significativa de esta. Para mostrar una mejor variable que permita analizar más a fondo la penetración de internet en el país, podemos apreciar la Figura 13, la cual muestra el porcentaje de la población que cuenta con acceso al servicio de internet fijo; aquí se puede notar que, aproximadamente, en la última década, solo ha habido un incremento del 10% de penetración de internet fijo sobre el total de pobladores; en otras palabras, así la cantidad de líneas de internet hayan estado en constante crecimiento, el impacto real sobre la población no es tan significativo.

Para un análisis más específico sobre el impacto de este servicio de telecomunicaciones, revisaremos el Anexo N° 4; aquí podemos observar que la región de Lima Metropolitana, al año 2014, posee una penetración de internet fijo del 60%; sin embargo, el resto del país solo cuenta con un 30% de penetración aproximadamente, lo cual indica que se ha dado más prioridad a la capital que al resto del país; otro punto importante es el porcentaje de la población de las zonas rurales que tienen acceso al servicio, al año 2014, solo el 11.5% cuenta con acceso, notándose aún un pobre interés dichas zonas; por último, podemos notar también que, separando a la población por regiones naturales –costa, sierra y selva- la región selva es la que posee menor cantidad de pobladores con acceso al servicio, esto debido tanto a la dificultad de instalación de los equipos necesarios, debido al impacto climático; así como la falta de proyectos por parte del gobierno para penetrar hasta las zonas más alejadas.

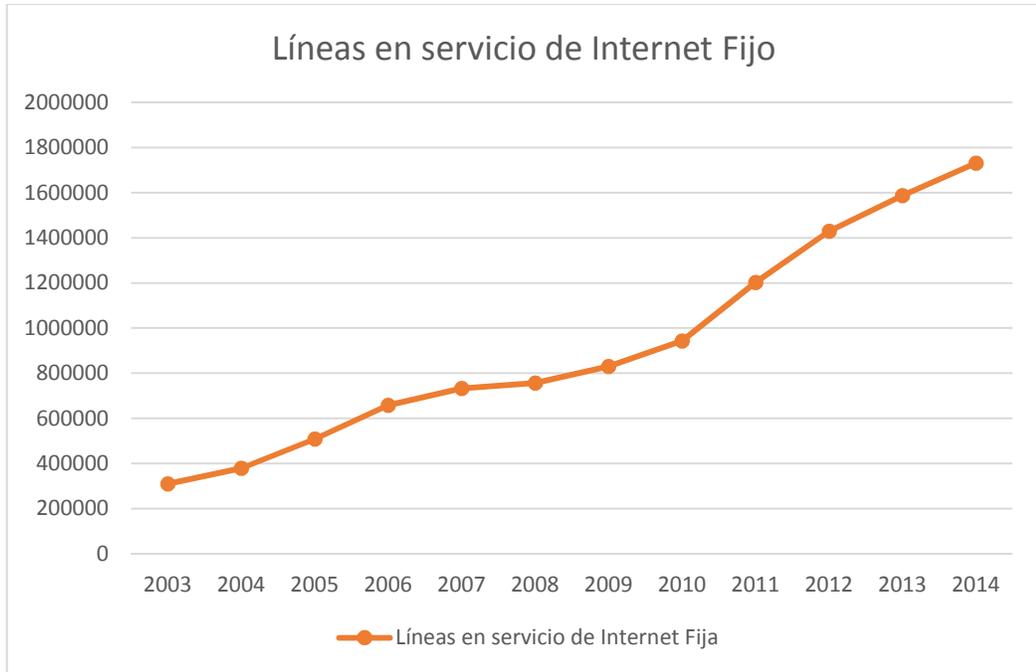


Figura 12 Líneas en Servicio de Internet Fijo

Fuente: Osiptel (2015)

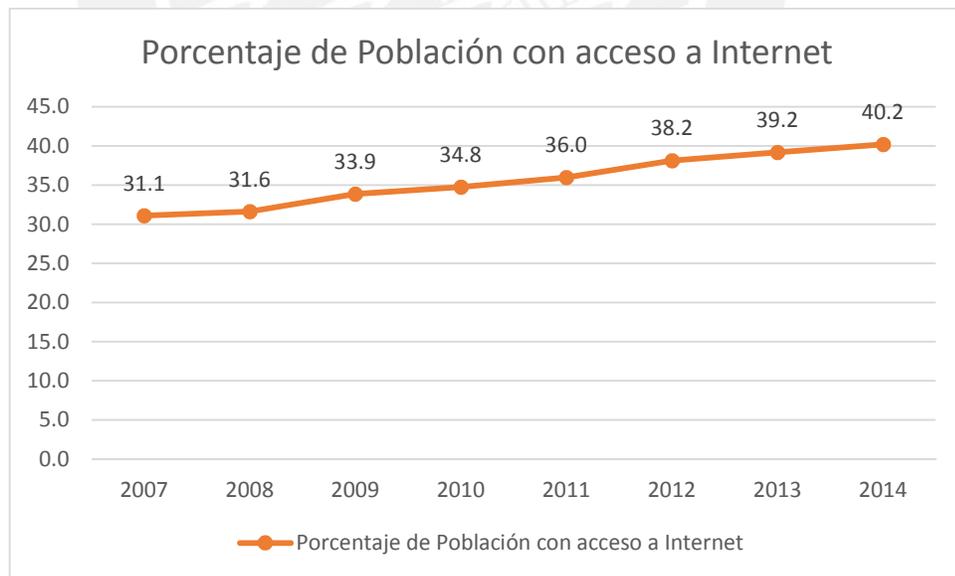


Figura 13 Porcentaje de la Población con acceso a Internet Fijo

Fuente: Osiptel (2015)

### 2.2.3.2. Servicio de Internet Móvil

Actualmente, no existe información específica sobre la cantidad de líneas telefónicas que acceden al internet móvil por cada departamento o a través de los años; solamente hay información disponible del año 2014. En la figura 14, podemos notar que existe una penetración de internet móvil de 40.6 al tercer trimestre del año 2014; o sea que existen 40.6 habitantes suscritos por cada 100; podemos notar que gran porcentaje de los teléfonos móviles acceden a internet; sin embargo, no se puede conocer un impacto relevante, ya que no hay información desgregada por departamentos, o zonas urbanas / rurales, frecuencia de uso, etc. Solo como información complementaria, podemos apreciar en la Figura 15 que la modalidad contractual que más uso hace del internet móvil es la Prepago; por lo que es muy probable que las personas compren paquetes más económicos solo cuando necesitan de un servicio de datos en el teléfono móvil y no un contrato con la empresa operadora donde se consigne una capacidad limitada.

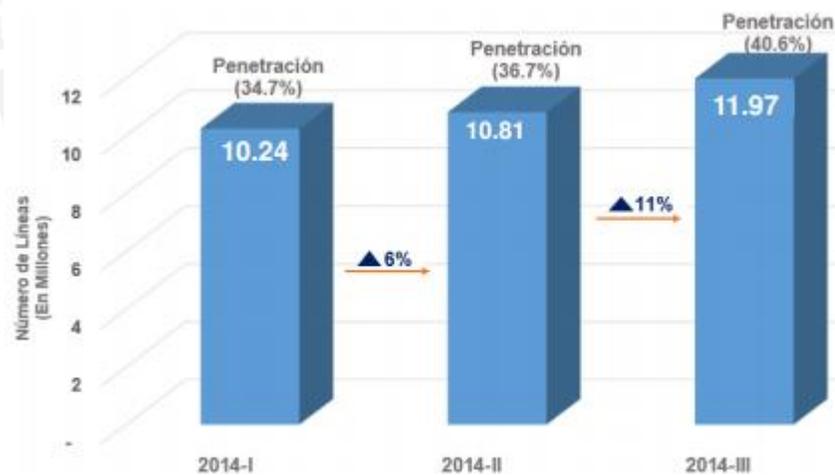


Figura 14 Penetración de Internet Móvil en el año 2014

Fuente: Osiptel (2014)

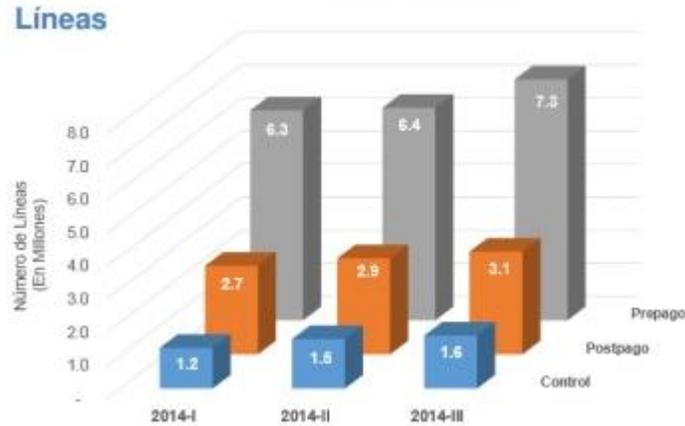


Figura 15 Cantidad de Líneas Móvil con internet según Modalidad Contractual

Fuente: Osiptel (2014)

### 2.2.3.3. Plan Nacional de Banda Ancha

La Banda Ancha entendida como acceso a **Internet de alta velocidad**, combina la capacidad de conexión (ancho de banda) y la velocidad del tráfico de datos (expresada en bits por segundo - bps), permitiendo a los usuarios acceder a diferentes contenidos, aplicaciones y servicios. Las potencialidades de la Banda Ancha como instrumento dinamizador del desarrollo y la competitividad, han sido reconocidas por diferentes países, organismos y foros internacionales. Así, el Banco Mundial en el Estudio "Información y Comunicación para el desarrollo 2009: Ampliar el alcance y aumentar el impacto", refiere que la Banda Ancha incrementa la productividad y contribuye al crecimiento económico, y por lo tanto merece un rol central en las estrategias de desarrollo de los Estados, siendo que con un 10% de aumento de las conexiones de Banda Ancha se incrementa el crecimiento económico de un país en un 1,3%, lo que convierte a este servicio como el de mayor incidencia en este crecimiento. (McKinsey & Company, 2010). Esta investigación es muy importante para el desarrollo de la tesis ya que sirve como un sustento, debido a que ya se han descubierto indicios de la relación del desarrollo de las telecomunicaciones –en este caso, la penetración de internet de Banda Ancha- con el desarrollo económico –aumento concreto del PBI a nivel país-.

Con respecto al Perú, el FTEL se encuentra actualmente realizando el proyecto FTEL 17, el cual está encargado de la instalación de Banda ancha para la conectividad

integral y el desarrollo social de las regiones de Ayacucho, Apurímac, Huancavelica y Lambayeque. (FITEL a, 2015). Adicionalmente, ya se han ejecutado proyectos adicionales que brindarán acceso de internet de Banda Ancha a las localidades del VRAE (FITEL, 2014), a la red Juliaca – San Gabán – Puerto Maldonado (FITEL, 2008) y localidades rurales del Perú, enfocándose en diversas zonas aisladas (FITEL, 2007), invirtiéndose decenas de millones de dólares y brindando acceso a cientos de miles de pobladores peruanos.

En caso se desee analizar más a fondo el Plan Nacional de Banda Ancha, se puede acceder mediante el link en las Referencias Bibliografía (MTC, 2011).

Además, aparte de la instalación de los equipos y tecnología necesaria para tener acceso a la Banda Ancha, FITEL se encarga de brindar asesoría y capacitaciones a los pobladores, gobernantes e interesados antes o durante la instalación de los mismos. Estas charlas tienen como objetivo concientizar a las personas de la importancia del acceso y uso de los distintos servicios de telecomunicaciones, así como sus beneficios e impactos directos en la vida de las personas, economía, mercado, idiosincrasia, etc. (FITEL b, 2015). Estas charlas benefician en gran medida a los pobladores de las zonas rurales más alejadas que desconocen la existencia de estos servicios, apoyando la llamada inclusión social y reduciendo la brecha digital (Bank, 2016)

### 2.3. Innovaciones actuales en Telecomunicaciones

Los avances tecnológicos son una importante fuerza que impulsa el crecimiento económico y la creación de empleos. En particular, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) están cambiando muchos aspectos de las economías, los Gobiernos y las sociedades en el mundo. En los países en desarrollo, los Gobiernos, las empresas y los ciudadanos están aprovechando el poder transformador de las TIC para incrementar la eficiencia de los servicios públicos, aumentar la actividad comercial y fortalecer y ampliar las redes sociales. En la actualidad en el mundo, más del 75 % de la población tiene acceso a un teléfono celular y la cantidad de suscripciones a los servicios de telefonía móvil llegó a 7000 millones a fines de 2013. En consecuencia, están emergiendo nuevos servicios e industrias: en Tanzania, por ejemplo, los agentes

de dinero móvil superan a cualquier otro intermediario financiero en una proporción de 10 a 1. Más de la mitad de los habitantes del país que viven con menos de US\$2 al día tienen acceso a algún tipo de tecnología móvil (Shiu & Lamp, 2008).

Al mismo tiempo, el acceso a la banda ancha fija y móvil continúa siendo muy caro en algunos países donde la falta de infraestructura de TIC y obstáculos legales todavía impide que se logren avances en esta área. En los países en desarrollo, los servicios de banda ancha fija residencial cuestan mensualmente en promedio casi un 30 % del ingreso nacional bruto (INB) per cápita en comparación con solo un 1,7 % del INB en los países ricos. Este promedio oculta las grandes discrepancias que se dan entre países (y dentro de ellos), afectando las oportunidades disponibles para los ciudadanos. En Djibouti, por ejemplo, un paquete de banda ancha móvil cuesta más que el ingreso del 60 % más pobre de la población (Shiu & Lamp, 2008).

Según el FIDEL (2015), las inversiones en infraestructura de TIC y las reformas de políticas, si se realizan de manera adecuada, pueden ser un factor principal de apoyo para la reducción de la pobreza y el fomento de la prosperidad compartida. Un aumento de un 10 % en las conexiones de Internet de alta velocidad se asocia en promedio a un incremento de un 1,4 % en el crecimiento económico en los países en desarrollo.

### 2.3.1. Redes de telefonía de 5ta generación (5G)

La Alianza Público-Privada en Infraestructura 5G o, por sus siglas en inglés, 5G PPP (2013), es una institución fundada por la Comisión de la Unión Europea, fabricantes de la industria de las telecomunicaciones, los operadores de telecomunicaciones, proveedores de servicios, las PYME e investigadores varios para entregar soluciones tecnologías y estándares para la infraestructura de comunicaciones de próxima generación, los cuales son de tendencia ubicua (puedes llevar el dispositivo libremente a cualquier lugar). El reto para el 5G PPP (2013) es asegurar el liderazgo de Europa en las áreas específicas en las que dicho continente es fuerte o donde hay un potencial para la creación de nuevos mercados como ciudades inteligentes, e-salud o salud electrónica, transporte inteligente y medios de comunicación. La iniciativa 5G PPP (2013) reforzará la industria europea para competir con éxito en los mercados mundiales y abrir nuevas oportunidades de innovación. Será "abrir una plataforma que nos ayuda a

alcanzar nuestro objetivo común de mantener y reforzar el liderazgo tecnológico mundial". Nuestros retos clave para el 5G Infraestructura PPP (2013) son:

- Proporcionar 1000 veces una mayor capacidad de área inalámbrica y capacidades de servicio más variadas con respecto a 2010.
- Ahorro de hasta un 90% de energía por servicio prestado. El foco principal estará en redes de comunicaciones móviles en los que el consumo de energía proviene de la red de acceso de radio.
- La reducción del tiempo de ciclo medio de creación de servicios de 90 horas a 90 minutos.
- Creación de una Internet segura, fiable y confiable; cuyo tiempo de inactividad sea imperceptible para el ser humano.
- Facilitar despliegues muy densos de enlaces de comunicación inalámbrica para conectar más de 7 billones de dispositivos inalámbricos, los cuales atenderán a más de 7 mil millones de personas.
- Asegurar para todos y en todas partes el acceso a un panel más amplio de servicios y aplicaciones a un costo menor.

Esto beneficiará a todo tipo de mercados alrededor del mundo; incluyendo a los países menos desarrollados y que depende de la tecnología importada.

### 2.3.2. Red de banda ancha satelital

O3b Networks es un proveedor de servicios de satélite mundial la construcción de una red de satélites de próxima generación para operadores de telecomunicaciones y proveedores de servicios de Internet (O3B NETWORKS, 2012), así como a los clientes empresariales y los departamentos gubernamentales y agencias, proporcionando miles de millones de consumidores y negocios en casi 180 países con bajo costo, alta velocidad Internet y la conectividad móvil.

El sistema de O3B NETWORKS (2012) combina el alcance global de satélite con la velocidad de la fibra. Se centra en:

- Alta capacidad
- Latencia similar a la fibra
- Ancho de banda que es significativamente menor en costo.

El sistema O3b combina el alcance global de los satélites con la velocidad de las redes de la fibra óptica, proveyendo a miles de millones de clientes y negocios en cerca de 180 países, a un costo bajo, alta velocidad, baja latencia del Internet y conectividad móvil.

Entre los inversionistas de O3b Networks están SES, Google, Liberty Global, HSBC Principal Investments, Northbridge Venture Partners, Allen & Company, Banco de Desarrollo de Sur de África, Sofina, Satya Capital y Luxempart (O3B NETWORKS, 2012).

Por su parte, el vicepresidente de O3b Networks para las regiones de África y América Latina, Omar Trujillo, dijo que su representada está construyendo una constelación satelital de última generación capaz de ofrecer una mejor conectividad, más rápida a precios más asequibles.

Órbita de O3b terrestre media (MEO) satélites órbita a 8.062 kilómetros por encima de la Tierra. A partir de esta baja altitud, la latencia se reduce drásticamente con lo que a la par con una transmisión de fibra larga. Los operadores pueden ahora considerar la tecnología de satélites para aplicaciones que son constelación latencia de sensitive. O3b de satélites utiliza múltiples haces puntuales, que aumentan significativamente la capacidad de cada satélite y disminuyen el costo de ancho de banda. Leer más sobre nuestra tecnología aquí.

Con respecto al Perú, se ha realizado un contrato con el proveedor O3B Networks como complemento para el Plan Nacional de Banda Ancha. En la Figura 16 podemos apreciar que existe actualmente cobertura en nuestro país; esto permitirá proveer de servicio de

internet a las zonas más alejadas del Perú, los cuales no permitan la instalación de un sistema de telecomunicaciones físico.

Posteriormente, el viceministro de Comunicaciones, Raúl Pérez-Reyes, expresó que el Gobierno hace énfasis en promover mayor velocidad, mayor número de usuarios y menores precios, “Por eso, iniciativas privadas como O3b complementan la labor que hacemos en el Ministerio”, agregó FITEL (2013).

Pérez-Reyes aseguró que existe un esfuerzo del Estado en desarrollar proyectos. En ese sentido, saludó que el sector privado realice actividades como la cobertura de comunicaciones en zonas rurales del país y decida invertir en este tipo de iniciativas “que ayudarán a reducir la brecha de acceso y de servicios”.

A su turno, el secretario técnico del Fondo de Inversión de Telecomunicaciones (FITEL), Luis Montes, indicó que la importancia de la banda ancha para el país se basa en que los usuarios acceden a diferentes servicios, contenidos y aplicaciones; es el soporte de las sociedades modernas; condicionante del nivel de competitividad; impulsa el desarrollo de países; e inserta a la población en la Sociedad de la Información.



Figura 16 Cobertura del Proveedor O3B NETWORKS

Fuente: (O3B NETWORKS, 2012)

## Capítulo 3: Relación entre el crecimiento económico y el desarrollo de las Telecomunicaciones

Luego de analizar el estado actual de las telecomunicaciones tanto en el Perú como en el mundo, analizaremos la relación que existe entre las dos variables que representan tanto el aspecto económico como el desarrollo de las telecomunicaciones. Estas variables fueron seleccionadas y argumentadas en el capítulo 1.

### 3.1. Metodología

Nuestro objeto de estudio es la relación que existe entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones. En particular se desarrolla un modelo que relaciona el crecimiento económico y el número de líneas móviles por cada 100 habitantes basado en los modelos de crecimiento endógeno.

Como se presenta en el modelo de crecimiento endógeno de Barro (1991), explicado en el capítulo 1, el crecimiento económico de los países depende particularmente de la tasa de ahorro, el crecimiento poblacional, el tamaño del gobierno y el coeficiente tecnológico; tomando a estas variables como estructurales (ya que se encuentran descritas en la teoría); sin embargo, se incorpora el efecto de la teledensidad como parte del modelo, el cual será el objeto de estudio, incorporándose como una variable adicional a las estructurales, haciendo nuestro análisis sobre ésta última y buscando su efecto sobre el crecimiento económico. Esto es para hallar la dependencia del PBI per cápita con respecto a la teledensidad. En el caso de la relación contrario; o sea, la dependencia de la teledensidad con respecto al PBI per cápita se hará uso del modelo de difusión tecnológica antes mencionado.

Algunas investigaciones que buscaron relacionar dichas variables tomando en consideración el modelo de crecimiento endógeno de Barro (1991), surgieron como extensiones del modelo original de Roeller y Waverman (2001). Dichos modelos

utilizaban una especificación en forma de panel de los datos de varios países para diferentes periodos de tiempo.

Otros modelos se enfocaron particularmente en la relación entre el crecimiento de la productividad del sector de telecomunicaciones y el crecimiento económico, con enfoques que utilizan la tabla de insumo producto (Cronin, Parker, Colleran, & Gold, 1993).

Son diversos los modelos que intentan estimar las relaciones entre estas dos variables antes mencionadas, sin embargo solo algunos como Waverman, Meschi y Fuss (2005), Lee, Levendis y Gutiérrez (2012) y más recientemente Castro, Devis y Olivera (2011) entre otros llevaron el enfoque a derivaciones de los modelos de crecimiento endógeno.

A diferencia de los modelos antes mencionados que utilizan una amplia base de datos en forma de panel para diferentes países de la región y del mundo, este trabajo busca introducir los efectos particulares del país, utilizando como individuos a las regiones departamentales y un periodo de tiempo comprendido entre el 2007 y 2011.

Bajo esta perspectiva se espera que el coeficiente relacionado al efecto de la teledensidad sobre el crecimiento económico sea mayor a los estimados en los trabajos mencionados, esto en particular al carácter de la variable de reducir las brechas en el crecimiento económico, es decir, países con menores niveles de ingresos poseen mayores tasa de crecimiento y a su vez un efecto mayor de la teledensidad sobre este mismo.

Para el caso de la metodología, se hace uso de un Panel Dinámico de Modelo de Datos; este modelo fue usado en la investigación realizada por Lam (2008), en el cual se evaluaron 105 países; de los cuales 27 son de África, 26 de América, 25 de Asia y 27 de Europa; además, estos países poseen ingresos tanto altos, como bajos, por lo que están compuestos tanto de países en desarrollo como ya desarrollados.

La discusión de este tipo de modelos la originaron Balestra & Nerlove (1966). El uso de variables instrumentales como estimadores para los modelos de datos de panel dinámico fue propuesto por Anderson y Hsiao (1981), Arellano y Bond (1991), entre otros. Estos

estimadores son consistentes en muestras grandes; sin embargo, si el tiempo es mayor considerablemente que el número de muestras, se presentan sesgos que pueden distorsionar los valores finales.

La particularidad de estos modelos que lo hacen indispensables en estimaciones de los efectos de la teledensidad sobre el crecimiento económico es que nos permiten controlar el sesgo generado por la doble causalidad entre estas variables, también conocida como problemas de endogeneidad del modelo.

En específico, el sesgo se produce debido a que una o más variables que explican a la variable dependiente son a su vez explicadas por la variable dependiente, por lo que se rompe con el supuesto de la exogeneidad estricta del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), con lo que los estimadores dejan de ser los mejores estimadores lineales insesgados. Adicionalmente para el caso práctico de la estimación considerando las regiones del Perú se encontró una fuerte correlación entre la tasa de ahorro y la teledensidad, por lo que al incluir esta última en el modelo MCO ocasionó distorsiones en los estimadores.

Aplicar la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios a este modelo, o un Modelo Lineal General de Regresión de panel con efectos fijos o aleatorios provoca errores estándar de las estimaciones de los parámetros. Esto quiere decir que debemos encontrar variables adicionales fijas que puedan provocar diferencias en las variables de un tiempo futuro con respecto a la segunda variable en un tiempo pasado; estas variables podrían deberse a factores externos o específicos de cada uno de los departamentos, tales como corrupción, falta de datos, rezagos de tiempo al momento de tomar las muestras, entre otros factores que, muchas veces, requieren de una investigación más exacta y exhaustiva; lo cual puede modificar los resultados, después de todo.

Para corregir estos problemas se podrían aplicar variables instrumentales; Anderson y Hsiao (1992), (1981) proponen utilizar retardos de la dependiente, tanto en nivel como en diferencias. Arellano y Bond (1991) construyen un estimador basado en el Método Generalizado de los Momentos (GMM), que utiliza variables instrumentales basadas en retardos y diferencias de todas las variables del modelo y que está especialmente

propuesto para paneles con muchos individuos y pocos periodos. Las posibles variables instrumentales y sus retardos las obtienen del método desarrollado por Hansen (1982).

Concretamente, el modelo debe corregir los problemas antes mencionados por lo que es necesario incluir instrumentos de las variables para que la estimación sea insesgada.; Arellano y Bond (1991) utilizan retardos en las variables endógenas y en las predeterminadas y diferencias en las variables estrictamente exógenas; de esta manera, elimina el hecho de que una variable esté representada en función a otro, y esta otra en función a la primera y así sucesivamente.

La diferencia entre predeterminadas y estrictamente endógenas consiste en que una variable es predeterminada cuando su valor actual está correlacionado con valores pasados del error o de la dependiente. Una variable es endógena cuando su valor actual está correlacionado con valores actuales y pasados del error o de la dependiente, como es nuestro caso (Jiménez, 2010).

El estimador GMM estima la relación entre dependiente e independientes utilizando la información de ambas ecuaciones, en niveles y en diferencias, el cual se muestra a continuación:

$$y_{it} = \beta_0 y_{i,t-1} + \beta_1 x_{it} + \beta_2 w_{it} + v_i + e_{it} \dots(1)$$

En donde:

- $y_{it}$  es la variable a analizar; en este caso, el PBI
- $\beta_{0,1,2}$  es el componente que indica el grado de influencia de cada variable sobre el PBI
- $y_{i,t-1}$  es la variable a tratar en un periodo de tiempo anterior, PBI del año pasado
- $x_{it}$  y  $w_{it}$  representan a las variables estructurales (tasa de ahorro, gasto público, etc.)
- $v_i$  y  $e_{it}$  son variables de error

Ahora, la razón por la que elegimos el modelo de Arellano & Bond (1991), es debido a que nos permite analizar la relación en base a la primera diferencia, o sea, se minimizan o anulan efectos que modifican o varían los resultados mencionados párrafos atrás, tales

como los rezagos de tiempo, variables específicas de cada departamento, datos faltantes que provoquen pequeños porcentajes de error, etc.

Según lo antes dicho se plantea el modelo a estimar bajo la siguiente especificación:

$$grow1_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 grow1_{i,t-1} + \beta_2 y0_{i,t0} + \beta_3 ls_{i,t} + \beta_4 ls_{i,t-1} + \beta_5 ls_{i,t-2} + \beta_6 lgg_{i,t} + \beta_7 lgg_{i,t-1} + \beta_8 lv1_{i,t} + \beta_9 lv1_{i,t-1} + \beta_{10} lv1_{i,t-2} + e_0 \dots\dots(2)$$

Donde  $grow1_{i,t}$  representa la tasa de crecimiento per cápita del ingreso real a precios constantes del 2007,  $\beta_{0,1,2\dots,10}$  es el componente que indica el grado de influencia de cada variable sobre el PBI,  $grow1_{i,t-1}$  representa el rezago de la variable dependiente,  $y0_{i,t0}$  es el logaritmo del ingreso en su estado inicial (año 2007) y captura el efecto de la convergencia de las regiones.  $ls_{i,t}$  representa el logaritmo de la tasa de ahorro,  $ls_{i,t-1}$  y  $ls_{i,t-2}$  sus respectivos rezagos,  $lgg_{i,t}$  ratio del gasto de gobierno con respecto al ingreso,  $lgg_{i,t-1}$  su respectivo rezago;  $lv1_{i,t}$  el logaritmo del número de línea móviles por cada 100 habitantes con su respectivos rezagos  $lv1_{i,t-1}$  y  $lv1_{i,t-2}$  como medida de la teledensidad y  $e_0$  la variable de error correspondiente.

Ahora, para hallar la influencia que ejerce el PBI per cápita sobre la teledensidad; utilizaremos el ya mencionado Modelo de Difusión Tecnológica, la cual está basada en una ecuación similar a la anterior; con una ligera diferencia, la cual se muestra en la siguiente ecuación:

$$Tel_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 L_{v1i} + \beta_2 L_{v12i} + \beta_3 L_{ypti} + e_0 \dots\dots(3)$$

En donde  $Tel$  es la variable principal, de teledensidad;  $\beta_{0,1,2,3}$  es el coeficiente que indica el grado de influencia sobre la variable principal;  $L_{v1}$  representa al rezago de la teledensidad;  $L_{v12}$  es el rezago de la teledensidad al cuadrado;  $L_{ypt}$  es el rezago del PBI per cápita y el  $e_0$  es una constante de error.

Bien, ahora plantearemos la hipótesis de la tesis; para ser más exactos, una hipótesis nula, la cual indica que, de las ecuaciones (2) y (3), las constantes  $\beta_8$  y  $\beta_3$

respectivamente deben ser igual a 0; de esta manera, la relación que existe entre la teledensidad sobre el PBI y viceversa, es nula.

Entonces, el objetivo principal de la tesis, es la de anular la hipótesis nula y, de esta manera, demostrar la relación bidireccional que existe entre ambas variables y así, entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones.

### 3.1.1. Base de datos

La base de datos utilizada para la teledensidad entre los años 2007 – 2011 en los diferentes departamentos del país es la mostrada en la Tabla 2; la cual fue extraída del Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL).

Tabla 2 Teledensidad por departamento del 2003-2012

Departamento	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Amazonas	0.5	1.2	2.6	5.3	13	23.3	29.9	40.2	47.8	47.7
Ancash	4.7	6.7	10.4	18.4	37.4	53.8	64.6	82.8	94.8	100
Apurímac	0.7	1.6	3.3	6.7	16.3	26.7	36.5	47.6	59.1	67.4
Arequipa	13.8	17.4	25.7	42.4	75.3	95.1	108.9	125.3	131.4	137.5
Ayacucho	1.7	3.5	4.9	11	28	46.5	61.5	72.9	77.9	77.8
Cajamarca	2.5	3.8	5.6	10.9	23.7	36.6	47.2	60	70.8	75.8
Cusco	4.3	6.3	9.8	18	35.6	53.8	71.7	84.4	94.6	102.6
Huancavelica	0.2	0.5	1	2.5	6	10.5	15.2	20.7	23.8	28.7
Huánuco	1.3	2.6	4.7	9	18.2	30.9	42	53.5	60.2	65.8
Ica	7.2	11.8	20.7	34.9	64.1	85.5	101.2	120	127	129.6
Junín	3.9	5.8	10.3	18.8	38.9	60.2	78.4	95.7	106.1	111.2
La Libertad	9.5	12.2	15.9	27.2	53.6	71.9	84.3	98	110.1	119.3
Lambayeque	7.2	10.1	15.1	26.8	54.8	76.6	87.5	101.4	111.5	111.6
Lima y Callao	23.3	31.7	40	57.4	90.3	115.5	128.3	143.3	156.6	159.2
Loreto	2.2	3.4	5.1	8.6	16.6	24.2	29.7	37	40.5	42.1
Madre de Dios	1.4	3.1	9	22	47.3	72.4	92.7	115.5	138.5	156.4
Moquegua	8	14.9	25.4	43.9	72.1	89.1	100	115	117.5	115.1
Pasco	1	2.3	4.3	11.3	28.1	43.2	55	64.6	65	67.3
Piura	4.9	7.3	10.9	18.5	36.5	50.9	61.5	71.8	82.6	85.2
Puno	2.9	4.5	7.4	15.6	36.9	54.6	68.4	85.6	94.9	105.3
San Martín	0.9	1.8	3.9	8.8	21.9	39.2	52	67.6	79.9	78.3
Tacna	16.6	19.9	32.2	49.5	84	103.1	119.8	141.1	140.3	138.3
Tumbes	4.8	10.4	19.7	32.9	56.7	74.3	88.5	104.8	117.8	115.2
Ucayali	2.5	5	9.4	17.2	33.4	48.7	62.4	76.4	83.2	88.2
Total Perú	10.7	14.7	20.5	31.9	55.6	74.9	87.5	101.7	112.1	116.1

Fuente: OSIPTEL (2015)

Se tomaron datos del producto bruto interno a precios base del 2007 por región para medir el ingreso, ya que esta se encuentra dentro del rango de análisis de la presente investigación. Para el caso de la densidad móvil, se tomaron los datos de línea por cada

100 habitantes para el mismo periodo. La mayoría de los datos fueron recogidos del Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). La base de datos del PBI per cápita es mostrada en la Tabla 3.

Tabla 3 PBI per cápita por departamento 2007-2011

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011
Amazonas	4380	4726	5023	5367	5590
Áncash	14286	15275	14848	14492	14528
Apurímac	4158	3824	3654	3955	4160
Arequipa	14392	15831	15832	16624	17175
Ayacucho	4743	5354	5838	6033	6262
Cajamarca	5525	6271	6753	6787	7090
Cusco	8748	9280	10707	12048	13479
Huancavelica	5339	5588	5730	5937	6073
Huánuco	3980	4266	4285	4530	4766
Ica	12175	14249	14737	15677	17347
Junín	7255	7813	7052	7361	7694
La Libertad	8688	9183	9111	9539	9801
Lambayeque	5858	6337	6618	7024	7341
Lima	14150	15202	15024	16424	17581
Loreto	7315	7646	7570	7966	7556
Madre de Dios	16707	16554	17111	18216	19513
Moquegua	45367	51710	49750	49437	44985
Pasco	19231	18811	17552	16291	16081
Piura	7332	7804	7980	8552	9164
Puno	4468	4761	4917	5173	5437
San Martín	4373	4741	4852	5175	5354
Tacna	16782	16166	15312	16721	16904
Tumbes	7767	8869	9562	10466	9595
Ucayali	6877	7120	7081	7230	7490
Total País	11224	12112	12103	12979	13660

Fuente: INEI (2015)

En la Tabla 4 se aprecia otra variable importante, la tasa de ahorro por departamento; en la cual podemos ver que departamentos como Lima, Arequipa y sorprendentemente Madre de Dios y Moquegua poseen las tasas de ahorro más altas. El departamento con menor tasa de ahorro es Huancavelica, el cual a la vez es uno de los departamentos con más índice de pobreza del país; ver Anexo N° 5.

Tabla 4 Tasa de Ahorro per cápita en Nuevos Soles por Departamento 2007-2011

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011
Amazonas	405.1304	410.5424	479.3255	519.4175	505.3443
Ancash	541.2638	545.8853	577.3792	673.6552	667.0127
Apurímac	283.7913	307.7578	310.6666	383.397	382.8821
Arequipa	798.5571	866.8104	874.5499	915.8903	940.1364
Ayacucho	347.8972	377.1695	409.9263	462.1441	472.4076
Cajamarca	336.9779	388.8099	418.4822	463.3421	491.5052
Callao	699.8729	730.1667	832.0211	802.1241	764.1552
Cusco	466.8394	478.1436	545.8853	541.8499	594.1187
Huancavelica	237.6729	265.1269	305.9342	361.7547	401.9936
Huanuco	373.5291	419.7479	414.2785	463.8138	497.0902
Ica	601.1364	628.7855	689.3983	710.2488	738.4234
Junín	547.4155	622.2156	590.9775	601.8681	687.8091
La Libertad	732.752	639.2699	705.8183	701.9126	681.2887
Lambayeque	563.8858	571.1999	582.3674	596.0793	608.7043
Lima	880.2565	883.7919	916.9236	927.906	942.348
Loreto	402.9573	425.2066	437.4549	494.0375	509.0802
Madre de Dios	702.7995	746.4868	792.8596	856.5861	984.7969
Moquegua	838.5706	880.3949	904.5904	1051.732	1058.238
Pasco	430.6124	474.4706	543.6303	589.1232	600.267
Piura	517.3741	524.6317	599.55	602.2494	630.0042
Puno	354.1067	385.1392	416.303	445.9991	466.7501
San Martín	478.0965	524.9715	527.8796	608.0818	645.1092
Tacna	741.0232	824.066	794.8707	855.46	810.9688
Tumbes	802.3432	652.6897	684.6023	742.6334	799.2924
Ucayali	493.9432	496.571	540.2412	527.5128	578.1337
Nacional	627.2986	642.4194	677.157	702.6227	721.2035

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2011)

La variable de Gasto público per cápita se aprecia en la Tabla 5; aquí vemos que nuevamente departamentos como Lima y Arequipa están entre los primeros; además, Moquegua y Madre de Dios vuelven a aparecer también entre los de mayor gasto público. Como dato adicional, el departamento de Huancavelica vuelve a ocupar el último lugar.

Tabla 5 Gasto Público per cápita en Nuevos Soles por Departamento 2007-2011

Departamento	2007	2008	2009	2010	2011
Amazonas	320.0741	316.8785	317.5756	339.788	373.5616
Ancash	442.0492	470.5831	466.7611	514.4907	525.3624
Apurímac	251.0455	265.1683	254.0048	297.3755	328.0669
Arequipa	628.429	643.1866	627.0616	668.6459	669.2748
Ayacucho	297.5987	327.3612	343.0331	379.9534	353.7773
Cajamarca	274.525	326.3842	314.2727	339.5843	341.1418
Callao	542.3086	575.2824	631.0179	614.3563	598.1988
Cusco	397.5991	395.1043	440.8589	421.7382	462.7248
Huancavelica	183.2118	215.6746	246.8617	287.6562	324.2312
Huanuco	313.5262	337.3943	332.2793	361.4367	373.2782
Ica	497.2759	506.5563	530.1699	554.0786	575.8697
Junín	431.2946	474.9061	461.4525	494.1916	526.7359
La Libertad	591.0365	531.5017	525.6631	557.7767	564.9872
Lambayeque	461.7256	495.0423	483.2874	486.6693	511.628
Lima	636.2184	640.1411	689.1897	686.7619	699.0504
Loreto	324.2023	346.4544	339.0899	368.472	383.7313
Madre de Dios	540.5257	563.392	604.163	619.0236	655.9554
Moquegua	543.4502	508.4715	579.7531	635.0858	661.3084
Pasco	336.2414	334.764	379.6536	422.9036	405.4685
Piura	426.6073	438.2719	455.599	456.4879	497.4223
Puno	311.4467	333.2498	340.5471	348.4401	389.2499
San Martín	366.0291	413.5531	391.3614	460.8854	471.8164
Tacna	534.9052	603.1826	585.1159	649.0404	641.6018
Tumbes	576.5026	552.5524	566.9998	589.5686	640.2402
Ucayali	378.2814	388.5236	401.0059	442.7008	506.4196
Nacional	483.3	496.6	515.6	532.1	548.9

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2011)

Para las variables de capital humano, se hace uso de la cantidad de pobladores que tienen un nivel educativo de primaria completa y los que tienen un nivel educativo de secundaria completa; cuyos valores por departamento entre los años 2007 al 2011 pueden apreciarse en las Tablas 6 y 7 respectivamente.

Tabla 6 Porcentaje de la población de 15 años a más con primaria completa por departamento 2007-2011

Departamen	2007	2008	2009	2010	2011
Amazonas	44.6	44.8	42.7	42.5	42.1
Ancash	29.6	29.2	28.6	26.2	25.8
Apurímac	28.2	29.6	29.4	30.1	30
Arequipa	17.2	14.8	16.1	16.2	16.9
Ayacucho	32.6	32.1	29.5	28	28
Cajamarca	44.2	43.9	44.3	42.1	43.3
Callao	14.3	14.4	14.1	12.8	14.8
Cusco	28.4	28.3	27.9	27.9	24
Huancavelica	36.1	35.3	35.5	34.5	33.6
Huanuco	39.5	38.4	37.4	37.3	34.6
Ica	17.6	17.1	16.4	16.9	16.1
Junín	27.3	25.9	24.2	24.4	23.1
La Libertad	30.4	29.4	30.9	25.6	27.8
Lambayeque	29.6	27.5	26	25.8	25.4
Lima	14.3	13.8	13.4	33.5	13.3
Loreto	36.1	33.8	35.3	33.5	34.3
Madre de Dios	23	23	20.7	21	22.7
Moquegua	19	18.2	17.1	18.6	18.7
Pasco	27.8	27.3	26.5	25.4	25
Piura	31.9	29.4	29.2	31.8	29.4
Puno	29.7	28.7	27.5	27.3	26.6
San Martín	40.2	39.4	38.3	35.5	37.9
Tacna	17.5	15.7	16	15.2	17.8
Tumbes	30.7	26.7	24.8	24.7	23.7
Ucayali	29.1	28.8	29.7	28.1	27.1
Nacional	25	24.1	23.7	23	22.8

Fuente: (INEI, 2013)

Tabla 7 Porcentaje de la población de 15 años a más con secundaria completa por departamento 2007-2011

Departamen	2007	2008	2009	2010	2011
Amazonas	34.6	35.5	35.3	36.1	36
Ancash	39.3	40.6	39.8	42.2	41.1
Apurimac	40	38.1	39.4	40.4	38
Arequipa	44.2	41.7	42	39.9	43.5
Ayacucho	38.1	38.8	40.6	41.1	41.3
Cajamarca	29.4	30.5	27.8	29.3	28.8
Callao	51.6	52.8	49.1	52.3	53.2
Cusco	38.1	38.2	39.9	40.5	41.2
Huancavelica	38.5	38	38.8	38.9	39.7
Huanuco	35.4	35.3	34.7	33.4	35.6
Ica	46.8	45.5	45.5	45.3	45.9
Junin	41.3	41.6	42.9	43.8	42.3
La Libertad	38.5	40.6	39.3	42.9	42.1
Lambayeque	43	45	43.7	45.1	46.2
Lima	49	49.2	47.9	45	46.9
Loreto	46.6	46.1	43.7	45	45.1
Madre de Dios	50.8	48.9	47.8	47.1	47.9
Moquegua	43.9	42.7	42.6	41.3	41.9
Pasco	41.4	42.2	40.9	42.3	43.2
Piura	39	42	41.1	39.2	41.4
Puno	41.7	40.2	42.4	43.2	41.4
San Martín	38.7	39.1	39.9	39.3	37.6
Tacna	50	47.4	47.7	47	46.4
Tumbes	43.1	46.7	47.7	45.1	45.3
Ucayali	48.2	48.7	46.8	49	48.3
Nacional	43.3	43.7	43.1	43.7	43.4

Fuente: (INEI, 2013)

### 3.1.1.1. Objetivo principal de la investigación

El principal objetivo de la presente tesis es la de hallar la relación que existe entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones; para esto, utilizaremos dos metodologías; cada una evaluará la dependencia o relación que una variable ejerce sobre la otra. La idea es encontrar una relación bidireccional; en otras palabras, que la inversión en el desarrollo de las telecomunicaciones influye y está relacionado al crecimiento económico; además, este último, al incrementarse, influye y

está relacionado también la desarrollo de las telecomunicaciones. Demostrando así la importancia de los servicios de telecomunicaciones en el ámbito económico del país.

### 3.1.2. Herramienta utilizada para análisis de datos

Para un correcto análisis de la base de datos antes mencionada, se ha hecho uso del software Stata 13, el cual ya contiene ciertos programas predeterminados, que permiten introducir variables de Panel de datos dinámicos y con la especificación de Arellano y Bond (1991)

## 3.2. Ejecución y Resultados

Antes de la ejecución del modelo de panel dinámico de datos, realizamos una correlación simple entre la teledensidad y el PBI per cápita en miles de nuevos soles para cada uno de los 24 departamentos del Perú. Este resultado se puede apreciar en las Tablas 17, 18, 19, 20 y 21, los cuales muestran la correlación de dichas variables desde el año 2007 al 2011.

Como se aprecia en la Figura 17, para el 2007 se mostraba una fuerte concentración de las regiones en un bajo nivel de ingresos per cápita y densidad móvil, siendo algunos la excepción como Moquegua, Pasco, Ancash y Madre de Dios quienes alcanzaban mayores ingresos per cápita con menores niveles de densidad móvil.

Para el caso de las regiones de Lima, Tacna, Arequipa e Ica la relación se mostraba mas fuerte, ligando mayores niveles en densidad móvil con mayores nivel en ingresos per cápita.

En las figuras intermedias (18,19,20) podemos apreciar como los distintos departamentos se van a lejando de otros, debido a una mayor tasa de crecimiento en PBI per cápita o teledensidad; incluso podríamos clasificarlos de acuerdo al rastro que dejan a través de los años.

Para ordenar de una mejor manera los resultados obtenidos; podemos clasificar a los departamentos hasta en tres grupos. El primer grupo podría estar formado por aquellos departamentos que presentan niveles de penetración por encima de 50 líneas por cada

100 habitantes (Madre de Dios, La libertad, Lambayeque, Tumbes, Ica, Moquegua, Arequipa, Tacna y Lima y Callao); el segundo grupo lo conformarían aquellos departamentos cuyo nivel de penetración es menor a las 50 líneas por cada 100 habitantes pero mayor a las 30 líneas por cada 100 habitantes (Junín, Ancash, Puno, Piura, Ucayali, Ayacucho, Cusco, San Martín, Cajamarca); el tercer grupo estaría conformado por aquellos departamentos cuyo nivel de penetración es menor a las 30 líneas por cada cien habitantes (Apurímac, Amazonas, Huánuco, Huancavelica, Loreto, Pasco).

Dicha clasificación general nos da un cierto indicio de dónde es que se encuentra la mayor proporción de usuarios que cuentan con el servicio y dónde es que se encontraría la posible futura demanda potencial. Lo más probable es que aquellos departamentos que tengan un mayor desarrollo de la industria de servicios (bancos, empresas financieras, aseguradoras, servicios, etc.) adopten las nuevas tecnologías de manera mucho más rápida respecto al resto de departamentos.

Para el 2011, mostrado en la Figura 21, la concentración disminuye debido a un incremento en la profundidad de la densidad móvil en las regiones, sin embargo el efecto sobre ingreso per cápita para ser dividido. En específico las regiones con menores ingresos en el 2007 no han podido pasar la valla de los 10 mil soles con excepción de Cusco que para el 2011 alcanzó altos índices de ingresos con densidad móvil.

Por otro lado, las regiones con mayores ingresos se concentraron más en mayores niveles de densidad móvil e ingresos per cápita, siendo el efecto más notorio el caso de Madre de Dios que alcanzó un ingreso per cápita anual cercano a los 20 mil soles.

Cabe mencionar que si bien algunas regiones no se ha observado un incremento notorio en el ingreso per cápita (como en el caso de los de menores ingresos), esto se puede deber a factores internos de cada región y no necesariamente a la baja relación entre la densidad móvil y el crecimiento económico.

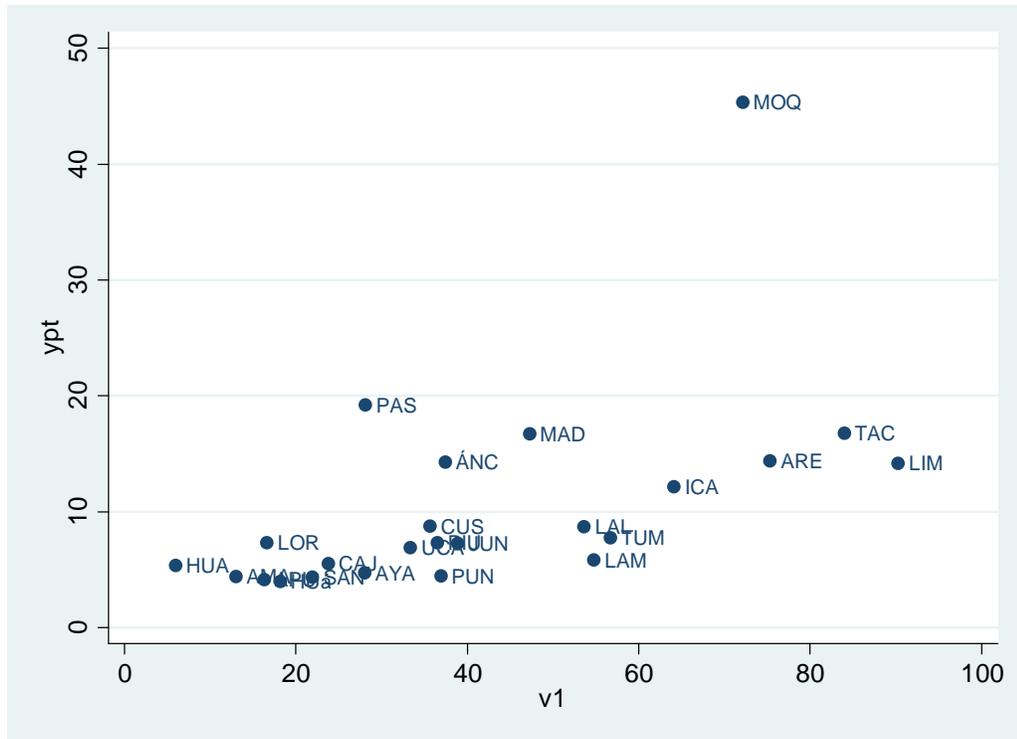


Figura 17 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2007

Elaboración Propia

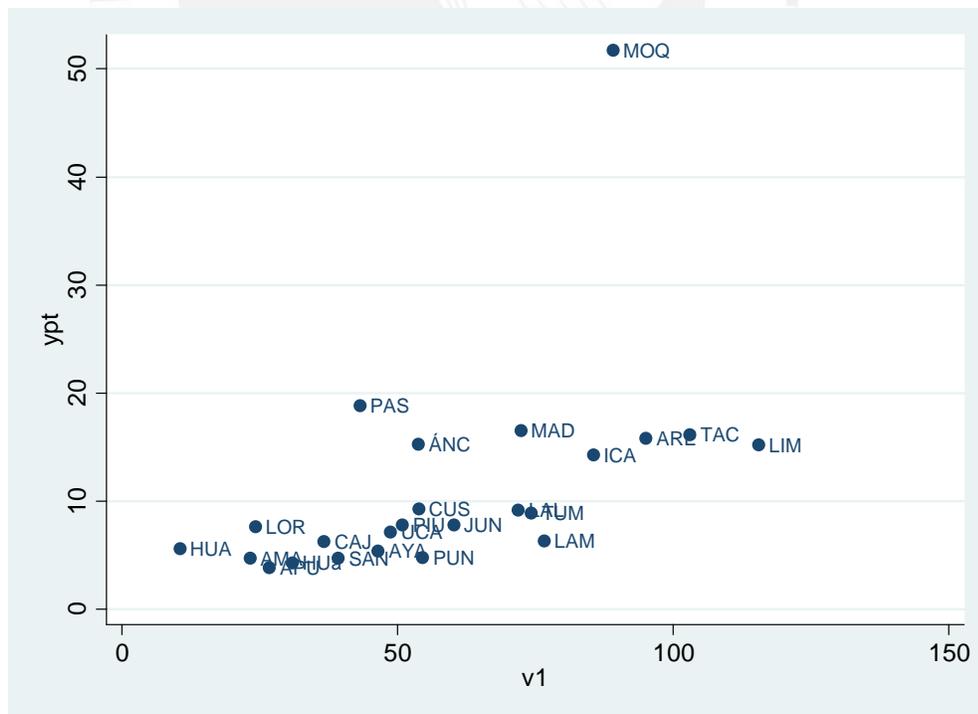


Figura 18 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2008

Elaboración Propia

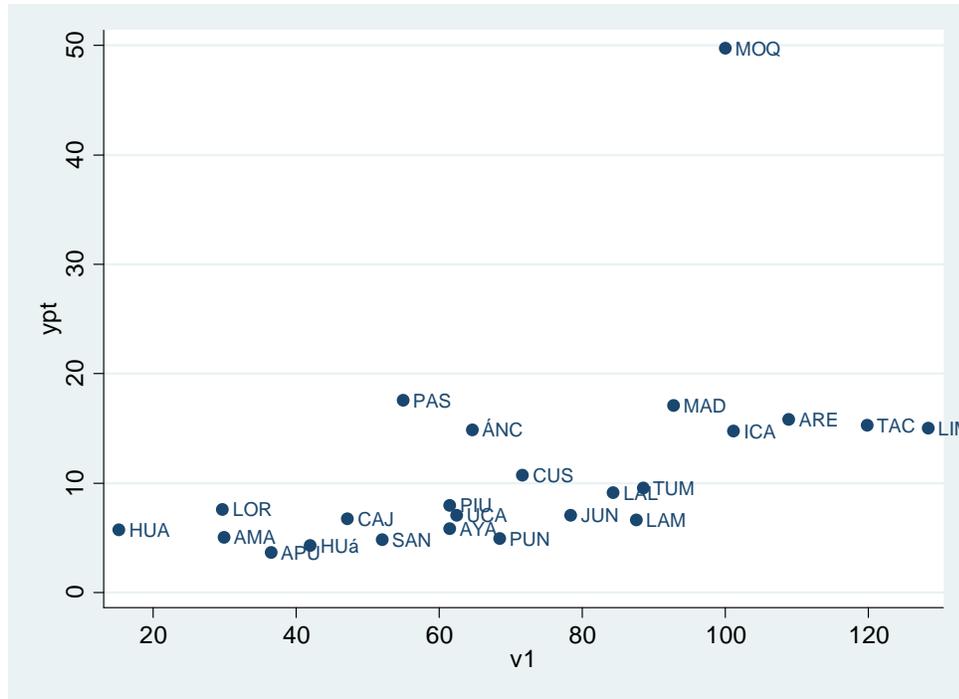


Figura 19 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2009

Elaboración Propia

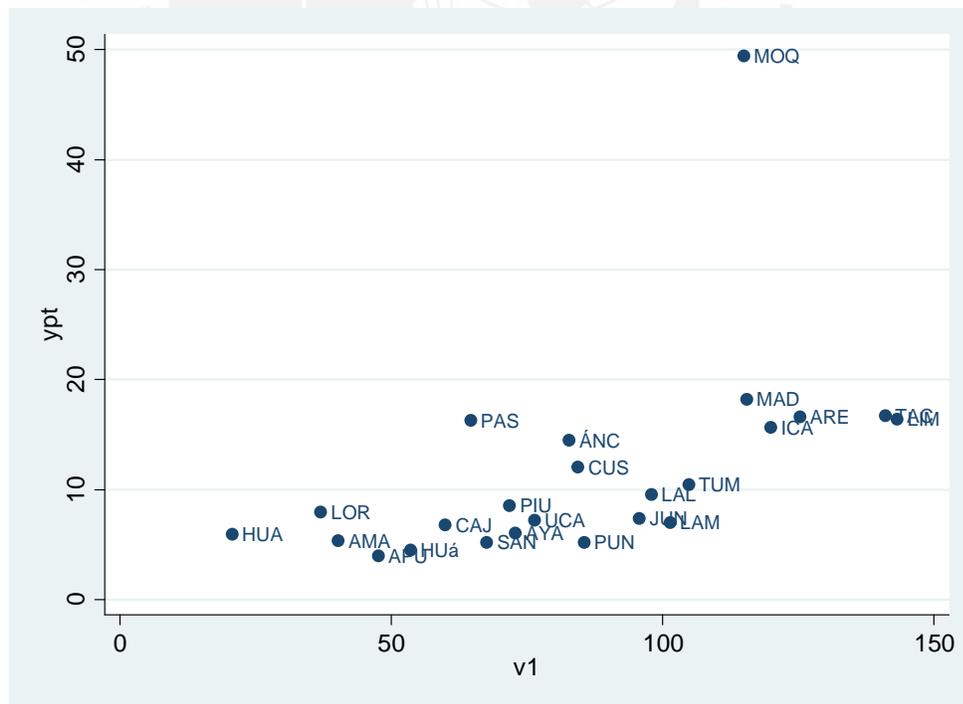


Figura 20 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2010

Elaboración Propia

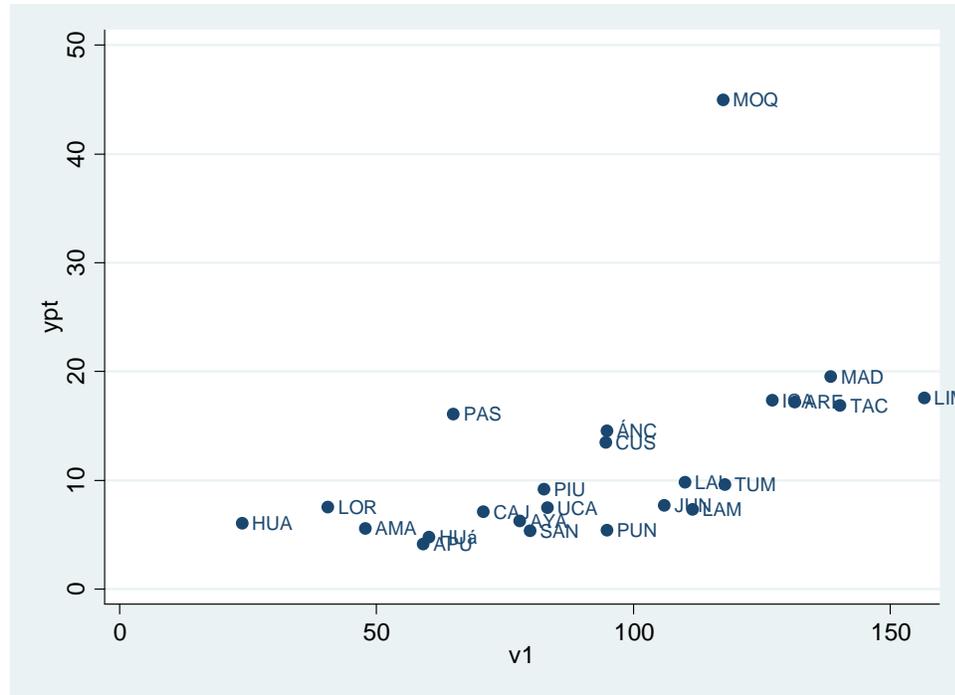


Figura 21 PBI per Cápita (ypt) vs Teledensidad (v1) en el año 2011

Fuente: Elaboración Propia

Luego de la ejecución del programa, obtuvimos ciertos resultados, los cuales se muestran en la Tabla 8, y en la Tabla 9, su respectiva leyenda. El crecimiento del ingreso per cápita, depende positiva y significativamente de la densidad móvil de manera contemporánea, así ante un incremento del 1% de esta variable, reflejaría en un incremento del 0.196% (Modelo 1) en el crecimiento per cápita (variable lv1). Este resultado refleja la relación existente unidireccional de estas dos variables; sin embargo, las variables que se usaron fueron solo las de la tasa de crecimiento del PBI per cápita (Lgrow1), el PBI per cápita al tiempo 0; o sea, en el año 2007 (y0) la tasa de ahorro (ls) con sus respectivos rezagos o lag (L.ls y L2.ls) y el consumo o gasto del gobierno (lgg), también con su respectivo rezago (L.lgg). El resultado obtenido tiene un nivel de significancia (p) menor a de 0.05.

Luego, se realizó una segunda corrida adicionando dos variables que pertenecen al capital humano; uno es la tasa de educación primaria (lh1) y la tasa de educación secundaria (lh2) con sus respectivos rezagos; esto permite que el valor obtenido sea más exacto, ya que aparte de tener la variable de cambio técnico implícito en la constante del modelo, se incluye la capacitación o experiencia obtenida de manera endógena por

la población, lo cual disminuye el nivel de significancia menor a 0.01, obteniendo un nuevo valor; el de 0.218.

Con esto podemos ver que a mayor cantidad de variables específicas de cada departamento sean incluídas dentro del modelo, el valor calculado será más exacto y con un nivel de significancia menor.

Este resultado es muy importante, ya que se concluye que la inversión en el desarrollo de las telecomunicaciones; más específicamente para esta tesis, la inversión en telefonía móvil, apoya al crecimiento económico del país; en este caso, a cada uno de los departamentos que lo constituyen.



Tabla 8 ESTIMACIÓN DEL PBI PER CÁPITA, SIGUIENDO EL ENFOQUE DE ARELLANO Y BOND, 2007-2011

VARIABLES	(1) Model1	(2) Model2
L.grow1	0.296*** (0.110)	0.326*** (0.0890)
y0	-0.0337** (0.0151)	-0.0375*** (0.0137)
ls	-0.116*** (0.0386)	-0.124*** (0.0410)
L.ls	0.121*** (0.0432)	0.111** (0.0436)
L2.ls	-0.0109 (0.0340)	0.0192 (0.0363)
lgg	0.326 (0.345)	0.126 (0.360)
L.lgg	0.414*** (0.138)	0.381*** (0.133)
lv1	0.196* (0.115)	0.218** (0.105)
L.lv1	-0.119 (0.169)	-0.231 (0.167)
L2.lv1	-0.0316 (0.0962)	0.00580 (0.0898)
lh1		-0.0242 (0.0907)
L.lh1		0.0827 (0.0950)
L2.lh1		-0.130 (0.0970)
lh2		0.0877 (0.124)
L.lh2		0.230* (0.134)
L2.lh2		-0.306** (0.125)
Constant	-1.628* (0.917)	-0.695 (1.026)
Observations	72	72
Number of i	24	24
chi2	70.18	95.31
p	0	0

Standard errors in parentheses

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9 Leyenda de los parámetros de la teoría del crecimiento endógeno

Variable	Descripción variable
i	Número de muestras (departamentos)
t	Años en que se toma la muestra (2007-2011)
Lgrow1	Tasa de crecimiento per cápita del ingreso real a precios constantes del 2007
y0	Logaritmo del ingreso per cápita en su estado inicial (2007) para el departamento "i" en el año "t"
ls	Logaritmo del ratio entre los depósitos en el sistema financiero y el ingreso per cápita para el departamentp "i" en el tiempo "t"
L.ls, L2.ls	Rezago y rezago al cuadrado de la variable "ls" respectivamente
lgg	Logaritmo del ratio del gasto de gobierno con respecto al ingreso para el departamento "i" en el año "t"
L.lgg	Rezago de la variable lgg
lv1	Logaritmo del número de líneas móviles por cada 100 habitantes para el departamento "i" en el año "t"
L.lv1, L2.lv1	Rezago y rezago al cuadrado de la variable "lv1" respectivamente
lh1	Logaritmo del nivel de educación avanzado de la población de 15 años a más con educación primaria para el departamentp "i" en el tiempo "t"
L.lh1, L2.lh1	Rezago y rezago al cuadrado de la variable "lh1" respectivamente
lh2	Logaritmo del nivel de educación avanzado de la población de 15 años a más con educación secundaria para el departamentp "i" en el tiempo "t"
L.lh2, L2.lh2	Rezago y rezago al cuadrado de la variable "lh2" respectivamente
chi2	Valor de chi-cuadrado, diferencia entre el valor observado y el esperado (hipótesis nula)
p	Nivel de significancia

Elaboración Propia

Ahora, para analizar el efecto que tiene el incremento del PBI per cápita sobre la teledensidad, se utilizó el modelo de difusión tecnológica, aplicando el enfoque de Arellano y Bond (1991), mostrándose los resultados en la Tabla 10, y en la Tabla 11, su respectiva leyenda. Aquí se puede apreciar que las variables utilizadas son las antes mencionadas en el capítulo 1; el primero es la variable de rezago de la teledensidad (Lv1) y el otro la variable de rezago al cuadrado de la teledensidad (Lv12). Con estos datos se realiza la prueba en el programa, y se obtiene un valor final de 0.721 (variable Lypt); en otras palabras, cuando existe un incremento del 1% en el PBI per cápita, la teledensidad aumenta en 0.721%; este valor tiene un nivel de significancia (p) menor a 0.01.

Cabe mencionar que el Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) que forma parte de los modelos de difusión tecnológica (Rivas, 2009) no obtuvo un valor de relación con respecto al PBI per cápita debido a que la variable de teledensidad se encontraba aún con sesgos, lo cual no le deja adicionar variables adicionales; sin embargo, al aplicar

el modelo de Arellano y Bond (1991), los sesgos y la causalidad bidireccional previa desaparece, permitiendo la introducción de nueva variables de análisis; en este caso, el PBI per cápita.

Finalmente, podemos notar que la influencia que ejerce el PBI per cápita sobre la teledensidad es mayor que el que ejerce esta última con respecto al primero; sin embargo, existe una relación entre ambos, llegando a la conclusión de que existe una relación bidireccional entre ambas variables.

*Tabla 10 ESTIMACIÓN DE LA TELEDENSIDAD, SIGUIENDO EL ENFOQUE DE ARELLANO Y BOND, 2007-2011*

VARIABLES	(1) MCO	(2) Arellano y Bond
Lv1	1.240*** (0.0630)	1.273*** (0.0506)
Lv12	-0.00156*** (0.000438)	-0.00237*** (0.000362)
Lypt		0.721*** (0.122)
Constant	5.608*** (2.003)	-0.359 (1.804)
Observations	96	96
R-squared	0.978	
chi2	-	9424
p	0	0
Number of i	-	24

Standard errors in parentheses

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 Leyenda del modelo de difusión tecnológica

Variable	Descripción variable
i	Número de muestras (departamentos)
t	Años en que se toma la muestra (2007-2011)
Lv1	Variable de Rezago de la teledensidad
Lv12	Variable de Rezago de la teledensidad al cuadrado
Lypt	Variable del Rezago del PBI
chi2	Valor de chi-cuadrado, diferencia entre el valor observado y el esperado (hipótesis nula)
p	Nivel de significancia
R-squared	Es valor valor obtenido de restar la unidad, del porcentaje de error

### Elaboración Propia

Los resultados mostrados van por el lado de lo antes dicho, al no solo encontrar un coeficiente significativo y positivo de la densidad móvil sobre el crecimiento del ingreso per cápita, sino también a la magnitud en comparación a los otros indicadores del modelo propuesto.

Los resultados de las estimaciones que acompañan al modelo siguen la teoría detrás de los modelos de crecimiento endógeno, en primer lugar se encuentra un coeficiente positivo y significativo del rezago de la variable endógena, este resultado implica los efectos ciclicos e inerciales del ingreso.

El ingreso per cápita inicial muestra un efecto negativo y significativo, esto va acorde con la idea de la convergencia condicional que muestran los modelos de crecimientos, es decir a medida que las regiones tienen menores niveles de ingresos per cápita la tasa de crecimiento debe responder a ser más alta.

Por otro lado la tasa de ahorro privado y el consumo del gobierno también muestran resultados coherentes con la teoría de crecimiento; en particular, se muestran positivos y significativos con un periodo de rezago. Como se muestra en los modelos de crecimiento la tasa de ahorro determina el crecimiento en el corto plazo, esto es, a medida que los países aumentan sus niveles de ahorro estos crecerán más hasta que los retornos por capital se equilibren.

Por otro lado, la implicancia del tamaño del gobierno es introducido por Barro (1990) en donde el crecimiento también va depender de la participación óptima del estado.

Bajo este modelo se encuentra la significancia de la densidad móvil sobre el crecimiento económico, este resultado es coherente con los resultados vistos en la literatura relacionada a estos temas; en particular, se explica que las telecomunicaciones incrementan el flujo de la información e inducen una reducción de los costos de transacción, como también generan una difusión acelerada de la información que mejora la eficiencia de los mercados e incentiva la competencia, generando así beneficios directos e indirectos para la economía (Lee, Levendis, & Gutiérrez, 2012).

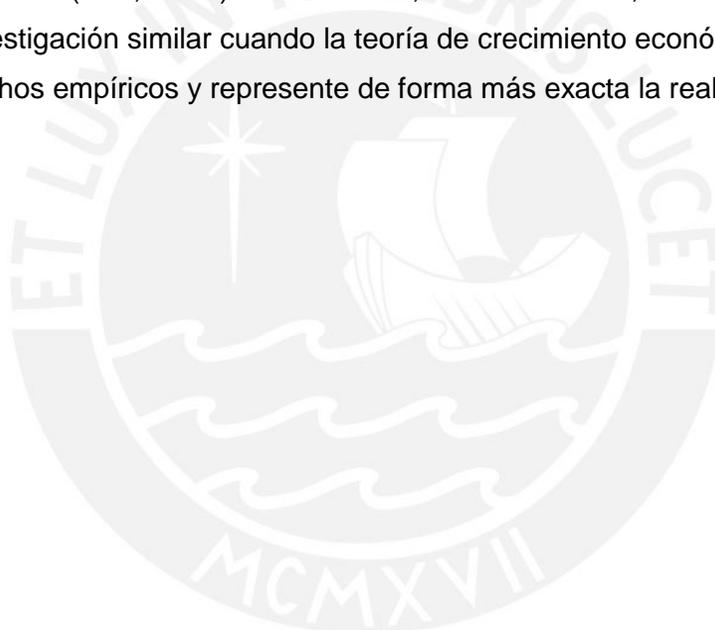


## Conclusiones

- Lo primero y más importante, se logró cumplir con el objetivo principal de la tesis, que era la causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones; esto mediante los dos modelos explicados en la metodología.
- El crecimiento económico en el País está fuertemente ligado al desarrollo de las telecomunicaciones; como se demostró en el Capítulo 3, la variable teledensidad en un tiempo  $t$ , genera impacto en el PBI en el tiempo  $t+1$ ; lo mismo a la inversa, la variación del PBI en un tiempo  $t$ , genera un impacto notable en la teledensidad de un tiempo  $t+1$ . Por lo tanto, se puede concluir que el objetivo principal de la tesis se cumplió.
- Los niveles de significancia obtenidos utilizando el Modelo de Panel de Datos Dinámico y el Modelo de Difusión Tecnológica fueron menores a 0.05 y 0.01 respectivamente; lo cual indica que existe menos de 1% de probabilidad de no alcanzar nuestro objetivo principal – la relación bidireccional entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones.
- Existen variables adicionales que podrían generar un resultado más concluyente entre la relación de la teledensidad y el PBI; dichas variables no se utilizaron debido a falta de información a nivel departamental; por ejemplo, datos como el gasto público por parte del estado dedicado específicamente al sector telecomunicaciones, el dato de la teledensidad en el cual solo se cuente un teléfono móvil por usuario y no las líneas adicionales, el PBI per cápita por departamento en un rango mayor de años teniendo un solo año base, etc.
- El modelo utilizado para el panel de datos es el que, a la fecha, es el más adecuado según varias investigaciones sobre las mismas variables – PBI, teledensidad - en distintos países del mundo; por lo que los valores concluyentes de la relación tienden a ser los más objetivos posibles; ya que investigaciones

tales como Shiu y Lamp (2008) en China; Karner y Onyeji (2007) en África y Europa; Roller (2001) en más de 21 países alrededor del mundo; Madden y Savage (1998) que hace una comparación entre países desarrollados y en desarrollo; Gruber y Verbore (2001) haciendo uso del Modelo de Difusión Tecnológica en la Unión Europea; Chakraborty y Nandy (2003) demostrando incluso una causalidad bidireccional en 12 países en desarrollo de Asia; todos estos, solo nombrando los más actuales, llegan a conclusiones similares entre las variables ya mencionadas.

- La teoría de crecimiento endógeno es criticado debido a que no incluye variables tales como la demanda y la tasa de desempleo; esta última influye en el capital humano (Dutt, 2003). Por lo tanto, se recomienda, en el futuro, realizar una investigación similar cuando la teoría de crecimiento económico se base más en hechos empíricos y represente de forma más exacta la realidad.



## Referencias Bibliográficas

- Lim, J., Nam, C., Kim, S., Rhee, H., Lee, E., & Lee, H. (2012). Forecasting 3G mobile subscription in China: A study based on stochastic frontier analysis and a Bass diffusion model. *Telecommunications Policy*, 858–871.
- 5GPPP. (2013). *The 5G Infraestructure Public Private Partnership*. Recuperado el 15 de 12 de 2015, de <https://5g-ppp.eu>
- Agarwal, R., & Gort, M. (1996). The Evolution of Markets and Entry, Exit and Survival of Firms. *The Review of Economics and Statistics*, 79 (3), 489-498.
- Anderson, T.; Hsiao, C. (1981). Estimation of Dynamic Models with Error Components. En *Journal of the American Statistical Association* (págs. 76 (375), 598-606).
- Anderson, T.; Hsiao, C. (1992). Formulation and estimation of dynamic models using panel data. En *Journal of Econometrics* (págs. 18 (1), 47–82).
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. En *Review of Economic Studies* (págs. 58 (2), 277-297).
- Arrow, K. (1962). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 29 (3), 155-173.
- Balestra, P., & Nerlove, M. (1966). Pooling Cross-Section and Time-Series Data in the Estimation of a Dynamic Model. En *Econometrica* (págs. 585-612).
- Bardham, P. (1993). Economics of development and the development of Economics. *Journal of Economics Perspectives*, 7 (2), 129-142.
- Barro, R. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *Quarterly Journal of Economics*, 106 (2), 407-444.
- Bass, F. (1969). A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15 (5), 215-227.
- Cesaratto, S. (1999). Saving and economic growth in neoclassical theory. *Cambridge Journal of Economics*, 23, 771-793.
- Chakraborty, C. &. (2003). Privatization, telecommunications and growth in selected Asian countries: An econometric analysis. Communications. En C. &. Chakraborty.
- Chakraborty, C., & Nandy, B. (2003). Privatization, telecommunications and growth in selected Asian countries: An econometric analysis. *Communications and Strategies*, 31–47.
- Chang, B.-Y., Li, X., & Bae Kim, Y. (2014). Performance comparison of two diffusion models in a saturated mobile phone market. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 41-48.
- Chu, W.-L., Wu, F.-S., Kao, K.-S., & Yen, D. (2009). Diffusion of mobile telephony: An empirical study in Taiwan. *Telecommunications Policy*, 33 (9), 506–520.
- Chu, Wen-Lin. (2004). Diffusion of Innovation: The Case of Mobile Communications in Taiwan. *National Chengchi University*.
- Cieslik, A., & Kaniewsk, M. (2004). Telecommunications infrastructure and regional economic development: The case of Poland. *Regional Studies*, 38 (6), 713–725.
- CONCYTEC. (04 de 2016). *Portal Concytec*. Recuperado el 04 de 2016, de <https://portal.concytec.gob.pe/>

- Cronin, F., Colleran, E., Herbert, P., & Lewitzky, S. (1993). Telecommunications and growth: The contribution of telecommunications infrastructure investment to aggregate and sectoral productivity. *Telecommunications Policy*, 17 (9), 677–690.
- Cronin, F., Parker, E., Colleran, E., & Gold, M. (1993). Telecommunications infrastructure investment and economic development. *Telecommunications Policy*, 17 (6), 415–430.
- Dai, X.D. (2000). The digital revolution and governance. *Aldershot: Ashgate*.
- Dai, X.D. (2003). ICT in China's development strategy: Implications for spatial development. In C. R. Hughes, & G. Wacker (Eds.). *China and the Internet: Policies of the digital great leap forward*, 8–29.
- De Mattos, C. (1999). Teorías del crecimiento endógeno: lectura desde los territorios de la periferia. *Estudios Avanzados*, 183-208.
- Dewan, S., & Kraemer, K. (2000). Information technology and productivity: Evidence from country-level data. *Management Science*, 14 (2), 548–562.
- Dineen, C. (2000). *Demand Analysis and Penetration Forecasts for the Mobile Telephone Market in the U.K.* Seattle: Teligen Ltd.
- Dosi, G. (1988). Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, 26 (3), 1120-1171.
- Dutt, A. (2003). New growth theory, effective demand and post-keynesian dynamics. *Old and New Growth Theories: An Assessment*, 67-100.
- Dutta, A. (2001). Telecommunications and economic activity: An analysis of Granger causality. *Journal of Management Information Systems*, 17 (84), 71–95.
- Emilio, B. (12 de 2012). *La historia de la radio en el Perú*. Recuperado el 03 de 2016, de <http://www.concortv.gob.pe/index.php/noticias/1061-la-historia-de-la-radio-en-el-peru-por-emilio-bustamante.html>
- FITEL. (11 de 07 de 2007). *Proyecto Fitel 8*. Recuperado el 11 de 2015, de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyecto-fitel-8.php>
- FITEL. (2008). *Proyecto Fitel 9*. Recuperado el 11 de 11 de 2015, de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyecto-fitel-9.php>
- FITEL. (2010). *Proyectos CPACC*. Obtenido de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyectos-cpacc.php>
- FITEL. (2013). *O3B Networks anuncia inicio de operaciones en el Perú*. Recuperado el 11 de 2015, de <http://www.fitel.gob.pe/noticia-o3b-networks-anuncia-inicio-operaciones-peru.html>
- FITEL. (2014). *Proyecto Fitel 14*. Recuperado el 10 de 12 de 2015, de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyecto-fitel-14.php>
- FITEL a. (03 de 12 de 2015). *Proyectos en Ejecución de Fitel*. Obtenido de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyectos-ejecucion.php>
- FITEL b. (06 de 12 de 2015). *Talleres de sensibilización del proyecto "Instalación de Banda Ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Lambayeque"*. Recuperado el 12 de 2015, de <http://www.fitel.gob.pe/noticia-talleres-sensibilizacion-proyecto-instalacion-banda-ancha-para-conectividad-integral-desarrollo-social-region-lambayeque.html>
- Frankel, M. (1962). The production function in allocation and growth: a synthesis. *American*, 52 (5), 995-1022.
- Galetovic, A., & Sanhueza, R. (2008). *Sustitución móvil-Fijo y la liberalización de las telecomunicaciones en Chile*. Chile: Centro de Economía de la Empresa, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Gamboa, L., & Otero, J. (2009). An estimation of the pattern of diffusion of mobile phones: The case of Colombia. *Telecommunications Policy*, 33 (10), 611–620.

- Gholami, R., Lee, S., & Heshmati, A. (2005). ) The causal relationship between ICT and FDI (Research Paper No. 2005/26). Helsinki, Finland: United Nations University. *World Institute for Development Economics Research*.
- Gort, M., & Klepper, S. (1982). Time paths in the Difussion of Product Innovations. *The Economic Journal*, 92 (367), 630-653.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: an Exploration in the Economics of Technological Change.
- Gruber, H. (2001). Competition and innovation: The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe. *Information Economics and Telecommunications Policy*, 13 (1), 19-34.
- Gruber, H., & Verbore, F. (1999). The diffusion of Mobile telecommunications Services in The European Union. *Research Center of Econometrics*.
- Gruber, Harold; Verbove, Frank. (2001). The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union. *European Economic Review*, 45 (3), 577–588.
- Gupta, R., & Jain, K. (2011). Diffusion of mobile telephony in India: An empirical study. *Technological Forecasting & Social Change*, 79 (4), 709-715.
- Hansen, L. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. En *Econometrica* (págs. 50 (4), 1029–1054).
- Hwang, J., Cho, Y., & Viet Long, N. (2009). Investigation of factors affecting the diffusion of mobile telephone services: An empirical analysis for Vietnam. *Telecommunications Policy*, 33 (9), 534–543.
- IBM. (12 de 2015). *Software SPSS*. Recuperado el 08 de 2015, de <http://www-01.ibm.com/software/es/analytics/spss/>
- INEI. (2009). *Mapa de Pobreza Provincial y Distrital 2009*. Recuperado el 04 de 2016, de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0952/Libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0952/Libro.pdf)
- INEI. (2013). *PERÚ: NIVEL DE EDUCACIÓN DE LA POBLACIÓN DE 15 Y MÁS AÑOS DE EDAD, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2001 - 2011*. Obtenido de <http://proyectos.inei.gov.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1084/Libro.pdf>
- ITU. (2015). *ICTFacts & Features*. Recuperado el 11 de 2015, de <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2015.pdf>
- Jalava, J., & Pohjola, M. (2002). Economic growth in the New Economy: Evidence from advanced economies. *Information Economics and Policy*, 14, 189–210.
- Jason Whalley, P. C. (2011). Incumbency and market share within European mobile. *Telecommunications Policy*.
- Jha, R., & Majumdar, S. (1999). A matter of connections: OECD telecommunications sector productivity and the role of cellular technology diffusion. *Information Economics and Policy*, 11 (3), 243–269.
- Jiménez, F. (2010). *Crecimiento Económico: Enfoques y Modelos*. Lima: PUCP.
- Kaldor, N. (1966). Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the UK. *The Essential Kaldor*.
- Karathanos, E., Katsianis, D., Varoutas, D., & Sphicopoulos, T. (2007). Prospects of the 3G Mobile Networks in Greece. *National and Kapodistrian University of Athens*.
- Karner, J., & Onyeji, R. (2007). Telecom private investment and economic growth: The case of African and Central & East European countries. Unpublished Bachelor thesis, Jonk "oping University. *J"onk"oping International Business School*, 99–113.
- Katz, J. (1976). Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente. *Fondo de Cultura Económica*.

- Kenny, C. (2003). The Internet and economic growth in less-developed countries: A case of managing expectations? *Oxford Development Studies*, 31 (1), 99–113.
- Koski, H., & Kretschmer, T. (2005). Entry, standards and competition : firm strategies and the diffusion of mobile telephony. *Review of Industrial Organization*, 26 (1), 89-113.
- Kuznetz, S. (1973). Modern Economic Growth: Findings and Reflection. *American Economic Review*, 63 (3), 247-258.
- Lam, P. L. (2008). Productivity analysis of the telecommunications sector in China. *Telecommunications Policy*, 32 (88), 559–571.
- Larrain, & Quiroz. (2003). Estimación de Demanda por Servicios de Telefonía Móvil Periodo 2004-2008. *Informe Final, Atelmo*.
- López, J., Orero, A., & Arroyo, J. (2006). Predicción del proceso de difusión tecnológica en mercados de redes. Una aplicación empírica al caso de Internet. *Cuadernos de estudios empresariales*, 17, 31-53.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary*, 22, 3-42.
- Madden, G.; Savage, S. (1998). CEE telecommunications investment and economic growth. *Information Economics and Policy*, 10 (2), 173–195.
- Madden, G.; Savage, S. J. (1999). Productivity growth and market structure in telecommunications. *Economic Innovation and New Technology*, 29 (1), 493–512.
- McKinsey & Company. (01 de 2010). *Mobile broadband for the masses: Regulatory levers to make it happen*. Recuperado el 11 de 2015, de [http://www.mckinsey.com/clientservice/telecommunications/Mobile\\_broadband\\_for\\_the\\_masses.pdf](http://www.mckinsey.com/clientservice/telecommunications/Mobile_broadband_for_the_masses.pdf).
- Meade, N. (2004). Applications of Diffusion Models in Telecommunications. *Imperial College London*.
- Meade, Nigel; Islam, Towhidul. (2006). Modelling and forecasting the diffusion of innovation - A 25-year review. *International Journal of Forecasting*, 22 (3), 519-545.
- Michalakelis, C., Varoutas, D., & Sphicopoulos, T. (2008). Diffusion models of mobile telephony in Greece. *Telecommunications Policy*, 63 (5), 234-245.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2011). [www.mef.gob.pe](http://www.mef.gob.pe). Obtenido de [http://www.mef.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=266&Itemid=](http://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=266&Itemid=)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Anuario Estadístico 2013*. Obtenido de [https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/anuarios/ANUARIO\\_ESTADISTICO\\_2013.pdf](https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/publicaciones/anuarios/ANUARIO_ESTADISTICO_2013.pdf)
- MTC. (05 de 2011). *Plan Nacional para el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú*. Recuperado el 05 de 10 de 2015, de [https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/Plan%20Banda%20Ancha%20vf.pdf](https://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/Plan%20Banda%20Ancha%20vf.pdf)
- Mu, Q., & Lee, K. (2005). Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: The case of the telecommunication industry in China. *Research Policy*, 34 (6), 759–783.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). An Evolutionary Theory of Economic Change. *Harvard University Press*.
- O3B NETWORKS. (2012). *Service Coverage*. Recuperado el 13 de 10 de 2015, de <http://www.o3bnetworks.com/service-coverage/>

- Osiptel. (2014). *Indicadores del Servicio de Internet Móvil*. Recuperado el 12 de 2015, de <https://www.osiptel.gob.pe/documentos/6-indicadores-del-servicio-de-internet-movil>
- Osiptel. (06 de 2015). *Indicadores de Internet Fijo*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/documentos/5-indicadores-de-internet-fijo>
- Osiptel. (06 de 2015). *Indicadores del Servicio Móvil*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/documentos/2-indicadores-del-servicio-movil>
- Osiptel. (06 de 2015). *Indicadores del Servicio Telefónico en la Modalidad de Teléfonos Públicos*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/documentos/4-indicadores-del-servicio-telefonico-en-la-modalidad-de-te>
- Osiptel. (06 de 2015). *Indicadores del Servicio Telefónico Fijo*. Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe/articulo/11-lineas-instaladas-por-departamento>
- Osiptel. (12 de 2015). *Indicadores Estadísticos*. Recuperado el 04 de 2016, de <https://www.osiptel.gob.pe/documentos/indicadores-estadisticos>
- Peres, W. (1998). *Grandes Empresas y Grupos industriales Latinoamericanos: expansión y desafíos en la era de la apertura y la globalización. Santiago: CEPAL- Siglo XXI.*
- PNUD. (2001). *Informe sobre desarrollo humano 2000*. Lima: Australis.
- Pun-Lee Lam, A. S. (2010). Economic growth, telecommunications development. *Telecommunications Policy*, 34 (4), 185-199.
- Rivas, J. (2009). *Modelo de Difusión Tecnológica: Un análisis de la Industria Peruana de Servicios Móviles*.
- Rogers, E. (1962). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press of Glencoe.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations, Fifth Edition*. New York: Free Press.
- Roller, L. &. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. " *American Economic Review. The American Economic Review*, 91 (4), 909-923.
- Roller, L., & Waverman, L. (1996). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach (WZB Discussion Paper FS IV 96-16). 91 (4), 96-16.
- Romer, P. (1990). Endogenous Technical Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5), S71-S102.
- Romer, Paul. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94 (5), 1002-1037.
- Ros, A. (1999). Does ownership or competition matter? The effects of telecommunications reform on network expansion and efficiency. *Journal of Regulatory Economics*, 15, 65–92.
- S. S. , Q., T., A., K., R., & Shuja-ul-islam. (2011). Mobile cloud computing as future for mobile applications - Implementation methods and challenging issues. *IEEE*, 467 - 471.
- Sala-i-Martin, X. (2002). La nueva economía del crecimiento: ¿Qué hemos aprendido en quince años? *Economía Chilena*, 5 (2), 5-15.
- Schumpeter, J. (1971). *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Madrid: Aguilar.
- Shiu, A., & Lamp, P. (2008). Causal relationship between telecommunications and economic growth in China and its regions. *Regional Studies. Telecommunications Policy*, 42 (5), 705–718.
- Skiadas, C. (2007). A new modeling approach investigating the diffusion speed of mobile telecommunication services in EU-15. *Computational Economics*, 29 (2), 97-106.
- Solow, R. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economics Perspectives*, 8 (1), 45-54.

- Stiglitz, J. (2002). *La Economía del Sector Público*. Barcelona.
- Vega Centeno, M. (2003). El desarrollo esquivo: intentos y logros paciales de transformación económica y tecnológica en el Perú (1970-2000). *Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Wolde-Rufael, Y. (2007). Another look at the relationship between telecommunications investment and economic activity in the United States. *International Economic Journal*, 21 (2), 199-205.
- Wu, F.-S., & Chu, W.-L. (2010). Diffusion models of mobile telephony. *Journal of Business Research*, 63 (5), 497–501.
- Yoo, S., & Kwak, S. (2004). Information technology and economic development in Korea: A causality study. *International Journal of Technology Management*, 27 (1), 57–67.



## ANEXOS

### ANEXO 1: USUARIOS CON ACCESO A LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DE MAYOR DEMANDA 2007-2011

Servicio de Telecom.	2007	2008	2009	2010	2011	2015
Telefonía Fija	2,677,847	2,875,385	2,965,283	2,949,990	2,951,144	2,965,579
Telefonía Móvil	15,417,368	20,951,834	24,702,060	29,002,791	32,305,455	34,235,810
Internet Fija	732,376	757,198	830,638	943,423	1,202,463	1,991,303
Internet Móvil						15,400,000
Televisión Paga	812,451	862,181	977,723	1,015,479	1,175,058	1,680,103

Fuente: Osiptel (2015)

#### Notas:

- Todos los valores son tomados de estadísticas publicadas en la página web de Osiptel.
- Los valores considerados son en los meses de diciembre de cada año.
- Para el caso del Internet Móvil, los datos se encuentran a partir del año 2014.
- 

### ANEXO 2: TELEDENSIDAD POR DEPARTAMENTO 2007-2012

Departamento	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Set -2012**
Amazonas	0.5	1.2	2.6	5.3	13	23.3	29.9	40.2	47.8	47.7
Ancash	4.7	6.7	10.4	18.4	37.4	53.8	64.6	82.8	94.8	100
Apurímac	0.7	1.6	3.3	6.7	16.3	26.7	36.5	47.6	59.1	67.4
Arequipa	13.8	17.4	25.7	42.4	75.3	95.1	108.9	125.3	131.4	137.5
Ayacucho	1.7	3.5	4.9	11	28	46.5	61.5	72.9	77.9	77.8
Cajamarca	2.5	3.8	5.6	10.9	23.7	36.6	47.2	60	70.8	75.8
Cusco	4.3	6.3	9.8	18	35.6	53.8	71.7	84.4	94.6	102.6
Huancavelica	0.2	0.5	1	2.5	6	10.5	15.2	20.7	23.8	28.7
Huánuco	1.3	2.6	4.7	9	18.2	30.9	42	53.5	60.2	65.8
Ica	7.2	11.8	20.7	34.9	64.1	85.5	101.2	120	127	129.6
Junín	3.9	5.8	10.3	18.8	38.9	60.2	78.4	95.7	106.1	111.2
La Libertad	9.5	12.2	15.9	27.2	53.6	71.9	84.3	98	110.1	119.3
Lambayeque	7.2	10.1	15.1	26.8	54.8	76.6	87.5	101.4	111.5	111.6
Lima y Callao	23.3	31.7	40	57.4	90.3	115.5	128.3	143.3	156.6	159.2
Loreto	2.2	3.4	5.1	8.6	16.6	24.2	29.7	37	40.5	42.1
Madre de Dios	1.4	3.1	9	22	47.3	72.4	92.7	115.5	138.5	156.4
Moquegua	8	14.9	25.4	43.9	72.1	89.1	100	115	117.5	115.1
Pasco	1	2.3	4.3	11.3	28.1	43.2	55	64.6	65	67.3
Piura	4.9	7.3	10.9	18.5	36.5	50.9	61.5	71.8	82.6	85.2
Puno	2.9	4.5	7.4	15.6	36.9	54.6	68.4	85.6	94.9	105.3
San Martín	0.9	1.8	3.9	8.8	21.9	39.2	52	67.6	79.9	78.3
Tacna	16.6	19.9	32.2	49.5	84	103.1	119.8	141.1	140.3	138.3
Tumbes	4.8	10.4	19.7	32.9	56.7	74.3	88.5	104.8	117.8	115.2
Ucayali	2.5	5	9.4	17.2	33.4	48.7	62.4	76.4	83.2	88.2
Total Perú	10.7	14.7	20.5	31.9	55.6	74.9	87.5	101.7	112.1	116.1
(*) Información a fin de período.										
(**) Información preliminar.										

Fuente: Osiptel (2015)

### ANEXO 3: CONEXIONES DE ACCESO A INTERNET FIJO DESAGREGADAS POR TECNOLOGÍAS DE ACCESO Y VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN 2007-2015

Tecnología de Acceso	Velocidad de Transmisión (de bajada)	dic-07	dic-08	dic-09	dic-10	dic-11	dic-12	dic-13	dic-14	dic-15
Dial-up fijo		143,665	29,762	18,031	27,762	9,903	9,476	3,261	924	459
xDSL		565,007	688,260	758,418	840,010	1,077,980	1,264,381	1,371,760	1,411,024	1,394,552
Cablemódem		11,114	18,788	34,739	60,311	99,657	141,335	235,091	342,621	545,226
WiMax		-	-	-	15,130	13,602	13,428	12,837	15,052	42,732
Satelital		-	-	-	206	1,293	883	2,551	2,400	-
Otros		-	-	-	-	19	254	1,106	2,047	8,334
<b>Total Perú</b>		<b>732,376</b>	<b>757,198</b>	<b>830,638</b>	<b>943,423</b>	<b>1,202,463</b>	<b>1,429,757</b>	<b>1,626,606</b>	<b>1,774,068</b>	<b>1,991,303</b>

Fuente: Osiptel (2015)

#### Notas:

- Todos los valores son tomados de estadísticas publicadas en la página web de Osiptel.
- Los valores considerados son en los meses de diciembre de cada año.
- La tecnología xDSL contiene en su mayoría la tecnología ADSL.

## ANEXO 4: POBLACIÓN DE 6 Y MÁS AÑOS DE EDAD QUE HACE USO DE INTERNET, SEGÚN ÁMBITO GEOGRÁFICO, 2007-2014

Ámbito geográfico	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Total</b>	31.08	31.64	33.89	34.76	36.00	38.15	39.21	40.19
Lima Metropolitana 1/	45.81	45.99	50.28	50.40	53.00	56.98	58.33	60.01
Resto País	24.58	25.24	26.51	27.66	28.30	29.56	30.38	30.96
<b>Área de residencia</b>								
Urbana	40.08	40.23	42.75	43.45	44.90	47.34	48.27	49.15
Rural	7.45	8.47	9.19	9.91	10.00	10.45	10.93	11.52
<b>Región natural</b>								
Costa	39.74	39.58	42.74	43.27	45.50	48.78	50.08	51.78
Sierra	22.40	23.54	24.64	25.86	26.60	27.13	27.84	27.65
Selva	17.37	19.27	20.24	21.49	20.20	21.12	21.51	22.17
<b>Departamento</b>								
Amazonas	13.84	15.34	16.87	16.43	15.80	18.22	16.79	16.56
Áncash	25.68	24.95	27.54	29.98	32.10	33.08	33.68	33.70
Apurímac	18.31	19.17	18.49	18.64	20.40	22.37	20.62	19.12
Arequipa	38.82	41.51	41.54	43.67	42.80	45.01	44.88	46.05
Ayacucho	18.86	19.12	20.92	21.68	23.30	23.86	24.07	23.93
Cajamarca	14.32	16.75	17.94	20.51	18.30	17.55	16.85	15.28
Callao	40.54	42.68	48.95	47.32	46.60	52.74	55.12	57.10
Cusco	27.08	25.24	27.75	28.26	29.60	31.81	34.67	31.88
Huancavelica	12.10	16.49	15.35	16.93	18.10	17.05	16.56	14.05
Huánuco	16.95	18.88	17.29	18.74	18.80	19.88	20.67	20.24
Ica	33.89	33.97	37.13	33.66	37.00	40.99	43.89	44.90
Junín	30.95	31.30	36.57	36.42	37.00	34.67	36.09	36.52
La Libertad	30.21	29.20	27.56	31.50	33.30	36.78	37.84	38.77
Lambayeque	26.96	27.28	28.91	28.84	28.30	29.00	30.85	34.07
Lima	44.73	44.57	48.72	49.01	51.90	55.59	56.92	58.48
Loreto	12.05	14.36	16.57	17.41	15.80	17.59	17.38	19.56
Madre de Dios	20.50	20.38	24.60	26.09	26.80	32.12	35.52	35.95
Moquegua	33.62	34.28	38.77	40.65	40.60	44.34	42.17	46.03
Pasco	29.55	27.82	30.06	32.25	29.50	29.40	23.83	27.41
Piura	21.27	21.58	21.87	22.31	26.00	26.35	28.73	30.90
Puno	22.89	23.60	24.35	25.87	26.90	28.00	27.99	30.12
San Martín	18.44	22.42	20.41	22.63	22.10	22.79	23.57	22.87
Tacna	39.78	43.71	45.12	46.47	45.30	46.61	47.19	46.01
Tumbes	29.54	25.85	27.25	29.60	30.40	35.94	38.15	41.87
Ucayali	25.12	25.80	26.55	26.38	26.00	25.01	26.37	28.02

**Nota técnica:** Se refiere a la población que accede a Internet en cabina pública, en el centro de estudios, el trabajo, hogar, etc.

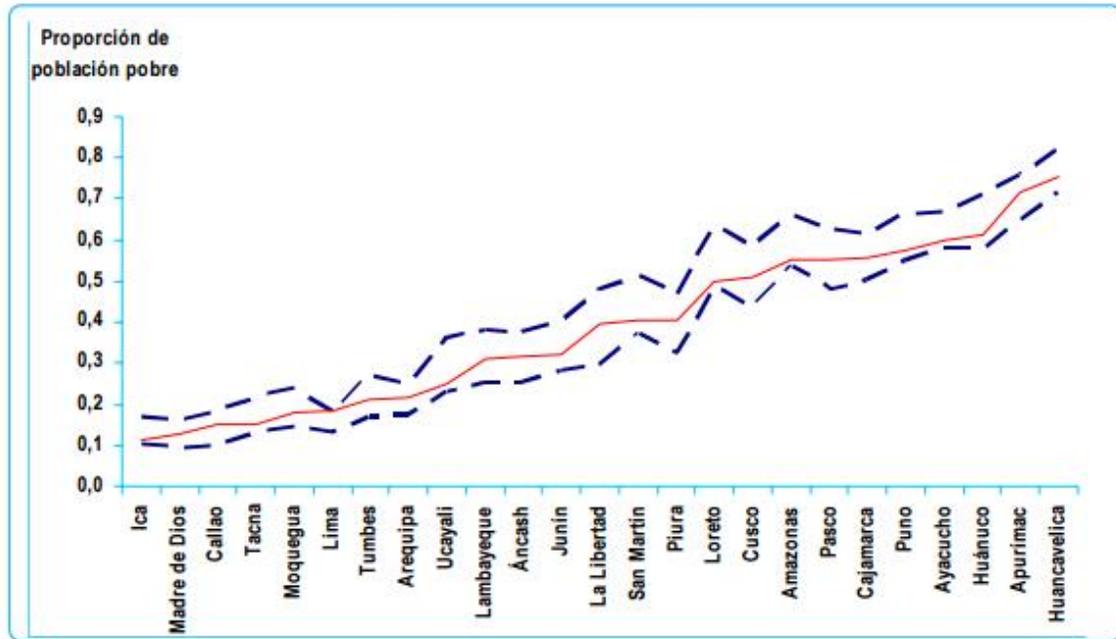
1/ Incluye la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao

Fuente: Osiptel (2015)

**Notas:**

- Todos los valores son tomados de estadísticas publicadas en la página web de Osiptel.
- Los valores considerados son en los meses de diciembre de cada año.

## - ANEXO 5: INCIDENCIA DE LA POBREZA TOTAL ESTIMADA EN EL CENSO E INTERVALOS DE CONFIANZA DE ENAHO 2009



- Fuente: INEI (2009)

