

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



Relación entre el crecimiento económico y el desarrollo de las
telecomunicaciones en el Perú entre los años 2003 - 2012

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

Angello Helmut Rodriguez Sevilla

Asesora: Dra. Marta Tostes Vieira

Lima, Diciembre de 2015

RESUMEN

La presente tesis estudia la relación existente entre el crecimiento económico y el desarrollo de las telecomunicaciones en los diferentes departamentos y regiones del Perú.

En lo particular, se enfoca en el impacto que producen las telecomunicaciones **móviles**. El resultado indica que existe una relación bidireccional entre el producto bruto interno (PBI) – indicador que se tomará para medir el crecimiento económico - y el desarrollo de las telecomunicaciones - cuya variable de medición es la teledensidad, la cual indica la cantidad de suscriptores del servicio de telefonía móvil de telecomunicaciones por cada 100 habitantes – por cada uno de los departamentos del Perú entre los años 2003 y 2012. La metodología usada es la del Modelo de Panel de datos dinámico; esto debido a un conjunto de correlaciones matemáticas que nos permiten hallar una relación entre dichas variables más precisas; además, se basa en estudios previos similares. (Chakraborty C. &., 2003)

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	4
Introducción	5
Capítulo 1: Marco Teórico.....	6
1.1. Crecimiento Económico	6
1.1.1. Desarrollo y crecimiento Económico.....	6
1.1.2. Cambio técnico y la actividad innovadora.....	7
1.1.3. Teoría del crecimiento endógeno.....	11
1.1.4. Modelo de Difusión Tecnológica	24
1.2. Desarrollo de las Telecomunicaciones	32
1.3. Innovación en las Telecomunicaciones	33
Capítulo 2: Marco Contextual	35
2.1. Las Telecomunicaciones en el Mundo	35
2.1.1. Teledensidad de los servicios de telecomunicaciones más populares.....	35
2.1.2. Servicio de Telefonía Móvil.....	36
2.1.3. Servicio de Banda Ancha Móvil	37
2.2. Situación actual de las Telecomunicaciones en el Perú.....	38
2.2.1. Situación actual de los servicios de Radiodifusión en el Perú	38
2.2.2. Situación actual de los servicios de Telefonía en el Perú.....	40
2.2.3. Situación actual de los servicios de Internet en el Perú	43
2.3. Innovaciones actuales en Telecomunicaciones	47
2.3.1. Redes de telefonía de 5ta generación (5G)	48
2.3.2. Red de banda ancha satelital	48
Capítulo 3: Relación entre el crecimiento económico y el desarrollo de las Telecomunicaciones	50
3.1. Objeto de Estudio.....	50
3.2. Metodología.....	50
3.3. Ejecución y Resultados	54
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Bibliografía.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión Sonora.....	39
Figura 2 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión por Televisión.....	40
Figura 3 Líneas en servicio de Telefonía Fija	41
Figura 4 Líneas en servicio de Telefonía Móvil.....	42
Figura 5 Densidad de Líneas en servicio de Telefonía Móvil	42
Figura 6 Densidad de servicio de Telefonía Pública.....	43
Figura 7 Líneas en Servicio de Internet Fijo	44
Figura 8 Porcentaje de la Población con acceso a Internet Fijo.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

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, 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)

Ha habido múltiples estudios similares que buscan relacionar el PBI con el desarrollo de las telecomunicaciones (Roller L. &., 2001) e incluso otros que afirman que los países en desarrollo – como el Perú – obtienen gran beneficio al invertir en telefonía móvil (Jha R. &., 1999).

Capítulo 1: Marco Teórico

1.1. Crecimiento Económico

1.1.1. Desarrollo y crecimiento Económico

La concepción del desarrollo como Desarrollo Humano es, indudablemente, la más englobante y dinámica de las que hemos revisado en el capítulo precedente. Englobante, porque involucra por igual importantes aspectos económicos, sociales y políticos sin privilegiar alguno ni reducir los otros a simples complementos, eventualmente prescindibles o postergables. Dinámica, porque se define como un proceso, además, de carácter acumulativo y de gran alcance. Por estas razones, este enfoque constituirá el telón de fondo de nuestras indagaciones y, en lo concreto e inmediato, del examen de algunos elementos que intervienen y que condicionan ese desarrollo. El desarrollo, tal como se ha venido entendiendo, es un proceso a través del cual se pueden ofrecer nuevas o mayores oportunidades a las personas en una sociedad. Estas oportunidades, según los autores de la propuesta (principalmente los equipos del PNUD), son las de poder alcanzar una vida larga y saludable, las de adquirir una educación satisfactoria y las de tener acceso a medios para alcanzar un nivel de vida aceptable, mientras esta dure. Los mismos Informes sobre el Desarrollo Humano (PNUD 2001, por ejemplo) advierten que nada ni nadie puede garantizar la felicidad o la plena realización de las personas, pues siempre intervienen otros aspectos inherentes a la trama de relaciones en la sociedad. En este sentido, conviene recordar, pues ya lo he manifestado, que el desarrollo crea condiciones favorables o reduce el alcance de las restricciones al bienestar y a la libertad de las personas; pero no obvia problemas que surgen de la vida en común y de las opciones o valores de las personas. Dado el interés en las cuestiones técnicas y económicas que involucra el desarrollo, en el presente capítulo quiero rescatar la importancia -grande, pero no excluyente- de los mencionados medios para alcanzar un nivel de vida; es decir, los bienes y servicios necesarios para satisfacer necesidades y aspiraciones de las personas, los mismos que, por lo demás, también influyen en el aprovechamiento o el desaprovechamiento de otras oportunidades, como pueden, por ejemplo, ser la obtención de una vida saludable o un buen rendimiento escolar. Las personas necesitan bienes y servicios, y estos se producen, o deberían ser producidos, en la sociedad; a la vez que esta y su actividad deberían asegurar el acceso a esos recursos por medio de ingresos estables y suficientes, así como gracias al poder adquisitivo, como ya se señaló previamente. En todo caso, a propósito de la disponibilidad de bienes, debe recordarse que, más aún cuando se parte de una situación de relativa escasez y de ciertas carencias, se plantean, primero, los problemas ligados al producir más para una población que crece y cuyos requerimientos se amplían. En segundo lugar, se presenta el problema de abordar nuevas producciones con el fin de diversificar la gama de bienes y servicios que se ofrece. Por último, notamos el problema de utilizar mejor recursos y posibilidades; es decir, el de elevar la eficiencia para afrontar con éxito situaciones nuevas o desconocidas. Todo esto, que es necesario y contribuye al desarrollo humano, es lo que constituye el crecimiento y la transformación económica a lo

largo del proceso, que en sí mismo está marcado por los desafíos y las condiciones técnicas en las que se realiza. En efecto, el desempeño económico de una sociedad y su aporte al desarrollo humano pueden ser estimulados y apoyados por nuevos aportes o posibilidades técnicas, así como también por la capacidad de utilizarlos; sin embargo, también pueden resultar paralizados por bloqueos o carencias técnicas. Ahora bien, la disponibilidad de determinadas técnicas y su uso tienen significado en un período determinado, y aun pueden constituir un dato rígido para alguna empresa o alguna sociedad. Pero esto no es definitivo, y, por el contrario, plantea buscar novedades. En efecto, tanto la demanda o requerimiento de la producción como la experiencia acumulada de los productores y el invaluable aporte de investigadores e inventores ofrecen una perspectiva de cambios o aparición de nuevas posibilidades. Estos cambios, o la generación de nuevas técnicas, son lo que ya Schumpeter llamaba innovación, y que en la literatura económica contemporánea se llama también cambio técnico.

1.1.2. Cambio técnico y la actividad innovadora

En la perspectiva exclusiva de la teoría y del análisis del crecimiento económico, el tratamiento de la innovación o el cambio técnico puede resultar incompleto, porque arrastra algunos sesgos inherentes al enfoque y al método; y porque, en el fondo, no es el objetivo central del análisis. En efecto, la teoría del crecimiento busca explicar los cambios de largo plazo en la economía, considerada como un conjunto; y, tal como reclamaba Kaldor (1957), se le debería exigir que explique ciertas constancias empíricas, históricamente observadas, que acompañan y conforman el patrón de evolución de la economía en largo plazo. Son seis los «hechos estilizados») que Kaldor recoge de las experiencias acumuladas. Estos son los siguientes: (1) el crecimiento positivo del producto per-cápita, (2) el crecimiento del capital por trabajador a través del tiempo, (3) la casi constancia de la tasa de retorno al capital, (4) la casi constancia del coeficiente capital producto, (5) la casi constancia de las proporciones distributivas de los factores en el ingreso nacional y (6) el crecimiento muy diferente del producto por trabajador entre países. Más adelante, S. Kuznets (1973) señala otros rasgos del crecimiento que no excluyen, sino que enriquecen el cuadro de interrogantes de Kaldor. Así, Kuznetz menciona además los siguientes hechos: (7) la transformación estructural de las economías (es decir, el paso de la primacía de la agricultura hacia aquella de la industria y los servicios), (8) cambios en el patrón del empleo: el paso del de trabajo doméstico al de empleo asalariado, (9) aumento del papel e importancia de la educación formal, (10) el rol creciente del comercio internacional, (11) la reducción de la dependencia con respecto a los recursos naturales, a partir de los cambios técnicos, y, finalmente, (12) el papel creciente de los gobiernos. En todo esto, que constituye una agenda no solo permanente sino, también, muy pertinente, se puede apreciar que los fenómenos técnicos no aparecen sino implícitamente, como en los hechos (2) y (3) de Kaldor y en las observaciones (9) y (11) de Kuznetz. Sin embargo, todos admiten que el crecimiento sin cambio técnico es solo una simplificación justificable como primera y provisoria aproximación, y, tal vez, por necesidades didácticas. En lo concreto, todo crecimiento está acompañado, o ha sido desencadenado, por cambios técnicos. Por otra parte, el método y el nivel de análisis del crecimiento se da con agregados económicos y a propósito de su evolución como conjunto; de manera que esta es otra fuente de limitación, pues en el ámbito agregado se estudian principios de coherencia macroeconómica y no se estudian comportamientos. Estos últimos se refieren al desempeño de agentes microeconómicos que, en lo que más nos interesa, son los que toman la multiplicidad de decisiones técnicas. Por otra parte, el problema no es optar por uno u otro sino asumir que un fenómeno puede involucrar cuestiones inherentes al comportamiento de agentes, pero en

el marco de organización, de opciones y de normas que marcan el desempeño de agregados. Este es el caso de la innovación, como lo expresan los enfoques de Schumpeter (1968) y de Arrow (1962a), y como se trata de abordar actualmente en la denominada corriente neo-schumpeteriana. En efecto, para Schumpeter, la innovación es introducida por un empresario; es un fenómeno de firma en el que, por medio de la competencia o por la amenaza de ruina, la destrucción creadora, se difunde; ya que se crea la necesidad de imitar o innovar para subsistir, y este hecho, en el ámbito agregado, produce efectos de crecimiento y desarrollo. Para Arrow, es la renovación de equipos y la experiencia o el aprendizaje en una ha o una industria los que elevan la productividad, así como generan factores externos, crecimiento positivo del producto por trabajador y rendimientos crecientes a la escala. En todo caso, son aspectos tanto micro como macroeconómicos que sería interesante considerar sin exclusiones para no desligar lo que puede ser generación y difusión (privilegiada por el análisis microeconómico) de lo que son los efectos de crecimiento, empleo y distribución (preocupaciones que tradicionalmente conciernen a la macroeconomía). Otra observación que debe hacerse es que muchas veces se trata el cambio técnico o la innovación como un hecho ya ocurrido, y de ahí se desprenden las consecuencias técnicas y económicas. Preocupan en menor medida la forma y los mecanismos que motivan y producen la innovación, y esto es, sin embargo, una cuestión fundamental. En vista de ello, en lo que sigue razonaremos tanto dentro de una perspectiva micro como macroeconómica y a propósito de la dinámica innovadora como actividad permanente de las firmas y de la economía; aunque, de hecho, sea desigual en alcance y características, así como también desde diversos puntos de vista. Se han venido empleando los términos innovación y cambio técnico como sinónimos fundamentalmente porque son equivalentes, aunque debe anotarse que el primero recupera con más fuerza el carácter de novedad en los procesos productivos o en su resultado, y eso implica cambios; mientras que el segundo insiste tal vez más en la transformación que está implicada. Por otra parte, en la producción corriente y en condiciones normales, no se cambia para retroceder, para repetir o para incurrir una pérdida, sino, por el contrario, para evitarla o para mejorar y, en definitiva, para obtener beneficios. Son, pues, estas, dos características que es conveniente retener en un proceso que no es necesariamente continuo ni uniforme en toda la economía. El cambio técnico ocurre en todo momento, y no pocas veces endógenamente; es decir, a partir del esfuerzo y decisiones de empresas motivadas por aumentar, mantener o recuperar sus beneficios, y por la expectativa de apropiarse o retener los beneficios de su innovación. El cambio, en sus aspectos estrictamente técnicos, puede tener un origen exógeno; sin embargo, la adopción y la implementación responden a mecanismos internos del sistema. Por otra parte, los cambios en la producción, sea por introducción de nuevos productos, por cambio en los métodos o procesos de producción, o por cambios organizacionales, implican cambios en todo el sistema de la producción, así como en la estructura y el funcionamiento de los mercados (ventas, distribución). Además, arrastran otros cambios que afectan en grado y forma directa, a través del tiempo y, contemporáneamente, a través de sectores, al conjunto de la economía y de las economías. Podría, de este modo, hablarse de cambios técnicos y cambios institucionales, que no son independientes y que corresponden a procesos (esfuerzos) innovadores de los agentes económicos que, naturalmente, resultan coronados con diferentes grados de éxito, o bien desembocan, a veces, en algún innegable fracaso. Asimismo, independientemente del resultado, esto es lo que permite razonar, más bien, en términos de un contexto productivo e institucional continuamente cambiante, y no a propósito de hechos aislados que ya han ocurrido, de resultados episódicos o del efecto de condicionantes específicos. Toda actividad económica se desenvuelve a través del tiempo en medio de condiciones cambiantes y responde, por ende, en forma cambiante, según sus propias posibilidades y las que le

define el contexto global. En este marco, lo que entendemos como actividad innovadora, más allá de registrar únicamente el evento innovación, es todo aquello que concierne la búsqueda de nuevos elementos tecnológicos; esto es: la investigación, el procesamiento de la información, la experimentación, el desarrollo o perfeccionamiento de logros o descubrimientos y la adopción de novedades. Estos, ya se ha dicho, no son sino nuevos productos o productos mejorados, nuevos procesos productivos y nuevas formas de organización de la producción. Una innovación, en la actividad económica corriente, responde siempre, y entre otras motivaciones, así fuera indirectamente, a motivaciones económicas, y eso implica costos. Hay, pues, un problema de asignación de recursos que refleja el comportamiento de los empresarios frente a la innovación, y también la influencia del contexto como fuente de estímulos y, también, de restricciones. En definitiva, lo que se percibe es un interés de supervivencia o de defensa (frente a amenazas de la competencia) o bien algún problema interno o derivado de actividades interrelacionadas, de escasez de insumos o de energía o, finalmente, de cambios en la demanda (cf. Rosenberg 1969). Ahora bien, frente a estas diversas posibilidades, la solución tecnológica, no es clara ni siempre puede ser conocida ex ante. En efecto, no es independiente del estado del conocimiento, de la situación económica y es materia de una búsqueda compleja que requiere esfuerzos específicos. Esta es una búsqueda que se origina o se complementa muchas veces con la propia experiencia; y, por este motivo, es una actividad de resultados eventualmente erráticos, aunque es de carácter acumulativo. A partir de esta visión global, puede decirse que son cinco elementos o características los que, sin pretensión de exhaustividad, definen la actividad innovadora. En primer lugar, se tiene la incertidumbre de los resultados en términos de encontrar una solución adecuada a los problemas percibidos y al éxito de la búsqueda en términos de plazo y de costo. Segundo, en las economías contemporáneas, dado el grado de transformación y refinamiento técnico de las actividades productivas, cualquier solución o cambio tiene relación con los avances o con las oportunidades que ofrece el desarrollo científico; dicho de otra forma, a diferencia de cambios fortuitos o fruto de la intuición y de la genialidad individual, se trata de una búsqueda basada en conocimiento y métodos científicos utilizados o aplicados sistemáticamente. Como tercer punto, se tiene que esa búsqueda tributaria del estado de la ciencia se concreta a través de lo que se conoce como la investigación y desarrollo experimental, es decir, una actividad permanente de búsqueda de innovación, la misma que está integrada o en relación con actividades productivas. Esto corresponde a algo que se señaló anteriormente, y es que la búsqueda tecnológica no es por el resultado técnico en sí mismo sino en función de algún proyecto productivo. En cuarto lugar, tanto las mejoras como las innovaciones se apoyan en alguna medida, en la propia experiencia de producción. El aprendizaje ayuda a definir perspectivas de búsqueda, a precisar el interés de intensificar o de ampliar los esfuerzos y es un complemento de búsqueda de cualquier otro tipo. En quinto, y último lugar, los logros y experiencias previas son punto de partida, y las habilidades o destrezas adquiridas por los trabajadores en diversas tareas son el fundamento para afrontar nuevas situaciones. Por lo mismo, el esfuerzo innovador es acumulativo y depende del nivel inicial o de referencia, aunque sus logros no sean espectaculares en un momento dado. En cualquier caso, innovar o mejorar implica utilizar conocimiento, conocimiento útil para la producción como he señalado antes. Sin embargo, hay que anotar que ese conocimiento no es un bloque monolítico, identificable y accesible como un todo. Cada esfuerzo innovador, sea en el campo del diseño y construcción de equipo (máquinas) o del logro y aplicación de compuestos químicos u otros o, en fin, de la explotación más eficiente de atributos no explotados de los insumos, compromete partes y tipos de conocimiento diferentes. El conocimiento útil es pues un conjunto variado de conocimientos, y esto plantea no pocas preguntas. Una de las primeras es sobre la accesibilidad del conocimiento requerido para

la búsqueda. Puede tratarse de conocimiento amplio y previamente difundido, como suele ocurrir en el campo de la física, la química o la biología en general; así como también ocurre con ciertos principios de la mecánica, la electricidad o la química básica; e incluso con algunas cuestiones de más reciente difusión, como las referidas a la electrónica. Si este es el requerimiento percibido, muchos estarían en condiciones de participar, aunque sometidos al techo que defina el conocimiento accesible. Sin embargo, en otros casos se tratará de conocimiento nuevo o más elaborado, conocimiento específico para algún fin, que requiere competencias y medios superiores para acceder a él y utilizarlo; es decir, para que pueda conformar una respuesta técnica nueva a los problemas percibidos o a los proyectos considerados. En este último caso hay, pues, una condición fuerte y es la de alguna competencia específica previa que hace algo más restringido el acceso al conocimiento o la exigencia de realizar esfuerzos específicos aparentemente autónomos, como puede ser la investigación científica básica. Una segunda cuestión es sobre el grado de elaboración respecto a los usos posibles: la articulación del conocimiento con su empleo en la producción. En efecto, existe conocimiento cuya referencia a una aplicación es relativamente bien conocida o que, incluso, se encuentra especificada en manuales o se enseña en los centros de formación profesional. En este caso, el conocimiento está articulado con los requerimientos de la producción; pero, en otros casos, dicho requerimiento es más amplio, por lo que su relación con la producción es imprecisa o se refiere a aspectos menos conocidos o inexplorados del conocimiento. Por lo mismo, son accesibles solo mediante investigación específica, aunque otras veces puedan resultar siendo captados por la experiencia. Así la capacidad creativa -o capacidad para resolver problemas- de un ingeniero con experiencia y ciertas calidades personales van más allá de la capacidad y conocimiento que le fueron impartidos en algún centro de formación e incluso de perfeccionamiento. En el fondo se trata de conocimiento tácito o no explicitado; no obstante, asociado al conocimiento general o recibido y, por lo mismo, supone algún esfuerzo adicional y específico para hacerlo efectivamente útil. Una tercera cuestión tiene que ver con el carácter público o privadamente a p r o p i a d o del conocimiento. Tenemos, por un lado, el conocimiento que se publica y trata de difundir deliberadamente, tal y como es el conocimiento científico y aun algo del conocimiento técnico, sobre todo el que está asociado al uso de equipos que se distribuyen a través del mercado y cuya venta implica asegurar condiciones de manejo y de mantenimiento. Por otra parte, tenemos el caso de conocimiento protegido por los derechos de propiedad o por alguna forma de secreto. En este caso, la búsqueda o investigación de los agentes es fuertemente restrictiva. Ahora bien, la búsqueda de conocimiento o, mejor, de cuerpos de conocimiento en referencia a un proyecto o a la solución de un problema ocurre -fuera de afrontar características como las que acabamos de señalar- en el marco de una corriente general o de algunos elementos dominantes. La búsqueda, en los tiempos cercanos a la Revolución Industrial, en los siglos, estuvo marcada por el descubrimiento de nuevas fuentes de energía y por la aplicación de ciertos principios de la química y la física. El énfasis ha variado a través del tiempo con el desarrollo científico y con el descubrimiento de nuevas fuentes de energía, así como con la percepción de la exhaustividad de algunos recursos o con el carácter nocivo de los efectos secundarios de su empleo o transformación. Cada etapa ha respondido a un patrón, que también se ha identificado como un paradigma, ya que además de servir como marco o referencia necesaria, ha inducido formas de búsqueda y desarrollo y ha privilegiado algún tipo de soluciones, con lo que ha otorgando un carácter a todos los desarrollos implicados. Evidentemente, estoy refiriéndome a un paradigma tecnológico, como se ha dado en llamar por analogía con lo que la filosofía de la ciencia define como paradigmas científicos; es decir, un patrón y un estilo de búsqueda. Incluso, y para ganar en términos de precisión, Freeman y Pérez (1988) hablan de un paradigma tecno-económico para rescatar el hecho de que, en diferentes momentos, esos

patrones se reflejan en la existencia de tecnologías dominantes en un contexto y en una etapa de la economía. Estos paradigmas ejercen influencia sobre el comportamiento de las firmas en todo el sistema económico y, naturalmente, en la solución de sus opciones técnicas, en la orientación de una búsqueda y, siempre, en función de objetivos económicos. De otro lado, si el paradigma identifica globalmente el carácter de la tecnología y también de las oportunidades tecnológicas en una etapa, debemos observar que dentro del paradigma se operan búsquedas y transformaciones, tanto de firmas como de países, en una perspectiva de evolución o de etapa; esto es lo que se conoce como trayectorias tecnológicas. En otras palabras, el paradigma canaliza o condiciona los esfuerzos en una dirección, con preferencia sobre otras, e imprime un cierto carácter a las soluciones. Una trayectoria viene a ser, de este modo, el resultado de la actividad de búsqueda de mejoras técnicas, a lo largo del conjunto de opciones que abre el paradigma. En un cuadro resumen (cuadro n.º 3.1) presentaré una visión de los paradigmas que se han sucedido desde el inicio de la Revolución Industrial, y allí se podrá observar cómo, en unos casos, el descubrimiento de algunos principios científicos o bien de la forma de utilizarlos; así como el descubrimiento de fuentes de energía, en otros; o, finalmente, el uso de nuevos materiales, sean naturales o sintéticos, han marcado y se manifiestan en desarrollos industriales concretos. En una primera y solo aproximadamente definida etapa (como lo serán las que seguirán) es la mecanización la que reemplaza la producción artesanal y se concreta en el desarrollo o la transformación de industrias tradicionales, como la textil, con todos sus eslabonamientos. Más adelante, es el uso de la energía de vapor y la revolución del transporte los que inducen nuevos y más generalizados desarrollos y desencadenan cambios sociales, hasta que con la irrupción de la energía eléctrica se aborda lo que se conoce como la industria pesada, que es considerada como característica y base de todo desarrollo posterior. Se ingresa luego a la producción en masa, con una oferta ampliamente diversificada y marcada por la aparición del petróleo como fuente de energía y luego como insumo industrial. Finalmente, se inicia la etapa en que la información y el conocimiento son el referente fundamental, y donde productos y métodos están enmarcados por las novedades científicas. Evidentemente, la experiencia de países o sociedades no ha sido la de un tránsito claro e inmediato a lo largo de las diversas etapas que se han venido señalando. Ha existido una superposición de situaciones en la medida que los avances no significan necesariamente la cancelación de etapas previas y la subsistencia de rezagos de unos y otros estadios, ya sea en forma localizada o dispersa. Lo que sí es claro es que, al aparecer nuevas posibilidades, estas constituyen el punto de referencia o de atracción, y el resto se define con relación a ellas. Por esto incluso en medios globalmente «atrasados» existen islas o enclaves en los que hay presencia de formas y modalidades de producción de las más avanzadas. Es importante anotar la importancia o la representatividad de industrias específicas en el curso de toda la evolución del conjunto y lo que eso puede tener de significación al definir proyectos o apuestas por algún tipo de inversión. La importancia acordada durante algún tiempo respecto a la siderurgia de gran escala es un buen ejemplo de la identificación de una industria clave o motriz, con todas sus características, que cede su lugar a otras en nuevas etapas, aunque sin desaparecer, ya que su producción sigue siendo importante. El patrón de industrialización, sus requerimientos y su ubicación en relación con el paradigma vigente y con el sentido de la evolución de conjunto es clave en la exigencia, no discutida, de asegurar competitividad. Esta, como se sabe, está basada en criterios de eficiencia, de calidad y de regularidad de la producción y no única ni necesariamente en los menores costos, por ejemplo, de la mano de obra.

1.1.3. Teoría del crecimiento endógeno

FALTA INTRODUCCIÓN (MODELO BARRO)

1.1.3.1. Primera Generación

En los años ochenta, con la publicación de los artículos seminales de Romer (1986) y Lucas (1988), surgió un nuevo enfoque en la literatura de crecimiento económico: la teoría del crecimiento endógeno (EGT). Sin embargo, los modelos más reconocidos dentro de la teoría del crecimiento endógeno tienen como antecedentes los trabajos de Marvin Frankel y Keneth Arrow en la década de los sesenta. Dentro de la teoría del crecimiento endógeno, estos modelos son denominados modelos de Primera Generación. Tanto el modelo de Frankel como el modelo de Arrow fueron producto de la inconformidad de sus autores ante los resultados de los modelos neoclásicos. En esta sección, se presentan los modelos de Primera Generación, resaltando la importancia de ellos en el desarrollo de la literatura de crecimiento endógeno de los años ochenta.

1.1.3.1.1. Modelo Harrod-Domer y Solow

Los modelos de crecimiento endógeno de primera generación surgen ante la necesidad de corregir ciertos resultados de los modelos neoclásicos que no eran consistentes con la realidad empírica. En particular, los modelos de primera generación de la EGT buscaban explicar el crecimiento del producto per cápita sin aludir al crecimiento exógeno del progreso técnico y vincular la tasa de crecimiento de la economía a las decisiones de consumo presente y futuro de la sociedad, es decir, vincular la tasa de crecimiento con la tasa de ahorro. De este modo, los modelos de Frankel (1962) y Arrow (1962) modifican la función de producción neoclásica para permitir la existencia de retornos crecientes a escala. Esta modificación en la función de producción neoclásica implica, bajo algunos supuestos, el retorno a la función de producción de coeficientes fijos de Harrod – Domar. Los modelos de crecimiento económico han utilizado principalmente funciones de producción de tipo Cobb-Douglas o la función de producción de coeficientes fijos.

Según Marvin Frankel (1962: 995), la función Cobb-Douglas ha sido tan utilizada debido a que representa la relativa estabilidad en las participaciones en el ingreso del capital y el trabajo, uno de los hechos estilizados del crecimiento económico. Por su parte, la función de coeficientes fijos, utilizada por Harrod y Domar, resulta atractiva por su estructura sencilla y por el énfasis que hace en la acumulación del capital como motor del crecimiento (Frankel 1962: 996).

Sin embargo, al ser utilizadas en modelos de crecimiento ambas funciones presentan limitaciones. Por un lado, la función de producción neoclásica presenta como resultado una tasa de crecimiento del producto per cápita igual a cero. Por su parte, la función de coeficientes fijos no puede ser utilizada para analizar la asignación de factores o la distribución del ingreso. A continuación, presentamos una comparación entre el modelo de Solow y el modelo de Harrod-Domar para recordar los principales resultados de cada uno, sus similitudes y diferencias.

Anteriormente, presentamos los modelos de Harrod (1939), Domar (1946) y Solow (1956). Como vimos, los dos primeros pertenecen a la literatura keynesiana, mientras que el modelo de Solow es neoclásico. La principal diferencia entre estos modelos era la forma de la función de producción. Por un lado, los keynesianos asumen una función de coeficientes fijos, lo cual lleva a obtener una relación capital producto constante.

Por otro lado, los neoclásicos utilizan una función neoclásica con sustitución de factores, de este modo el ratio capital trabajo es variable durante el tránsito hacia el estado estacionario, sin embargo, una vez alcanzado el estado estacionario, dicha relación permanece constante, pues el capital y el producto crecen a la misma tasa.

La diferencia en las funciones de producción entre estos modelos tiene serias implicancias en los resultados. Por una parte, los modelos keynesianos concluyen que el crecimiento estable con pleno empleo no está garantizado en el modelo. Es decir, es difícil asegurar que la tasa de crecimiento garantizada (tasa a la que crece el stock de capital), la cual depende de las decisiones de los inversionistas, coincida con la tasa de crecimiento natural (aquella a la que crece la fuerza laboral y asegura el pleno empleo) y es exógena. Por su parte, el modelo de Solow sostiene que, al permitir la sustitución de factores en la función de producción, el ratio capital producto se ajusta hasta que la tasa de crecimiento del producto se iguale a la tasa de crecimiento natural. Por lo tanto, no hay estabilidad y puede asegurarse el crecimiento con pleno empleo.

Ambos modelos están descritos por las mismas ecuaciones, a excepción de la función de producción, como se mencionó anteriormente. Asimismo, en ambos modelos, la tasa de crecimiento es igual a la propensión a ahorrar dividida por la relación capital-producto. Además, la propensión a ahorrar es fija y exógena. Como vimos, si bien las propiedades de la función de producción en cuanto a sustitución de factores genera una relación capital producto fija en Harrod – Domar y variable en Solow, en el estado estacionario de Solow, el valor de esta relación es constante como en el modelo de Harrod y Domar.

En el modelo de Solow (1956), una vez alcanzado el estado estacionario, la tasa de crecimiento de la economía es igual a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral y las variables per cápita (el capital per cápita y el producto per cápita) permanecen constantes. Recordemos que la igualdad entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa de crecimiento de la fuerza laboral garantiza el crecimiento con pleno empleo. Para incluir la posibilidad de que las variables per cápita también crezcan es necesario incorporar progreso técnico exógeno al modelo de Solow. Si hay progreso técnico, que crece exógenamente a la tasa constante, entonces, la tasa de crecimiento es igual a: (adherir ecuación)

Tanto en los modelos de Harrod-Domar como en los modelos neoclásicos, si existe progreso técnico, este es considerado exógeno: «Lo que las formulaciones de crecimiento de Harrod-Domar y los neoclásicos tenían en común era la creencia de que el tercer ingrediente en el crecimiento, el progreso técnico, era una variable determinada exógenamente, de ocurrencia fortuita y sin costo, que aparecía como maná del cielo» (Shaw 1992: 611)

Estos modelos, hacen énfasis en las dificultades alrededor de la formación de expectativas correctas por parte de los inversionistas, sugiriendo estar más interesado en las propiedades de inestabilidad que en el camino hacia el estado estacionario. Es decir, la tasa de crecimiento del producto no necesariamente es igual a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral, pues los factores de producción son sustitutos en la función de producción de rendimientos constantes a escala.

Asimismo, la tasa de crecimiento del producto per cápita no necesariamente es cero. Es decir, dado que la tasa de crecimiento del producto no coincide con la tasa de crecimiento del trabajo, el ratio producto per cápita no tiene por qué permanecer constante. Esta tasa de crecimiento puede ser mayor o menor que cero. La tasa de crecimiento del producto

per cápita solamente es igual a cero en la “Edad de Oro”, situación en la que la tasa de crecimiento efectiva es igual a la garantizada y ambas son iguales a la tasa natural.

Por lo tanto, la tasa de crecimiento difiere entre los modelos de crecimiento keynesiano y neoclásico. Un fenómeno que se presenta es la Paradoja Neoclásica o Paradoja de Solow, la cual establece que en el modelo de Solow la propensión a ahorrar resulta irrelevante para la determinación de la tasa de crecimiento de la economía. En cuanto a los modelos de Harrod y Domar, «la ecuación del crecimiento no implica que un incremento de la propensión a ahorrar eleve la tasa de crecimiento (debido a los problemas de inestabilidad). Lo que la ecuación implica es que, si el país desea elevar la tasa de crecimiento, debe primero elevar la tasa de ahorro (s)» (Cesaratto 1999: 775).

Sin embargo, esta interpretación deja sin explicar el mecanismo de ajuste entre el ahorro y la inversión. Como señala Cesaratto (1999), fueron los neoclásicos los que probaron la existencia de fuerzas del mercado que llevan a la economía al equilibrio, el cual está caracterizado por el pleno empleo de los factores productivos

1.1.3.1.2. Modelo de Frankel

En su artículo “The production function in allocation and growth” de 1962, el economista estadounidense Marvin Frankel plantea un modelo de crecimiento que reconcilia las diferencias entre la función de producción neoclásica y la función de producción de coeficientes fijos usada por Harrod y Domar. Como se mencionó, Frankel (1962) sostiene que ambas funciones presentan virtudes que las hacen atractivas para el trabajo en modelos económicos; no obstante, también presentan deficiencias en su capacidad de reflejar la realidad empírica. El autor pretende conjugar ambas funciones de producción de modo que se preserven las características deseadas de cada tipo de función, pero no sus limitaciones. En palabras del autor, «una conclusión principal es que la función de tipo Cobb-Douglas se mantiene por completo en los modelos de asignación de recursos, mientras que la función de tipo Harrod-Domar se mantiene, en simultáneo, para el crecimiento» (Frankel 1962: 997).

Debemos mencionar que la función de producción de Frankel introduce un nuevo concepto: El “modifier”. El modelo de Frankel (1962) considera una economía con j firmas. Cada una de estas j firmas presenta una función de producción del tipo Cobb-Douglas, pero la economía en conjunto presenta una función de producción agregada como la utilizada por el modelo de Harrod-Domar. Esta dicotomía es posible gracias a la introducción en el modelo del modificador de desarrollo, conocido también como el “modifier” (H). Función de producción de la firma i ($i = 1, 2, \dots, j$).

Esta ecuación presenta la función de producción para cada firma. En ella, Y_i es el producto de la firma i , A es una constante, K_i y L_i son las cantidades de capital y trabajo empleados por la firma i , y H es el “modifier”. El “modifier” denota el nivel de desarrollo alcanzado por la economía en la que opera la firma. Este parámetro influye sobre la producción de las firmas como una especie de externalidad. Su lógica es la siguiente: las empresas en economías relativamente desarrolladas o avanzadas son capaces de producir más con cierta cantidad dada de capital y trabajo a comparación de las empresas en economías relativamente subdesarrolladas. Por lo tanto, individualmente, el “modifier” es considerado una variable exógena para las firmas, pues el número de firmas de la economía (j) es suficientemente grande, de modo que ninguna firma puede influir sobre los parámetros del modelo.

Este procedimiento de agregación implica que las firmas en la economía pueden variar en tamaño (escala), pero la intensidad en el uso de factores K y L es la misma para todas las firmas y es igual al ratio capital trabajo de la economía en conjunto. Como hemos mencionado, el “modifier” es considerado un parámetro para las firmas. Sin embargo, a nivel agregado, el “modifier” es una variable endógena para el sistema económico en conjunto, pues se refiere al grado de desarrollo de la economía. «Cuando una sola empresa aumenta su capital, el nivel de desarrollo no es afectado significativamente. Pero cuando todas las empresas lo hacen, el “modifier” cambia» (Frankel 1962: 999).

El grado de desarrollo de la economía puede ser aproximado utilizando distintas variables, como las tasas de natalidad y mortalidad, tasas de alfabetización, niveles nutricionales, niveles de ingreso per cápita, niveles de capital por trabajador, entre otras. Frankel (1962: 999) utiliza la última definición señalada, el nivel de capital por trabajador, como variable proxy del nivel de desarrollo. Como vemos, si bien las firmas individuales presentan funciones de producción neoclásicas, en el agregado, la economía presenta una función del tipo Harrod-Domar.

Esto nos regresa al modelo de Harrod-Domar a nivel macroeconómico, aunque a nivel microeconómico retiene la función de producción neoclásica. En palabras de Frankel: La producción en la empresa típica está gobernada por una función Cobb-Douglas. Bajo estas condiciones, las propiedades de la función Cobb-Douglas se mantienen completamente para la firma. Conforme la firma varía la cantidad de factores empleados, por ejemplo, acumulando capital en respuesta al mercado y a otras oportunidades el “modifier” aumenta. Los incrementos en el “modifier” son exógenos para la empresa en cuestión y refleja el impacto colectivo de las acciones de todas las firmas, pues todas las firmas responden en forma similar a las oportunidades económicas (Frankel 1962: 999-1000).

La función de producción agregada internaliza todos los efectos sobre el grado de desarrollo generados colectivamente por las firmas. El grado de desarrollo abarca los efectos directos e indirectos del cambio en los recursos. El efecto directo de las acciones de las firmas es el incremento del stock de capital agregado (el cual incrementa el “modifier”, H). Los efectos indirectos se deben a mejoras en la organización y en la calidad del trabajo, economías de escala externas, mejores facilidades en cuanto a infraestructura pública (redes de transporte y comunicaciones), entre otros. «Mientras las empresas expanden su capital, existe un impacto doble en la función de producción agregada: el producto agregado aumenta como un resultado directo del incremento en uno de los factores de producción y aumenta también porque el numerador del “modifier” ha aumentado» (Frankel 1962: 1001).

Estos resultados son similares a los resultados de los modelos neoclásicos, si, una vez considerada la externalidad que el grado de desarrollo de la economía produce sobre las firmas productoras, los rendimientos marginales del capital son decrecientes, entonces existirá un estado estacionario y por lo tanto, el crecimiento del stock de capital y del producto convergerán a la tasa de crecimiento de la fuerza laboral. Sin embargo, el modelo de Frankel es distinto a los modelos neoclásicos porque abre la posibilidad de que no exista estado estacionario y la economía siga creciendo. Es por esto que el modelo de Frankel (1962) es una de las primeras formalizaciones de un modelo de crecimiento endógeno.

1.1.3.1.3. Modelo de Arrow

En 1962, Kenneth Arrow publicó su artículo “The economic implications of learning by doing”. Este trabajo es la principal inspiración de la Nueva Teoría del Crecimiento o de la

Teoría del Crecimiento Endógeno (EGT). Al igual que Frankel (1962), el artículo de Arrow empieza cuestionando los resultados acerca del crecimiento que se derivan de los modelos de crecimiento neoclásicos. Si bien resulta incuestionable que el crecimiento del ingreso per cápita no puede ser explicado exclusivamente por el crecimiento del ratio capital trabajo y a pesar del reconocimiento de la importancia del cambio tecnológico en la explicación del crecimiento económico, para Arrow (1962: 155), el progreso técnico no ha sido estudiado a profundidad por los modelos de crecimiento.

Los modelos neoclásicos incorporan los factores de conocimiento tecnológico en la función de producción, simplemente agregando una dinámica de crecimiento del conocimiento tecnológico determinada exógenamente. Al respecto, Arrow critica: [...] una vista del crecimiento económico que depende tan fuertemente de una variable exógena, dejando fuera una variable tan difícil de medir como la cantidad de conocimiento, es poco satisfactoria intelectualmente. Desde un punto de vista cuantitativo y empírico, se nos deja el tiempo como una variable explicativa. Ahora las proyecciones de tendencia, si bien son necesarias en la práctica, son básicamente una confesión de ignorancia, y, lo que es peor desde un punto de vista práctico, no son variables de política (1962: 155).

El autor enfatiza la necesidad de analizar el concepto de conocimiento técnico subyacente a la función de producción. En especial, resalta la importancia del aprendizaje, proceso mediante el cual se adquiere conocimiento, en el crecimiento económico. El aprendizaje es el origen de los rendimientos crecientes, ya que la acumulación de la experiencia genera una externalidad social positiva en el proceso de acumulación de capital a nivel de las firmas. Esta externalidad consiste en un proceso de aprendizaje resultado de la experiencia adquirida con la operación o manejo de las maquinarias de generaciones anteriores (resultado de inversiones anteriores). De este modo, Arrow propone un modelo de crecimiento endógeno que incorpore las externalidades positivas que benefician a las firmas producto del aprendizaje colectivo.

En particular, la propuesta de Arrow (1962) consiste en señalar que la inversión no sólo es portadora del cambio técnico, sino que es su fuente. «Ninguna de las tasas de crecimiento está relacionada con las decisiones endógenas de acumulación de capital y, a pesar de los retornos crecientes a escala, la tasa de crecimiento siguen siendo determinada por las variables exógenas λ y n » (Cesaratto 1999: 780). De este modo, el modelo fracasa en su intento de relacionar la tasa de crecimiento del producto de largo plazo con la tasa de ahorro. A pesar de que Arrow está trabajando con una función de retornos crecientes a escala, está incurriendo en la paradoja neoclásica. Esta es la diferencia con el modelo AK, donde la tasa de crecimiento siempre depende del ahorro y no existe convergencia porque no existen rendimientos marginales decrecientes del capital, por lo que no se converge a una tasa constante de ahorro.

Pero, ¿por qué fracasó el modelo de Arrow? El problema del crecimiento endógeno es mostrar que puede haber una tasa constante de crecimiento sin un crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo o un cambio técnico exógeno. La acumulación endógena de capital no es capaz de originar un incremento proporcional en la fuerza de trabajo en unidades de eficiencia. La función H anterior cumple la función de expandir los efectos sobre el crecimiento de la tasa de crecimiento exógena de la fuerza de trabajo. Por un lado, el modelo de Arrow es un importante avance con respecto al modelo Solow-Swan, pues el crecimiento de la productividad es independiente del cambio técnico exógeno. Por otro lado, el crecimiento de la productividad sigue siendo dependiente del crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo. (Cesaratto, 1999).

Si la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo en unidades de eficiencia fuera proporcional a la tasa de crecimiento del stock de capital, la economía crecería impulsada por la acumulación de capital con una proporción constante de capital y trabajo en unidades de eficiencia, libre tanto del crecimiento exógeno de la fuerza de trabajo o de cambio técnico exógeno.

Tanto el trabajo de Frankel como el de Arrow han sido fundamentales en la teoría de crecimiento endógeno. Estos modelos influenciaron a los autores de la segunda generación de modelos marcando dos direcciones de investigación: los modelos seudo Harrod-Domar, inspirados en el learning by doing de Arrow y el modelo AK de Frankel; y los modelos neo exógenos, que integran la ecuación de cambio técnico de Solow con una relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo y la elección de la sociedad entre consumo presente y futuro.

El modelo general utilizado por ambos autores es similar. Las principales diferencias se encuentran en la forma funcional de la ecuación de progreso técnico, ecuación (6), y por lo tanto en la forma de la función de producción. Por un lado, Frankel (1962) considera que el progreso técnico está vinculado al grado de desarrollo de la economía e introduce una variable proxy del desarrollo (el stock de capital per cápita) en la función de producción. De este modo, el autor incorpora la externalidad que el nivel de desarrollo alcanzado por la economía en conjunto representa para las firmas individuales. Por su parte, Arrow (1962) introduce al modelo la acumulación de capital humano a través del proceso de aprendizaje en la actividad (learning by doing). Así, para Arrow la acumulación de capital físico es una aproximación al nivel de experiencia de los trabajadores.

1.1.3.2. Segunda Generación

Luego de los desarrollos de la primera generación de modelos, Frankel (1962) y Arrow (1962), se marcaron dos principales direcciones de investigación, las cuales son conocidas como la segunda generación de modelos de crecimiento endógeno (Cesaratto, 1999): Modelos seudo Harrod-Domar, inspirados en el learning by doing de Arrow y que reviven el modelo AK de Frankel. La idea dominante es eliminar de la función de producción el «factor no producido», para evitar cualquier fuente de rendimientos decrecientes del factor producido.

Modelos neo-exógenos. La idea dominante es integrar la ecuación de cambio técnico de Solow con una relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo y la elección de la sociedad entre consumo presente y futuro. Esta elección afecta la productividad del trabajo vía los recursos dedicados a I & D, educación, infraestructura, etc.

1.1.3.2.1. Modelo de Romer

En su trabajo “Increasing returns and the long run growth” de 1986, Paul Romer plantea una visión alternativa a los modelos de crecimiento neoclásicos: En un equilibrio competitivo completamente especificado, el producto per cápita puede crecer ilimitadamente, posiblemente a una tasa que es monótonicamente creciente en el tiempo. La tasa de inversión y la tasa de ganancia del capital pueden crecer, en lugar de decrecer, con los incrementos en el stock de capital. El nivel del producto per cápita en diferentes países no tiene por qué converger; el crecimiento puede ser persistentemente más lento en países menos desarrollados e incluso puede no ocurrir. Estos resultados no dependen de ningún cambio tecnológico exógenamente especificado o diferencias entre países. Las

preferencias y la tecnología son constantes e idénticas. Incluso el tamaño de la población puede mantenerse constante. Lo que es crucial para estos resultados es el abandono del supuesto de rendimientos decrecientes. (Romer 1986: 1003).

Romer (1986) propone un modelo de crecimiento endógeno en el cual el crecimiento de largo plazo está dirigido principalmente por la acumulación de conocimiento, considerado como un bien de capital intangible, por parte de agentes maximizadores de beneficios y previsores perfectos. A diferencia del capital físico, el nuevo conocimiento es producto de una investigación tecnológica que exhibe retornos decrecientes a escala. «Dado el stock de conocimiento en un momento en el tiempo, duplicar los insumos necesarios para la investigación, no duplicará la cantidad de nuevo conocimiento producido» (Romer 1986: 1003).

Por otro lado, la productividad marginal del conocimiento es creciente aún si todos los demás factores de producción permanecen constantes. Por lo tanto, el conocimiento aumentará ilimitadamente, pues la producción siempre aumenta cuando se incrementa el conocimiento. Además, la inversión en conocimiento implica una externalidad natural. «Se asume que la creación de nuevo conocimiento por parte de una firma tiene un efecto externo positivo en las posibilidades de producción de otras firmas porque el conocimiento no puede ser perfectamente patentado o mantenido en secreto» (Romer 1986: 1003).

Se construye así un modelo de crecimiento endógeno con retornos crecientes a escala en la producción del bien de consumo final o producto. A pesar de la existencia de retornos crecientes a escala, existe un equilibrio competitivo con externalidades, aunque este equilibrio no es un óptimo de Pareto. La existencia de externalidades es esencial para la existencia del equilibrio. Sin embargo, la característica fundamental de este modelo es el supuesto de rendimientos marginales crecientes del bien de capital intangible, el conocimiento. Romer (1986) plantea un modelo similar al propuesto por Arrow (1962):

(Adherir Funciones)

- (1) $Y = AK^{\alpha}(HL)^{1-\alpha}$ Función de producción agregada de la economía
- (2) $S = sY$ Función de Ahorro
- (3) $I = K$ Inversión (asumimos que no existe depreciación)
- (4) $S = I$ Condición de equilibrio dinámico
- (5) $H = K$ Cambio Técnico

El cambio técnico (eficiencia del trabajo) es proporcional a la acumulación de capital (tasa de crecimiento del stock de capital). En su modelo, Romer desea explicar el crecimiento de la economía sin hacer alusión a variables exógenas, por ello elimina de su modelo la tasa de crecimiento de la fuerza laboral. De este modo, se supone que la fuerza de trabajo está constante y puede ser normalizada a la unidad.

La utilidad de este supuesto está en que permite mostrar que la tasa de crecimiento que se va a obtener no depende de la tasa de crecimiento de la fuerza laboral. Es decir, a diferencia de los resultados del modelo de Arrow (1962), en el cual la tasa de crecimiento es una función monotonamente creciente de la tasa de crecimiento de la población, Romer (1986) sostiene que es posible que la economía crezca incluso si la fuerza laboral permanece constante.

Esta es una nueva versión del modelo de Frankel (1962). El stock de capital está constituido por dos componentes uno físico y otro humano. El componente humano es resultado de la difusión o las externalidades que origina la acumulación de capital y que

es captado por la ecuación (5.a) de progreso técnico. La tasa de ahorros de la comunidad afecta directamente la acumulación del componente físico e indirectamente afecta el componente de capital humano a través de la ecuación (5.a) (Cesaratto, 1999).

El objetivo de los modelos de crecimiento endógeno es explicar el progreso técnico endógenamente para explicar el crecimiento del producto. El modelo de Romer (1986) pertenece al grupo de modelos conocidos como los modelos AK, presentados en la primera sección de este capítulo. Asimismo, Dutt sostiene que el modelo de Romer es semejante al modelo de Arrow (1962), pero difiere en que el crecimiento del factor K es interpretado en el modelo de Romer como consecuencia de la inversión en Investigación y Desarrollo y no como consecuencia del learning by doing de Arrow (Dutt 2003: 75).

Según Cesaratto, este tipo de modelos contiene el mensaje principal de la Teoría del Crecimiento Endógeno: «el crecimiento endógeno proviene de un sector de la economía que produce sin utilizar un recurso no-reproducible (trabajo), sino sólo un factor reproducible (capital), la acumulación del cual es contingente a las preferencias de ahorro de la comunidad» (1999:784). El sector que produce, según Romer, sin utilizar recursos no reproducibles es un sector virtual representado por la ecuación (5.a), en el que el capital exhibe una externalidad que da lugar a la producción de capital humano.

En este sentido, Romer (1986) parece retomar la idea de Abramovitz acerca de los retornos crecientes a escala a causa del incremento en la oferta de un único factor (capital) (Cesaratto, 1999).

De esta manera, el modelo de Romer encuentra una tasa de crecimiento del producto constante en el tiempo. Puesto que se asume que no hay crecimiento de la fuerza laboral, tanto el stock de capital per cápita como el producto per cápita crecerán a la tasa de crecimiento del stock de capital y del producto. Por lo tanto, el producto per cápita puede crecer ilimitadamente.

Si bien el modelo de Romer (1986) consigue eliminar uno de los principales resultados perversos del modelo de crecimiento neoclásico, es decir, el hecho de que no hay crecimiento en el producto per cápita si no se incluye un factor de progreso técnico exógeno; no obstante, la tendencia al pleno empleo, asegurada por los modelos neoclásicos, ya no puede ser garantizada en el modelo de Romer.

El crecimiento con pleno empleo requiere que la tasa natural de crecimiento coincida con la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo y no puede depender de otros parámetros como la tasa de ahorro. Así, para hacer endógena la tasa de crecimiento en este modelo se sacrifica la restricción de pleno empleo al eliminar la fuerza de trabajo de la función de producción. Al cancelar el papel del trabajo y de cualquier otro factor con una tasa de reproducción que no depende de la tasa de ahorro, se eliminan los rendimientos marginales del capital. Sin embargo, ello también sacrifica la tendencia hacia el pleno empleo reclamado por la teoría neoclásica. Debido a este resultado poco deseable desde una perspectiva neoclásica, es probable que Arrow (1962) descartara el caso en el que el parámetro λ es igual a la unidad (Cesaratto, 1999). Cesaratto (1999) resalta la relación entre los resultados de los modelos de la teoría de crecimiento endógeno y el modelo de Harrod-Domar:

Con respecto a las prescripciones de política, el modelo de Harrod-Domar sugiere que altas tasas de crecimiento requieren de altas tasas de ahorro. Pero, analíticamente, el modelo de Harrod-Domar no comparte las propiedades del modelo neoclásico en el sentido de que las curvas de demanda con pendiente negativa de trabajo y capital

asegura, a largo plazo, que la economía tienda a una tasa de crecimiento igual a la tasa de crecimiento de la oferta de trabajo, y que los factores son remunerados con su producto marginal (1999: 785).

Además, el modelo AK comparte con el modelo de Harrod-Domar los mismos problemas: improbabilidad del crecimiento con pleno empleo e inestabilidad. Al desaparecer el trabajo de la función de producción, supuesto que facilita la incorporación de la noción de capital humano, la preocupación por el pleno empleo de la fuerza laboral desaparece también. Una vez abandonadas las curvas de oferta y demanda de factores productivos, la idea de que la economía tiende a la utilización plena de su capacidad ya no tiene justificación. En otras palabras, la idea de que la oferta de ahorro correspondiente al ingreso de pleno empleo se convierte en inversión (con lo cual los neoclásicos rechazan cualquier consideración de la demanda efectiva), ya no tiene fundamento (Cesaratto, 1999).

En conclusión, hay una inconsistencia en los modelos AK . «Rompen con el postulado neoclásico básico (el papel desempeñado por la escasez relativa de factores en la teoría del producto y la distribución), mientras mantienen algunas de sus conclusiones que se desprenden de este postulado, en particular, el pleno empleo de ambos factores capital y trabajo» (Cesaratto 1999:785).

1.1.3.3. Modelos Neo Exógenos

Los modelos vistos hasta ahora consideran la acumulación de capital como la fuente de los retornos crecientes a escala. Los modelos neo-exógenos se centra en la inversión en educación, investigación y desarrollo (I&D), etc. como la fuente principal del cambio técnico. En estos modelos, se añade a la función de progreso técnico exógeno de Solow una variable relacionada con las decisiones endógenas de la comunidad entre consumo presente y futuro. De este modo, la idea fundamental de este tipo de modelos es integrar la ecuación de cambio técnico de Solow, con una relación entre la tasa de cambio de la productividad del trabajo y estas elecciones de la sociedad entre consumo presente y futuro.

A continuación se presentan dos modelos neo-exógenos:

- El modelo de capital humano de Lucas (1988)
- El modelo neo-vintage de Romer (1990)

A diferencia de los modelos de tipo AK , los modelos neo-exógenos no rompen con los principios neoclásicos. La principal diferencia entre este tipo de modelos y el modelo neoclásico de Solow-Swan se encuentra en la incorporación del capital humano y en que la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo depende ahora de las decisiones de ahorro de la comunidad (Cesaratto, 1999).

1.1.3.3.1. Modelo de Capital Humano de Lucas

En su trabajo *On the mechanics of economic development* de 1988, Robert Lucas plantea la construcción de una teoría neoclásica del crecimiento que sea compatible con los principales hechos empíricos del desarrollo económico. De este modo, si bien Lucas reconoce la importancia del modelo neoclásico de Solow en el estudio sobre teoría del crecimiento, considera que no puede ser tratado como una teoría del desarrollo, pues no explica las diferencias significativas en los niveles de crecimiento de los distintos países registradas empíricamente (1988:13). Por lo tanto, Lucas (1988) realiza modificaciones al

modelo neoclásico original para obtener un sistema que refleje mejor las diferencias en los niveles de desarrollo de las economías del mundo. Para ello, incluye en el modelo tradicional los efectos del capital humano.

Existen dos tipos de capital: «el capital físico, el cual es acumulado y utilizado en la producción [...], y el capital humano, el cual mejora la productividad del trabajo y del capital físico y que es acumulado de acuerdo a una 'ley', con la propiedad crucial de que un nivel constante de esfuerzo produce una tasa de crecimiento constante del stock, independientemente del nivel alcanzado» (Lucas 1988: 39). Asimismo, Lucas (1988) diferencia los términos 'tecnología', que equivale al conocimiento humano en general y que es igual para todos los países, del término 'capital humano', el cual hace alusión al conocimiento adquirido por grupos de personas específicos:

El 'conocimiento humano' es solo humano, no japonés ni chino ni coreano. Creo que cuando hablamos de diferencias en 'tecnología' entre países no estamos hablando de conocimiento en general, sino del conocimiento de personas en particular, o tal vez de sub-culturas de personas. Si es así, entonces, mientras no es exactamente erróneo describir estas diferencias con un término exógeno, tampoco es útil hacerlo. Deseamos una formalización que nos lleve a pensar acerca de las decisiones individuales de adquirir conocimiento y acerca de las consecuencias de estas decisiones en la productividad. El cuerpo teórico que estudia esto es llamado la teoría del 'capital humano'. [...]

Simplemente quiero imponer la convención terminológica de que 'tecnología'- su nivel y tasa de cambio- será usado para referirnos a algo común en todos los países [...] cuyos determinantes están afuera de los límites de la presente investigación (Lucas 1988:15).

El capital humano de un individuo es su nivel general de habilidad: si un trabajador posee un nivel de capital humano igual a h , entonces este individuo produce el doble de lo que produce un trabajador con un nivel de capital humano de $h/2$, o la mitad de lo que produce un trabajador con un nivel de capital humano de $2h$. La teoría del capital humano, según Lucas (1988), se centra en el hecho de que la asignación del tiempo de un individuo entre varias actividades en el periodo actual, afecta su productividad, o su nivel de capital humano, en periodos futuros.

De este modo, el modelo asume que hay L trabajadores en la economía con niveles de habilidad que van desde cero hasta infinito ($h \in [0, \infty)$). El número de trabajadores con un nivel de habilidad h es $h \times L$. Cada trabajador con nivel de habilidad h , dedica una fracción h^+ de su tiempo a la producción actual y la fracción restante, h^- , de tiempo es dedicada a la acumulación de capital humano. Por lo tanto, la introducción del capital humano en el modelo implica descifrar cómo los niveles de capital humano (h) afectan la producción actual y como la asignación de tiempo de los individuos afecta la acumulación de capital humano (h). Sin embargo, Lucas reconoce que la acumulación del capital humano también puede darse durante la producción y puede ser adquirida durante el trabajo, de acuerdo con el learning by doing de Arrow (1962).

Para una extensión del modelo que incluye esta característica, véase la quinta sección de Lucas (1988).

La función de producción del modelo de Lucas, ecuación (1), muestra cuánto del bien final trigo (Y) se puede producir con el stock de capital existente y con la cantidad de trabajo efectivo dedicado a la producción de trigo. Como se mencionó, el término \square representa la

participación del tiempo de trabajo empleado en la producción de trigo y la participación del tiempo que se desvía de la producción de trigo sobre la base de preferencias entre consumo presente y futuro. Esta fracción restante de tiempo se emplea en actividades educacionales que incrementan la eficiencia de las generaciones de trabajadores futuras. Si no se dedicara tiempo a la acumulación de capital humano, entonces, la acumulación de capital humano sería cero. Por otro lado, si se dedicara todo el tiempo en la acumulación de habilidades, entonces, el capital humano aumentaría a la tasa constante a su máxima tasa de crecimiento.

Contrariamente a lo que ocurre con los modelos AK, el modelo de Lucas no rompe con los principios neoclásicos. Lucas sostiene que «aparte de los cambios en la tecnología para incorporar el capital humano y su acumulación, el modelo es idéntico al modelo de Solow» (1988: 19-20). La diferencia está en el término λ que permite considerar la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo, como dependiente de las decisiones de ahorro de la comunidad (Cesaratto, 1999).

1.1.3.3.2. Modelo de Romer

En 1990, Paul Romer publicó su trabajo Endogenous technical change. En él se presenta un modelo de crecimiento en el cual el cambio técnico, principal determinante del crecimiento, es producto de las decisiones de inversión de agentes maximizadores de beneficios. El modelo de Romer (1990:S72) parte de tres premisas:

1. El cambio técnico, entendido como el mejoramiento de las instrucciones para combinar insumos en la producción, es central para el crecimiento económico.
2. El cambio tecnológico ocurre mayormente a causa de las acciones intencionales de personas que responden a los incentivos del mercado. Por ello que se considera que el cambio técnico es endógeno al sistema económico.
3. La tecnología, entendida como las instrucciones para trabajar con factores de producción, presenta una naturaleza distinta a la de cualquier otro bien. La principal diferencia está en que para producir esta tecnología se requiere de un costo fijo; sin embargo, una vez creadas las instrucciones, el costo adicional de emplearlas es nulo.

De estas tres premisas, podemos resaltar dos hechos. Por un lado, la primera premisa establece una clara similitud entre el modelo de Romer (1990) y el modelo de Solow (1956) con progreso técnico exógeno en cuanto a la relevancia del cambio técnico. Por otro lado, las dos últimas premisas evidencian que el modelo de crecimiento agregado parece desenvolverse mejor bajo condiciones de competencia imperfecta.

Para la teoría del crecimiento, los bienes relevantes son aquellos que no son rivales pero sí son excluibles. La segunda premisa implica que la tecnología es un factor no rival; sin embargo, de acuerdo con la segunda premisa, el cambio técnico es producto de inversiones que buscan maximizar beneficios. Es decir, la mejora tecnológica debe resultar rentable para las firmas que invierten el proceso de cambio técnico. Por lo tanto, la tecnología debe resultar, de alguna forma, un bien excluible. De este modo, de acuerdo con la primera premisa, el crecimiento ocurre a causa de la acumulación de un factor no rival y semi-excluible (Romer, 1990).

El planteamiento del modelo de Romer (1990) es parecido al modelo de generaciones de Robert Solow (1960). Romer supone que hay bienes de capital de distintas generaciones (K_t). En cada periodo, una generación de máquinas del periodo anterior sirve para

producir en el periodo corriente. Se produce trigo (Y) en todos los periodos. La economía está compuesta por tres sectores:

- El sector de bienes de consumo finales (trigo, Y)
- El sector productor de bienes intermedios (iX)
- El sector de investigación, el cual diseña los distintos tipos de bienes de capital.

Asimismo, existen cuatro factores de producción, trabajo (L), capital físico (iX), capital humano (H) y un índice del nivel de la tecnología. El factor trabajo hace referencia a habilidades físicas que cualquier persona saludable se halla en condiciones de desarrollar y se contabiliza en número de personas. El capital físico es el conjunto de bienes intermedios de distintas generaciones, y es medido en unidades del bien de consumo (Y).

El factor de capital humano en el modelo de Romer difiere del concepto utilizado en los modelos pseudo Harrod-Domar. Romer considera un concepto de capital humano que es propio de una persona en particular, como años de educación o entrenamiento: «Este concepto de capital humano es más limitado que la noción usada en modelos teóricos de crecimiento basados en la acumulación ilimitada de capital humano como en las presentadas por King y Rebelo (1987), Lucas (1988) y Becker et al. [...]El modelo usado aquí separa el componente rival del conocimiento (H) del componente no rival, componente tecnológico A » (1990: S79). Existen A diseños de bienes de capital (generaciones) utilizados para producir Y . Por lo tanto, en este modelo existe capital físico heterogéneo de distintas generaciones.

El sector de bienes finales utiliza trabajo, capital humano y los bienes de capital físico producidos en el sector de bienes intermedios para producir trigo. El capital aparece en la suma de A diferentes tipos de bienes de capital iX . L es el stock de trabajo ordinario y H es el monto de capital humano dedicado a la producción de Y . De este modo, la producción de trigo puede ser representada por una función Cobb-Douglas de la siguiente forma:

El sector de investigación, que produce diseños de los bienes de capital futuros, es clave para el cambio técnico endógeno. El número de diseños producidos en cada periodo es A . Para producir conocimiento, lo cual se expresa en la elaboración de nuevos diseños, en el sector de investigación solo se utiliza capital humano (AH) y el stock de conocimiento previo (A). Como se mencionó, A es el componente no rival de la tecnología, hace alusión al stock de conocimiento que no pertenece a ningún individuo en particular (a diferencia del capital humano). Todos los investigadores pueden utilizar el stock de conocimientos al mismo tiempo.

Donde AH es el capital humano dedicado al sector de Investigación y Desarrollo (I&D), el cual es igual a la suma del capital humano propio de cada uno de los investigadores. De la ecuación de acumulación del conocimiento general se desprenden dos observaciones. En primer lugar, hay una relación directa entre el capital humano dedicado a trabajar en investigación y la producción de nuevo conocimiento (nuevos diseños). En segundo lugar, mientras mayor sea el stock de conocimientos previos (A), mayor será la productividad de los investigadores del tercer sector. Entonces si hay un stock de capital, por lo tanto la solución de la ecuación (1) da $A \propto e^{-\rho} H \alpha t$. Debe notarse la similitud entre la ecuación (1) de cambio técnico y la ecuación de acumulación de capital humano en el modelo de Lucas (1988), la solución es $H \propto e^{-\rho} (1-\rho)^{-1} t$, dejando de lado el parámetro ρ , pues dados los supuestos en este modelo, no es necesario asignar el tiempo a distintas actividades, sino que los distintos sectores están asignados a estas diferentes tareas.

Los diseños elaborados en el sector de investigación son vendidos a las firmas del sector de producción de bienes intermedios. En este sector se producen los bienes de capital (i X) de distintas generaciones utilizando los diseños y trigo ahorrado. Cada bien de capital tiene el mismo costo de producción consistente en unidades de producto (trigo) y, como tienen la misma productividad marginal, se produce el mismo monto de cada generación (un monto X). Aquí podemos apreciar el “problema de medición del capital”, ya que está medido en unidades de trigo (unidades de Y). Puesto que A tipos de bienes de capital existen en cualquier momento, se deduce que: En el modelo de Romer (1990) se asume que la población y la oferta de trabajo se mantiene constante y el stock total de capital humano en la población es fijo (Romer 1990:579). Es decir, la tasa de crecimiento de la fuerza laboral y del stock de capital humano dedicado a la producción de trigo es igual a cero.

Como vimos, dado que A tipos de bienes de capital existen en cualquier momento, el stock de capital total es aproximadamente igual a $K \approx AX$, donde X es el monto de bienes de capital producidos. Romer asume también que X permanece constante, es decir, que el monto de bienes de capital producido en cada periodo no varía. Por lo tanto, el stock de capital agregado crece a la tasa de cambio técnico (Romer 1990: 592).

Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto es igual a la tasa de crecimiento del stock de conocimientos, es decir, a la tasa del cambio técnico. En el modelo de Romer, para una población que permanece constante, tenemos que las tasas de crecimiento del producto, el stock de capital, el producto per cápita y el stock de capital per cápita son todas iguales a la tasa de cambio técnico

Por lo tanto, el crecimiento de la economía depende del crecimiento del conocimiento o del progreso técnico, y el crecimiento de la tecnología depende a la vez de la cantidad de capital humano asignado al sector investigación ($A H$). Incluso Romer señala que, en países donde el stock de capital humano es muy bajo, el crecimiento puede no producirse en absoluto.

Asimismo, Romer (1990) concluye que la tasa de crecimiento depende del tamaño del mercado. Mercados más grandes inducen más investigación y crecimiento más rápido.

En este sentido, el comercio contribuye al crecimiento al expandir el tamaño del mercado. Estos resultados se mantienen aún si asumimos que la población no permanece constante. A continuación se presenta el modelo de Romer (1990) con crecimiento de la población.

Como acabamos de ver, en el modelo de Romer (1990) el crecimiento de la economía depende de la cantidad de capital humano asignado al sector investigación ($A H$). El autor señala que el progreso técnico y, por ende, el crecimiento de la economía es conducido por el sector que invierte en investigación, el cual está motivado por los incentivos del mercado. Estos incentivos son el pago que reciben las firmas del sector investigación al vender las patentes de sus diseños (el nuevo conocimiento) a las firmas del sector de producción de bienes intermedios. De este modo, el crecimiento es endógeno pues depende enteramente de las decisiones internas de los agentes de la economía.

1.1.4. Modelo de Difusión Tecnológica

El presente documento tiene como principal objetivo analizar los hechos relevantes acontecidos en la industria de servicios móviles peruana, en el contexto del proceso de difusión de la tecnología digital de segunda generación 2G 2.

Para ello, los alcances se basan en los trabajos desarrollados por Griliches (1957) y Rogers (1962) acerca del proceso de difusión de una nueva tecnología en la industria. A la vez, las conclusiones son complementadas por los aportes de otros autores como: Bass (1999), Gruber y Verbore (2001), Dineen (2000), entre otros, quienes analizan los efectos del proceso de difusión tecnológica para diferentes industrias.

De esta manera, el informe está dividido en 4 capítulos: En el primero, se presenta una descripción de los hechos relevantes ocurridos en el mercado de servicios móviles, centrando el enfoque en la estructura de la industria y el desempeño de las firmas³. En el segundo capítulo, 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 formada por la tecnología de segunda generación 2G. El tercer capítulo, muestra de manera formal el modelo de difusión tecnológica, en base a la propuesta de Griliches (1957) y Rogers (1962), y se presentan los resultados de las estimaciones realizadas, caracterizando la industria en sus fases respectivas. Luego, se extiende el análisis de manera general a cada uno de los departamentos del Perú. Finalmente, el cuarto capítulo, hace referencia al rol que debe de cumplir la agencia de competencia en cada una de las fases de la industria.

1.1.4.1. EVOLUCIÓN DE LAS FASES DE UN NUEVO PRODUCTO

Dentro del campo de la organización industrial empírica se pueden observar los trabajos pioneros de Gort y Kepler (1982) y Agarwal (1996) acerca del proceso por el cual pasa un nuevo producto cuando ingresa al mercado. Para ello, caracterizan curvas acampanadas que relacionan el tiempo de vida de un producto con el número de firmas entrantes y salientes, dividiendo dichas curvas en cuatro fases bien marcadas: (1) introducción, (2) crecimiento, (3) madurez, y (4) declive. Para este análisis, emplean el Thomas Register, que es una base de datos que contiene información acerca de la evolución de las principales industrias estadounidenses desde principios del siglo pasado. La caracterización de la industria en sus distintas fases les permitió contrastar distintos supuestos acerca del accionar de las firmas, desde los incentivos que tienen las empresas para ingresar a la industria en una fase específica, hasta la probabilidad de que sobrevivan dado que ingresaron en una fase determinada. La conclusión general a la cual llegan estos autores es que la caracterización del ciclo de la industria en sus fases es de enorme importancia para comprender la dinámica del mercado.

Asimismo, las fases por las cuales pasan industrias que son intensivas en tecnología y con presencia de externalidades de red son distintas a las de industrias convencionales. Así, López, Arroyo y Orero (2006) llaman a las características propias de la industria de redes efectos de “realimentación positiva”, ello significa que la velocidad de penetración y la tasa de adaptación del nuevo producto tienen un comportamiento distinto al de otro tipo de mercado. En el Gráfico N° 5, se puede observar la caracterización de las fases que recorren las nuevas tecnologías en industrias de redes. Estos alcances se basan en el modelo de “difusión de innovaciones” desarrollado por Everett Rogers (1962)¹¹.

INSERTAR GRAFICO 5

Las fases por las cuales pasa una nueva tecnología forman los ciclos de la industria en el mercado de teléfonos móviles; así, el primer ciclo de la industria habría estado formado por las fases por las cuales paso la tecnología de primera generación (1G) desde su lanzamiento en el año de 1990. Mientras que el proceso de difusión de la tecnología de segunda generación 2G, el cual se inició en el año de 1997 con el lanzamiento de la

marca Movistar, conformaría el segundo ciclo de la industria. El tercer ciclo de la industria, se habría iniciado con el lanzamiento por parte de los operadores de la tecnología de tercera generación (3G) en el mes de septiembre del 2008¹².

La primera fase (I), llamada “fase de contacto”¹³, es aquella en la cual se lanza una nueva tecnología en la industria de servicios móviles. En esta fase, se pueden identificar a los “innovadores” quienes son los primeros adoptantes de la nueva tecnología y a los “adoptantes tempranos”.

Esta primera fase se caracteriza porque el crecimiento de los niveles de penetración alcanzada por la nueva tecnología es bastante lento. Los resultados de las estimaciones para algunos países indican que la duración de esta primera fase es bastante mayor al de industrias donde los cambios tecnológicos no ocurren de manera frecuente.

La lenta difusión de la primera fase se puede explicar por factores relacionados con el escaso conocimiento que se tiene respecto de la nueva tecnología, así como a la incertidumbre asociada a la utilidad de la misma y finalmente al elevado precio que tiene el nuevo producto al momento de su lanzamiento¹⁴. Usualmente, los posibles adoptantes esperarán a ver como evoluciona la nueva tecnología dentro de la industria para tomar la decisión de adoptarla o no. Una de las características observadas, en esta primera fase, es el desarrollo de competencia por el mercado y luego competencia entre estándares tecnológicos por parte de las firmas, ello con el objeto de lograr la mejor posición en el mercado.

El fin de esta primera fase dependerá de la complejidad del producto, de su grado de novedad, de su adaptación a las necesidades del consumidor, de la capacidad de los competidores para replicar la nueva tecnología (sustitución), del tamaño de la industria, del número de competidores potenciales y de la rapidez con que los cambios tecnológicos son transmitidos en la economía.

En la segunda fase (II), conocida como “fase de contagio” se produce un crecimiento explosivo del número de adoptantes¹⁶. La tasa de crecimiento en esta etapa suele ser bastante alta, ello ocurre debido a que la nueva tecnología es ahora más conocida, de tal manera que se reduce la incertidumbre sobre su utilidad y usualmente el precio de la misma. Las ganancias que obtienen las firmas pueden generar incentivos a la entrada de nuevas empresas a pesar de las barreras estructurales existentes¹⁷.

Esta segunda fase se puede subdividir en dos sub-fases, la primera que se inicia desde que termina la primera fase hasta el “punto de inflexión”¹⁸, en donde la adopción de la nueva tecnología crece a tasas cada vez mayores¹⁹, y en la cual a los adoptantes se les conoce como “mayoría temprana”. Y la otra que se inicia en el “punto de inflexión” y finaliza cuando la adopción de la nueva tecnología está bastante cerca de su “nivel de saturación”²⁰, y en la que a los adoptantes se les conoce como “mayoría tardía”.

En la tercera fase (III), llamada “fase de extinción” todos los sectores de la economía están empleando la tecnología de manera plena. Esta es la fase de madurez de la industria en la que el crecimiento del número de adoptantes es cada vez más lento hasta que se llega a un punto donde la tasa de crecimiento ha logrado estabilizarse, es decir, se ha llegado al “nivel de saturación”, punto que representa a la posición de equilibrio de largo plazo.

Asimismo, en esta fase se han reducido de manera considerable los costes de fabricación de la tecnología y se ofrece una gama más amplia del producto para hacer frente a segmentos diferenciados. Usualmente, las firmas suelen anticipar la llegada de este punto lanzando un nuevo producto al mercado, generándose un proceso de sustitución tecnológica e iniciándose el ciclo nuevamente²¹. Los adoptantes de esta fase son conocidos como “rezagados”.

El proceso descrito anteriormente se caracteriza por medio de modelos de “Difusión Tecnológica”, que son modelos matemáticos que permiten ajustar de la mejor forma el ciclo del producto, en otras palabras, las fases por las cuales pasa una nueva tecnología dentro de la industria. Entre los modelos de difusión tecnológica mayormente empleados se encuentran: el modelo Logístico, el modelo de Gompertz, el modelo de Bass, entre otros.

Es importante precisar que los modelos de difusión tecnológica muestran la evolución del ciclo bajo una tecnología dada o como afirma Skiadas (2007): “Si la difusión de una innovación en un sistema estable y homogéneo que no tiene influencias externas es de esperar que siga un patrón de comportamiento como una curva en forma de S”. Es por ello, que si se produce un cambio repentino en la tecnología, como es el cambio generacional del servicio móvil, se tendría que ajustar una nueva función logística hacia la nueva tecnología vigente.

Con relación a este último aspecto, el estudio de la sustitución de una tecnología por otra, es importante en la medida que es un elemento para entender el desarrollo de las diferentes generaciones por las cuales pasa la industria. Así, Nigel Meade (1998) en su estudio acerca de las “Aplicaciones de los Modelos de difusión en las Telecomunicaciones” muestra curvas de densidad que grafican la evolución tecnológica de los celulares de segunda generación a los de tercera generación. Tal es el caso de Karathanos, Katsianis, Varoutas (2002) quienes estiman curvas de penetración para la industria móvil de Grecia correspondiente a cada una de las generaciones de los teléfonos móviles. Cabe señalar que en los procesos de difusión como sustitución tecnológica se emplean funciones logísticas o sus variantes. Con respecto a esto último, en el Anexo N°2 se muestran algunas aplicaciones de funciones logísticas empleadas por algunos autores en diferentes países para caracterizar industrias de redes.

Este tipo de modelos han sido tradicionalmente usados para estimar la demanda del servicio en industrias de redes y, de esta forma, proyectar su crecimiento. Sin embargo, nuevos enfoques teóricos como el de Koski y Kretschmer (2002) intentan darle un valor agregado complementario a su uso habitual. Para ello, los autores endogenizan la decisión por parte de las empresas de entrar al servicio digital móvil; asimismo, analizan el efecto de las estrategias comerciales (competencia en precios, competencia entre tecnologías, etc.) en el proceso de difusión tecnológica.

Koski y Kretschmer (2002) concluyen que los factores regulatorios y el “ambiente competitivo” propio de cada país afecta al desempeño de la industria de diversas maneras.

En ese sentido, la competencia entre estándares tecnológicos de segunda generación 2G, está relacionada positivamente con el proceso de difusión tecnológica, igualmente, una mayor competencia en precios tiene un efecto positivo en la velocidad de penetración del servicio.

Adicionalmente, los autores encuentran que el nivel de riqueza de un país, expresado como el PBI per cápita, tiene un efecto positivo y significativo, sobre la velocidad de difusión de las tecnologías.

1.1.4.2. Modelos de Difusión Tecnológica

El proceso descrito anteriormente se caracteriza por medio de modelos de “Difusión Tecnológica”, que son modelos matemáticos que permiten ajustar de la mejor forma el ciclo del producto, en otras palabras, las fases por las cuales pasa una nueva tecnología dentro de la industria. Entre los modelos de difusión tecnológica mayormente empleados se encuentran: el modelo Logístico, el modelo de Gompertz, el modelo de Bass, entre otros.

Es importante precisar que los modelos de difusión tecnológica muestran la evolución del ciclo bajo una tecnología dada o como afirma Skiadas (2007): “Si la difusión de una innovación en un sistema estable y homogéneo que no tiene influencias externas es de esperar que siga un patrón de comportamiento como una curva en forma de S”. Es por ello, que si se produce un cambio repentino en la tecnología, como es el cambio generacional del servicio móvil, se tendría que ajustar una nueva función logística hacia la nueva tecnología vigente.

Con relación a este último aspecto, el estudio de la sustitución de una tecnología por otra, es importante en la medida que es un elemento para entender el desarrollo de las diferentes generaciones por las cuales pasa la industria. Así, Nigel Meade (1998) en su estudio acerca de las “Aplicaciones de los Modelos de difusión en las Telecomunicaciones” muestra curvas de densidad que grafican la evolución tecnológica de los celulares de segunda generación a los de tercera generación. Tal es el caso de Karathanos, Katsianis, Varoutas (2002) quienes estiman curvas de penetración para la industria móvil de Grecia correspondiente a cada una de las generaciones de los teléfonos móviles. Cabe señalar que en los procesos de difusión como sustitución tecnológica se emplean funciones logísticas o sus variantes. Con respecto a esto último, en el Anexo N°2 se muestran algunas aplicaciones de funciones logísticas empleadas por algunos autores en diferentes países para caracterizar industrias de redes.

Este tipo de modelos han sido tradicionalmente usados para estimar la demanda del servicio en industrias de redes y, de esta forma, proyectar su crecimiento. Sin embargo, nuevos enfoques teóricos como el de Koski y Kretschmer (2002) intentan darle un valor agregado complementario a su uso habitual. Para ello, los autores endogenizan la decisión por parte de las empresas de entrar al servicio digital móvil; asimismo, analizan el efecto de las estrategias comerciales (competencia en precios, competencia entre tecnologías, etc.) en el proceso de difusión tecnológica.

Koski y Kretschmer (2002) concluyen que los factores regulatorios y el “ambiente competitivo” propio de cada país afecta al desempeño de la industria de diversas maneras.

En ese sentido, la competencia entre estándares tecnológicos de segunda generación 2G, está relacionada positivamente con el proceso de difusión tecnológica, igualmente, una mayor competencia en precios tiene un efecto positivo en la velocidad de penetración del servicio.

Adicionalmente, los autores encuentran que el nivel de riqueza de un país, expresado como el PBI per cápita, tiene un efecto positivo y significativo, sobre la velocidad de difusión de las tecnologías.

1.1.4.3. *MODELO DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA PARA LA INDUSTRIA DE SERVICIOS MÓVILES*

1.1.4.3.1. *Formalización del modelo*

Si P_t denota el nivel de penetración en el tiempo “ t ”, el modelo de difusión tecnológica se inicia bajo el supuesto que: $dP/dt = kP$, para algún $k > 0$. De la expresión anterior, se espera que la tasa de crecimiento del nivel de penetración se reduzca a medida que aumenta el número de adoptantes de la nueva tecnología. La idea detrás de este supuesto es que la rapidez con la cual crece o disminuye el nivel de penetración depende solamente de los niveles presentes y no propiamente del tiempo.

La función anterior puede expresarse de la siguiente forma: $dP/dt = Pf(P)$, a esta expresión se le denomina “hipotesis de dependencia de densidad”, suponiendo que se está en un entorno en el cual no se puede mantener un nivel de penetración mayor a “ K ”. Se observa en el Gráfico N° 6 que si $f(K) = 0$, entonces $f(0) = r$, por lo que existen tres funciones que satisfacen estas dos condiciones. La suposición más sencilla que se puede hacer es que $f(P)$ es una línea recta. Bajo este supuesto podemos dar cuenta que $f(P) = r - (r/K)P$, lo que nos conduce al siguiente resultado $dP/dt = P(r - (r/K)P)$. Si reemplazamos estos últimos parámetros con los coeficientes “ a ” y “ b ”, se tendría: $dP/dt = P(a - bP)$, donde a y $b > 0$

Para resolver esta última ecuación, se emplea el método de separación de variables. Luego de algunas sustituciones se puede llegar a la propuesta de Griliches (1957) de la función logística, que represente un proceso de difusión tecnológica, tal como se presenta en la siguiente expresión:

Donde, “ P_t ” representa el nivel de penetración de la industria en el tiempo “ t ”, “ K ” es el “punto de saturación” o valor de equilibrio en el cual se estabiliza la difusión tecnológica, “ b ” es la tasa de crecimiento o la rapidez con la cual se converge al punto de saturación y “ a ” es una constante que posiciona a la curva en la escala de tiempo.

Esta curva tiene algunas características que son importantes de resaltar y que deben ser tomadas en cuenta en el modelamiento de un proceso de difusión tecnológica: i) es asintótica de 0 a K , ii) es simétrica alrededor del punto de inflexión y iii) su primera derivada con respecto al tiempo es siempre positiva, mientras que la segunda derivada es positiva en la fase de expansión de la nueva tecnología y negativa en la de saturación.

Con el objeto de ajustar el comportamiento de la penetración de la industria de servicios móviles peruana a la función logística²³ se estima la ecuación (2) aplicando para ello el método de “Mínimos Cuadrados No Lineales” (MCNL)²⁴.

$$Y_t = L(a + bT) \dots \dots (2)$$

Donde “ Y_t ” es el nivel de penetración en el tiempo “ t ”, “ L ” es la función de distribución acumulada logística presentada en la ecuación (1), “ T ” es el tiempo y “ α , β ” son los parámetros a estimar en el modelo.

1.1.4.3.2. *Estimación del modelo*

Para estimar el modelo de difusión tecnológica es necesario conocer de antemano el valor de “ K ”, de tal manera que la curva sea asintótica por la izquierda, acercándose a cero y

por la derecha al valor del punto de saturación, generalmente este punto de saturación se calcula sobre la base de estudios previos de demanda o de penetración potencial²⁵. Cuando no existen estudios previos de la demanda potencial, Bass (1969) propone estimar el punto de saturación a partir de una expresión como la presentada en la ecuación (3).

Operando esta expresión en función del punto de saturación “K”, obtendremos la ecuación (4), la cual puede ser estimada mediante el método de “Minimos Cuadrados Ordinarios” (MCO)

Con el cálculo del valor del punto de saturación, se estima los parámetros del modelo de difusión tecnológica. Estas estimaciones, se muestran en el cuadro N°2. (insertar)

El modelo resultó estadísticamente significativo de manera conjunta e individual. La bondad de ajuste nos indica que la curva en forma de “S” se ajusta de manera casi perfecta al comportamiento del nivel de penetración de la tecnología de segunda generación de la industria de servicios móviles peruana.

Con respecto a las magnitudes obtenidas a partir de los coeficientes del modelo, Griliches (1957) relaciona el parámetro “ $_b[a]$ ”²⁸ con factores de oferta y la decisión de la firma de lanzar o no una nueva tecnología; mientras que, el parámetro “ $_b[T]$ ” el cual se conoce como el ratio de adopción de nuevas tecnologías y se le identifica con el proceso de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo, lo asocia con factores explicados por el lado de la demanda.

1.1.4.3.3. Identificación de las fases de la industria de servicios móviles

Con el objetivo de caracterizar las fases del ciclo de la tecnología de segunda generación, se caracteriza la curva logística a partir de las estimaciones presentadas en el Cuadro N°2, siguiendo el planteamiento de Griliches (1957), luego se representan las fases según la propuesta de Rogers (2003)²⁹, ello hace posible inferir el comportamiento futuro de la industria de servicios móviles en el Perú y sirve de base para futuros análisis de sensibilidad y simulaciones de la industria. Los resultados obtenidos se presentan en el Gráfico N° 7 Como se afirmó líneas arriba, la primera fase está compuesta de dos sub-fases. La primera, que engloba a los “innovadores”³⁰, comienza desde el lanzamiento de la tecnología de segunda generación, 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 2003 con un nivel de penetración aproximado de 9 líneas por cada cien habitantes. Y la segunda, que engloba a los “adoptantes tempranos”³¹, y que marca el fin de la primera fase y el inicio de la segunda fase, habría finalizado a mediados del año 2004, cuando la industria de servicios móviles alcanzó algo más de 13 líneas por cada cien habitantes. En resumen, esta primera fase habría tenido una duración aproximada de 8 años.

La segunda fase, también, está compuesta por dos sub-fases. La primera, que engloba a los adoptantes de la “mayoría temprana”³³, comienza con el período inmediatamente posterior al fin de la primera fase y termina cuando se alcanza el punto de inflexión. El punto de inflexión se habría alcanzado aproximadamente a fines del 2007 cuando el nivel de penetración se encontraba por encima de las 50 líneas por cada cien habitantes. La segunda, que engloba a la “mayoría tardía”³⁴, comienza en el punto de inflexión hasta el inicio de la tercera fase. Es en esta última sub-fase donde las firmas lanzan nuevas tecnologías a la industria, iniciándose un proceso de “sustitución tecnológica”³⁵. Se

espera que el fin de la segunda fase ocurra a principios del 2011, cuando 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 siete años.

La tercera fase, que engloba a los “adoptantes rezagados”³⁶, se inicia con el fin de la segunda fase (estimada para el 2011) hasta que se llega al “punto de saturación” de la industria, el cual se alcanzaría aproximadamente a mediados del 2012 cuando la industria alcance un nivel de penetración que esté por encima de las 100 líneas por cada cien habitantes. De acuerdo con las proyecciones del modelo, se esperaría que esta última fase dure algo más de 1 año.

Sin embargo, las empresas operadoras siempre intentan “adelantarse” a este periodo, introduciendo un nuevo producto al mercado, debido a que las ganancias en este periodo empiezan a reducirse, a causa del lento crecimiento en los niveles de penetración de la tecnología vigente en esta fase.

En ese sentido, aprovechan 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.

Ese parece ser el contexto en el que la industria se encuentra actualmente, ya que se está empezando a promocionar las ventajas de la nueva tecnología 3G y se están introduciendo productos que soporten ésta, como el Iphone 3G³⁷, producto comercializado por Claro y Telefónica

1.1.4.3.4. Estimación para los departamentos del Perú

El Perú es un país con una elevada desigualdad en niveles de ingresos, en la penetración de servicios públicos, crecimiento económico, educación, entre otros. Por ello, es necesario que el modelo tome en cuenta, por lo menos de manera general, las diferencias existentes en los niveles de penetración en los departamentos, ello puede dar una mayor evidencia acerca de cómo evoluciona el proceso de introducción de nuevas tecnologías en la industria peruana de servicios móviles.

El Gráfico N° 8 (insertar), permite observar las proyecciones realizadas a partir del modelo de difusión tecnológica desarrollado para cada uno de los departamentos del Perú³⁸. La caracterización de las fases nos indica que todos los departamentos ya habrían pasado el punto de mayor crecimiento en la industria. Esto significa que se encontrarían en la fase de “la mayoría tardía”, donde si bien las firmas obtienen beneficios por el ingreso de nuevos adoptantes a la tecnología estos ingresos crecen a una tasa cada vez menor.

Cabe resaltar que en toda la segunda fase están presentes los efectos de las externalidades de red, pero después de haber pasado el punto de inflexión, el efecto de la misma es cada vez menor Lima y Callao representa el escenario de mayor dinámica respecto a la adopción de la tecnología de segunda generación 2G, según las estimaciones realizadas se esperaría que en el corto plazo esta tendencia se intensifique aún más debido a que (si no se presenta ningún shock importante que modifique las condiciones del mercado) el punto de saturación se encontraría por encima de las 200 líneas por cada cien habitantes, alcanzándose este nivel aproximadamente pasado el año 2012.

Adicionalmente, Tacna, Moquegua, Arequipa, Ica, Tumbes, Lambayeque y Madre de Dios, representarían a aquellos departamentos donde se encontrarían la mayor proporción de adoptantes de la tecnología de segunda generación 2G. A partir de las estimaciones realizadas, se puede inferir que el nivel de saturación de estos departamentos se encontraría por encima de las 80 líneas por cada cien habitantes.

Estos resultados nos dan una cierta evidencia de cómo es que se distribuyen los adoptantes de la tecnología de segunda generación 2G a nivel nacional y de los esfuerzos de las firmas por captar nuevos adoptantes.

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, & Gold, 1993) y (Cronin, Colleran, Herbert, & 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 una de dos direcciones (bidireccional) relación entre el crecimiento económico y la infraestructura de las telecomunicaciones en los Estados Unidos. (Roller & Waverman, 1996) examinaron el impacto de la inversión en infraestructura de telecomunicaciones en el producto interno bruto (PIB) de los 21 países de la OCDE y 14 desarrollo o recientemente industrializados países no miembros de la OCDE entre 1970 y 1990 y encontró 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 " crítica masa ", que fue, el número de líneas telefónicas principales superó el **40 por 100 personas**.

Un análisis de causalidad realizado por (Madden & Savage, CEE telecommunications investment and economic growth, 1998) confirmó una relación bidireccional entre las políticas económicas crecimiento y telecomunicaciones inversión en los países de Europa del Este (ECE) y Central. Un estudio realizado por (Dutta, 2001), sin embargo, encontró que la evidencia de la causalidad que iba desde la infraestructura de telecomunicaciones para el desempeño económico la actividad era más fuerte que la de la causalidad en la dirección opuesta. Este patrón se mantuvo durante todo el 15 industrializados y 15 países en desarrollo están estudiando.

Los resultados del estudio de (Chakraborty & 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 entre la teledensidad al PIB. (Cieslik & Kaniewsk, 2004) confirmó una relación causal positiva y estadísticamente significativa entre las telecomunicaciones, la infraestructura y los ingresos a nivel regional en Polonia y encontraron que la causalidad salió corriendo de la primera a la segunda.

El estudio realizado por (Yoo & Kwak, 2004) encontró una relación bidireccional entre el crecimiento económico y la información inversión en tecnología en Corea del Sur en el

período 1965/98. Un estudio más reciente llevado a cabo por (Wolde-Rufael, 2007) también encontraron una relación bidireccional entre los dos en los Estados Unidos durante el período de 1947 hasta 1996. (Karner & Onyeji, 2007) examinó la contribución al crecimiento económico de la inversión privada de telecomunicaciones en 14 africanos países 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 las telecomunicaciones la infraestructura en los países seleccionados, los cuales disminuyeron la eficacia de la inversión privada en telecomunicaciones.

(Shiu & Lamp, 2008) encontraron que había una relación unidireccional del PIB al desarrollo de las telecomunicaciones en China. La causalidad en la dirección opuesta, es decir, desde las telecomunicaciones al crecimiento económico, se encontró sólo en el región oriental ricos, pero no en las provincias centrales y occidentales de bajos ingresos. Más pobres de las telecomunicaciones infraestructura (es decir, la densidad telefónica no había llegado a la " masa crítica ") y un subdesarrollo de factores complementarios (como la educación y la formación) fueron posibles razones de la falta de efectos de ingresos estimulando sobre telecomunicaciones desarrollo 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 la información y la comunicación (TIC) en el crecimiento económico o extranjera inversión directa, en particular para los países menos desarrollados y para los países fuera de los Estados Unidos (Dewan & Kraemer, 2000), (Gholami, Lee, & Heshmati, 2005), (Jalava & Pohjola, 2002), (Kenny, 2003).

Se argumentó que menos desarrollados países estaban mal preparados para beneficiarse de las TIC debido a la falta de capital físico y humano, así como adecuada las instituciones necesarias para el desarrollo de una economía electrónica (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 (por ejemplo, (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.

En los países más desarrollados y regiones con un nivel más alto de las telecomunicaciones el desarrollo, en general, existe una relación bidireccional entre el crecimiento económico y de las telecomunicaciones desarrollo. Por lo tanto, los estudios anteriores sugirieron que la relación causal entre el crecimiento económico y desarrollo de las telecomunicaciones no era independiente del nivel de desarrollo de los ingresos y de 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. Los resultados empíricos han confirmado que la privatización y la liberalización han mejorado la productividad y eficiencia del sector (ver revisión de la literatura proporcionada por (Lam, 2008). En los países en general, altos ingresos desarrollados han alcanzado un mayor grado de privatización y liberalización de los países en desarrollo de bajos ingresos. Por lo tanto, no es sorprendente encontrar que los primeros tienen un mejor desempeño de la productividad de este último -véase (Madden & Savage, Productivity growth and market structure in telecommunications., 1999), (Ros, 1999)-. Además, el crecimiento de la PTF 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).

Desde la década de 1990, la tecnología móvil se ha convertido cada vez más popular en el sector de las telecomunicaciones. Un uso más amplio de la tecnología móvil ha mejorado la eficiencia y la productividad del sector. (Jha & Majumdar, 1999) utilizaron datos de panel 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 para el período desde 1980 hasta 1995. Encontraron que la difusión de la tecnología móvil tuvieron una positiva e impacto significativo en la productividad de la sector de las telecomunicaciones. Desde la difusión de la tecnología móvil es importante la productividad de las telecomunicaciones, los resultados del estudio (Jha & Majumdar, 1999) implica que los países en desarrollo y las economías en transición deben desarrollar sus sistemas inalámbricos o móviles bucles locales, ya que esto puede permitir que se eviten inversiones en líneas fijas por completo y " salto " en la era de la información. La difusión de la tecnología móvil tiene ayudado a los rezagados (incluidos países de la CEE) en Europa para ponerse al día y ampliar sus redes de telecomunicaciones (Gruber, 2001).

Una similares 'proceso' 'quemar etapas' ha tenido lugar en China (Shiu & Lamp, 2008). Se ha argumentado que la rápida 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 el resultado de un proceso de "quemar etapas " tecnológica (Dai, 2000), (Dai, ICT in China's development strategy: Implications for spatial development. In C. R. Hughes, & G. Wacker (Eds.), 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 vez de someterse a un costoso proceso de re-ingeniería de la antigua red de cable de cobre analógica, China ha sido capaz de hacer un " salto de inicio " mediante la implementación de las últimas tecnologías para el desarrollo de su red nacional de cable de fibra óptica. Esta "estrategia" de quemar etapas ha permitido al país para pasar las etapas intermedias de cable de cobre y teléfono analógico sistemas y ha facilitado la rápida expansión del sector de las telecomunicaciones (Dai, ICT in China's development strategy: Implications for spatial development. In C. R. Hughes, & G. Wacker (Eds.), 2003).

En suma, la evidencia empírica hasta ahora ha demostrado que la privatización y la liberalización han mejorado la productividad el desempeño en materia de telecomunicaciones. Innovación y cambio tecnológico es la principal fuente de crecimiento

de la PTF. Desarrollar países y las economías en transición puede 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, mejora de la eficiencia). Dado que estos países podrían beneficiarse de las ventajas del recién llegado al implementar las últimas tecnologías para el desarrollo de sus telecomunicaciones redes, se espera que se pudiera haber logrado un mejor desempeño de la productividad de los países desarrollados en años recientes.

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 1 podemos visualizar 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; 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. 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%.

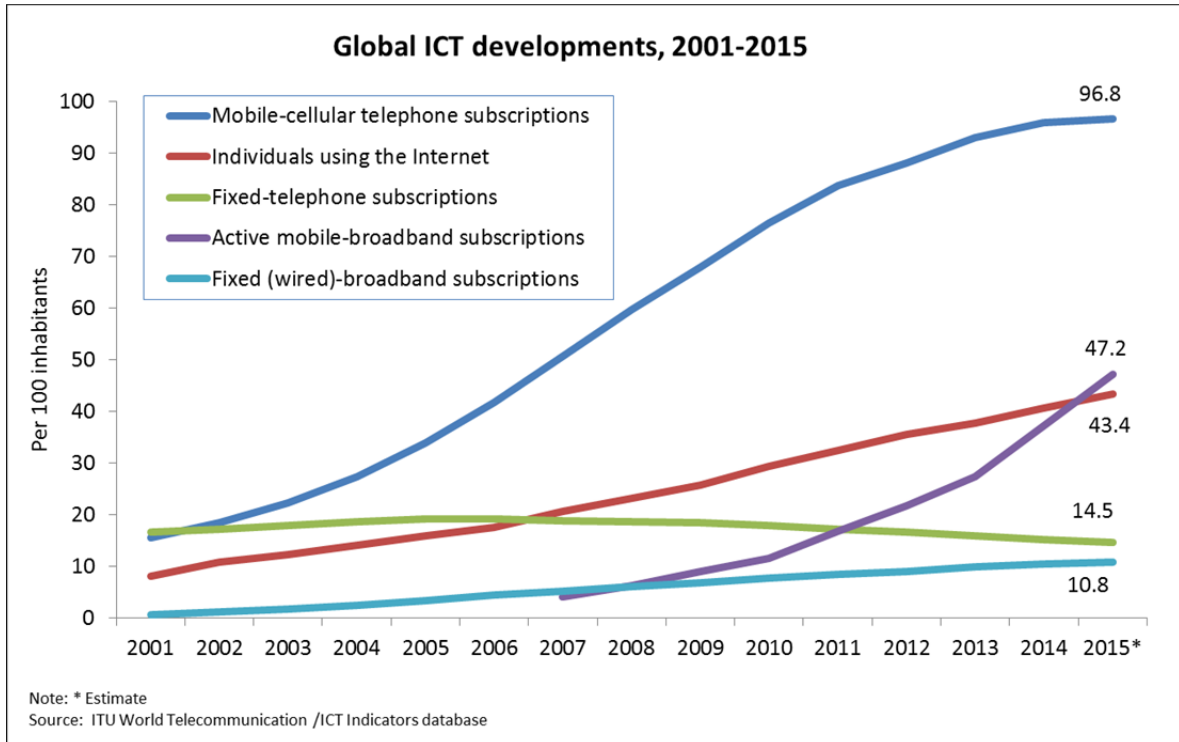


Figura 1 Indicadores globales de desarrollo de las Telecomunicaciones 2001-2015

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 Figura 2 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 (Biblio). 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. (Biblio)

3G mobile-broadband coverage is extending rapidly and into the rural areas

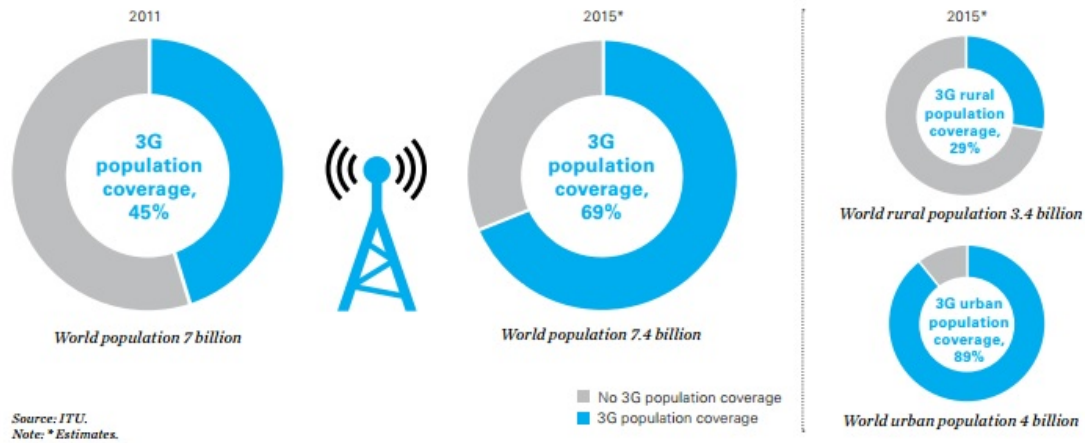
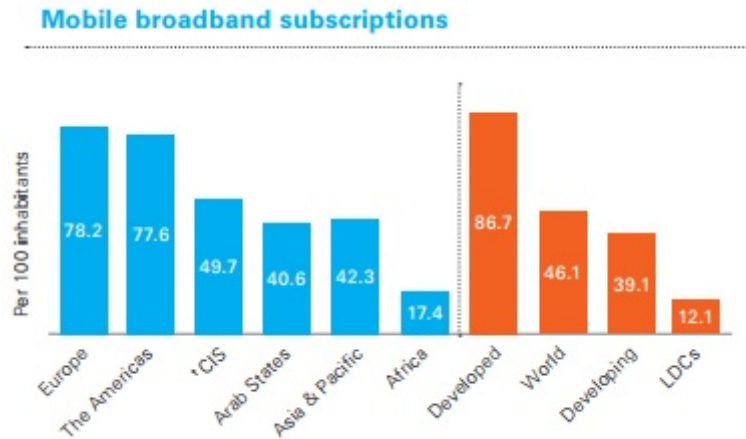


Figura 2 Cobertura de la Telefonía Móvil en el mundo

Fuente: (ITU, 2015)

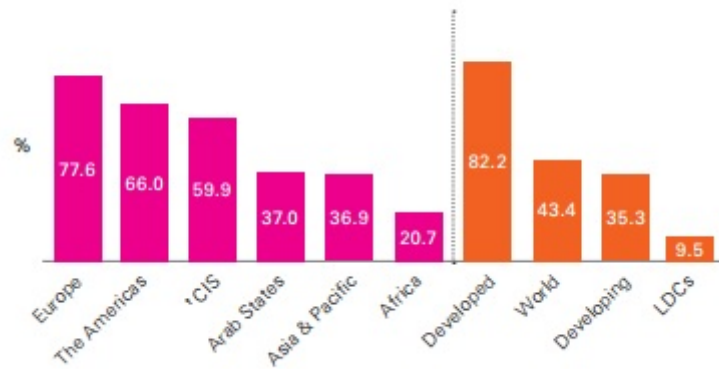
2.1.3. Servicio de Banda Ancha Móvil

Como vimos en la Figura 1, 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 pro 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 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”



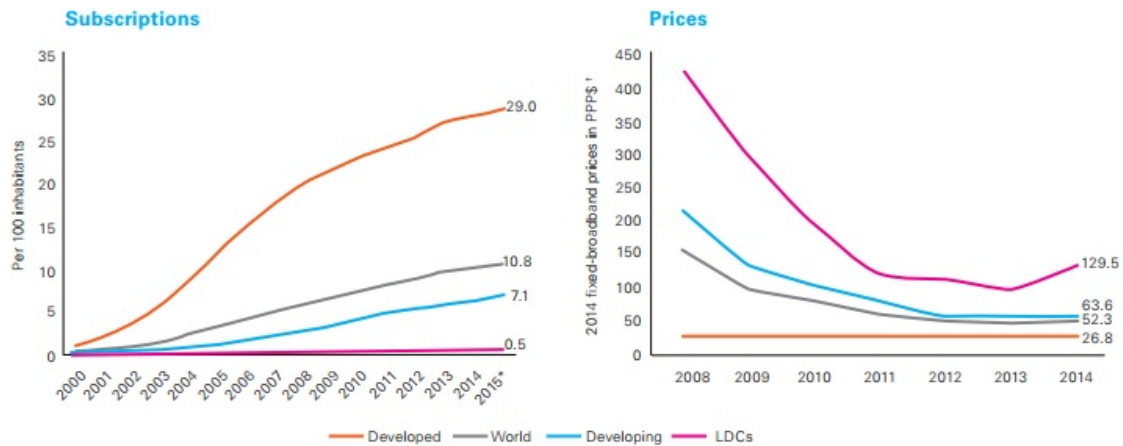
Fuente: (ITU, 2015)

Percentage of individuals using the Internet



Fuente: (ITU, 2015)

Fixed broadband subscriptions: developing countries lag behind as prices stagnate



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 cantidad de usuarios.

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.

En el Perú, los servicios de telecomunicaciones basados en la radiodifusión fueron unos de los primeros implementados también; así como uno de los más populares. (Biblio)

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 1, el cual muestra el número de estaciones vigentes y autorizadas de radiodifusión en el Perú, desde el año 2006 hasta el 2013, en el cual podemos notar que la cantidad se incrementa cada año.

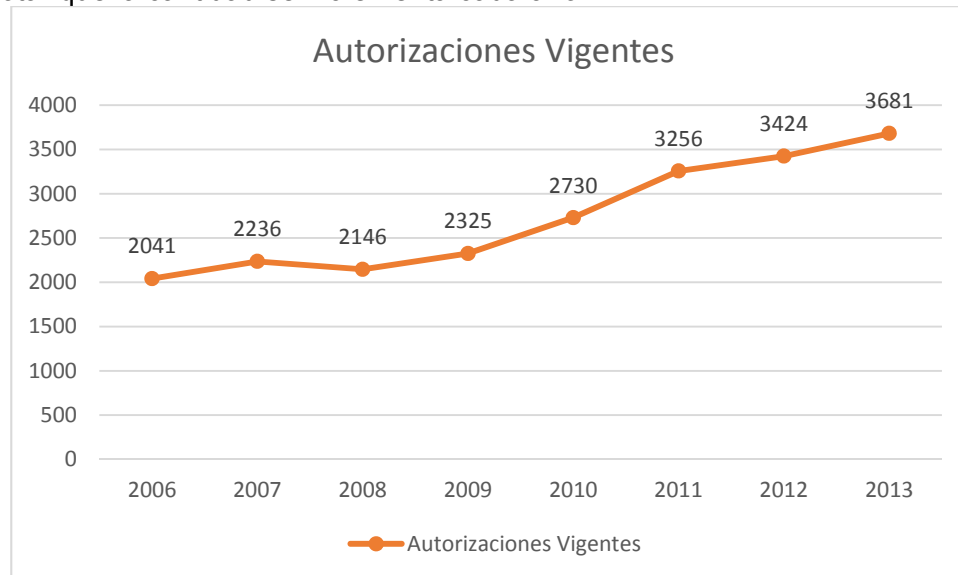


Figura 3 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión Sonora

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 2 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.

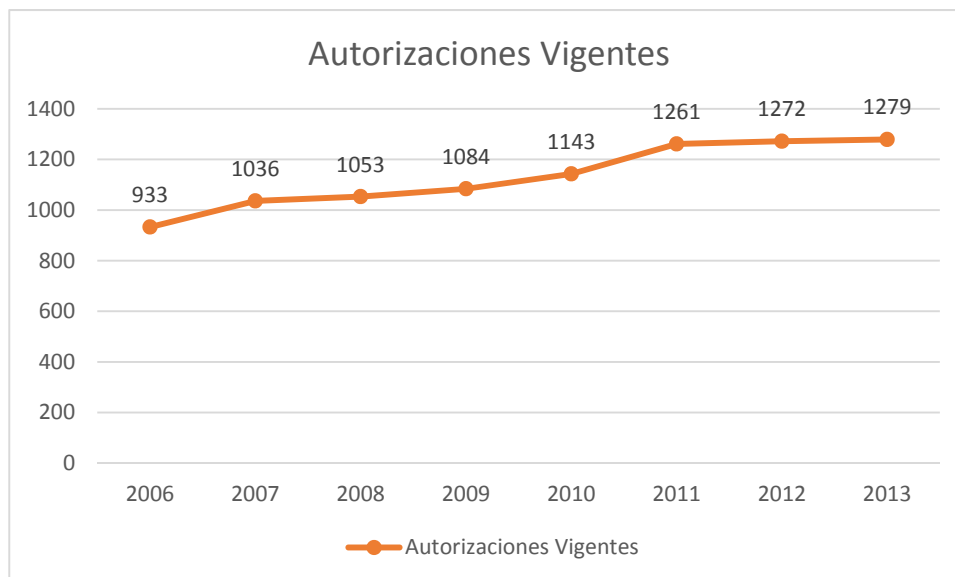


Figura 4 Autorizaciones Vigentes de Radiodifusión por Televisión

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. (Biblio)

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 3 podemos ver 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. (Anexo)

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. (Biblio o 2.2.2.4 Aplicaciones)

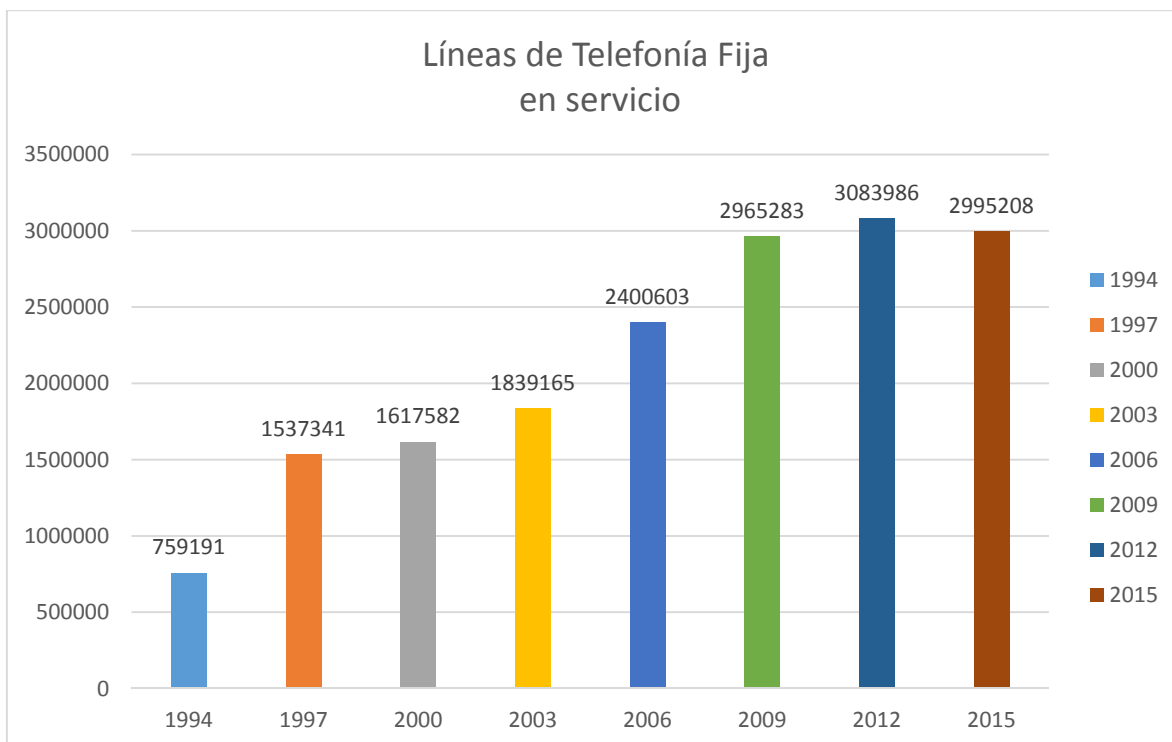


Figura 5 Líneas en servicio de Telefonía Fija

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 4 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 5. 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. En otras palabras, 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. (Anexo)

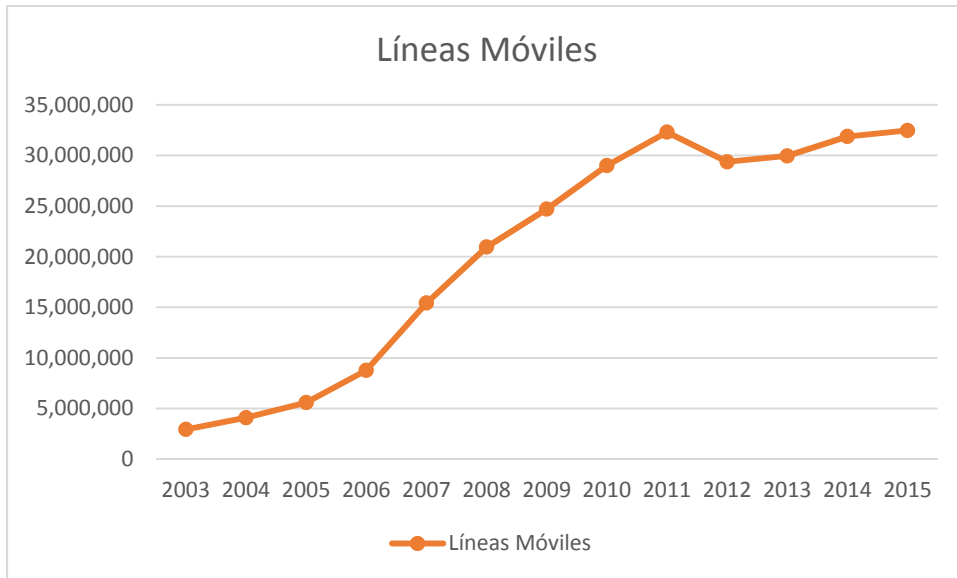


Figura 6 Líneas en servicio de Telefonía Móvil

Fuente: (Osiptel, 2015)

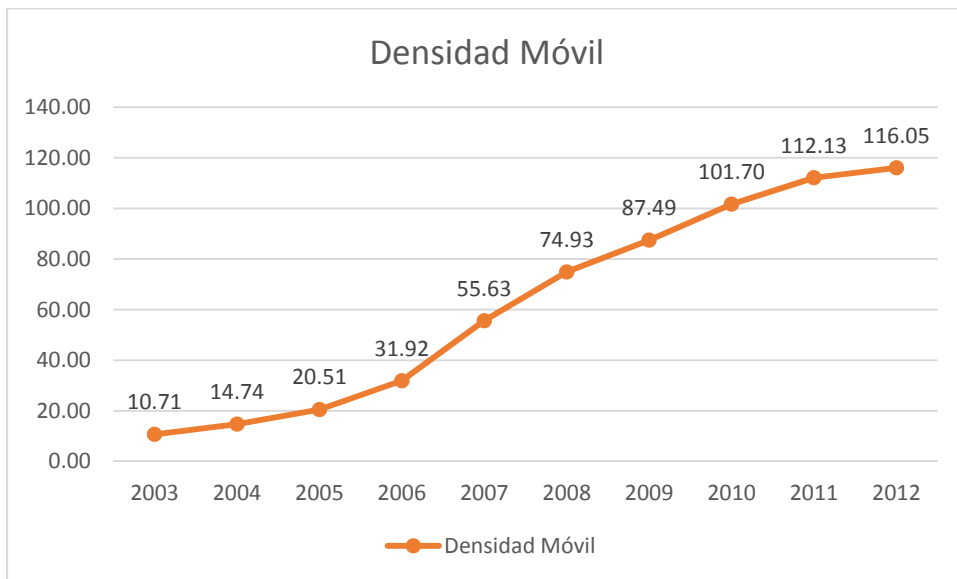


Figura 7 Densidad de Líneas en servicio de Telefonía Móvil

Fuente: (Osiptel, 2015)

Actualmente, FTEL 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 FTEL 11, FTEL 12 y FTEL 13, los cuales buscan la "Integración de las Áreas Rurales y Lugares de Preferente Interés Social a la Red de Servicio Móvil." (FTEL, 2015). Estos proyectos permitirán a una gran cantidad de localidades rurales que cuentan 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 6 podemos ver 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.

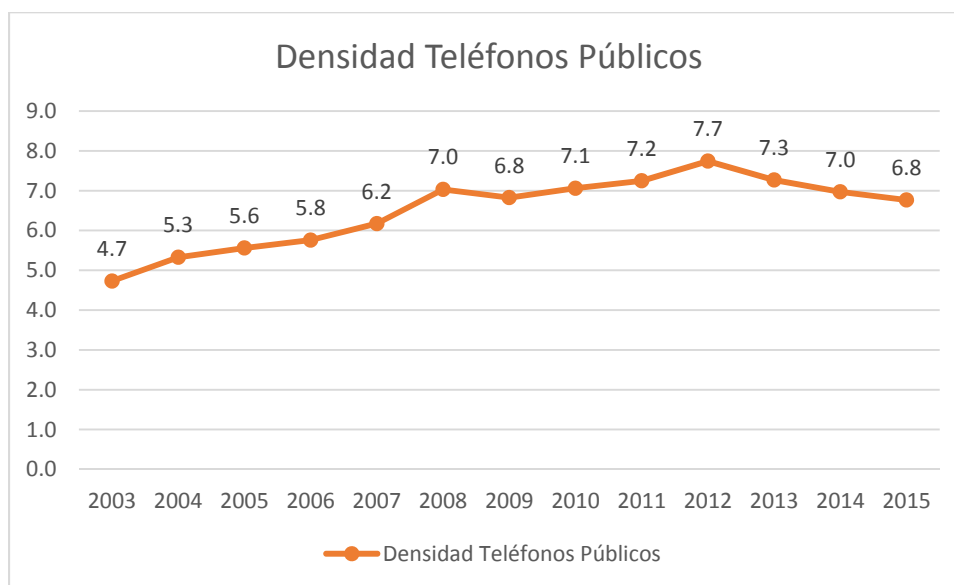


Figura 8 Densidad de servicio de Telefonía Pública

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

La Figura 7 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, la Figura 8 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); 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.

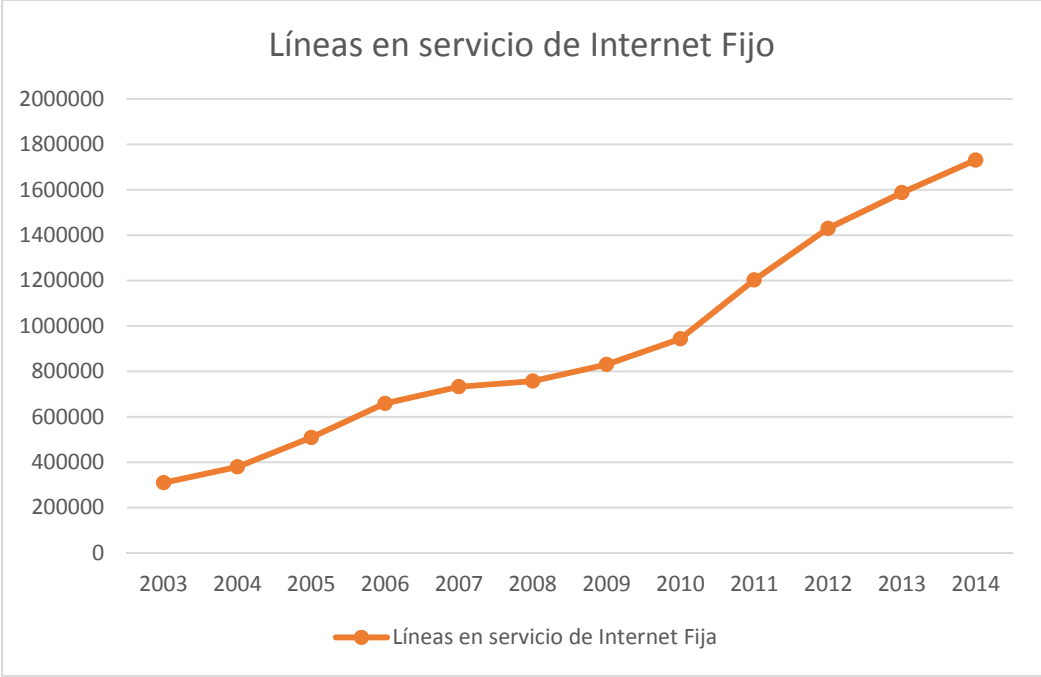


Figura 9 Líneas en Servicio de Internet Fijo

Fuente: (Osiptel, 2015)

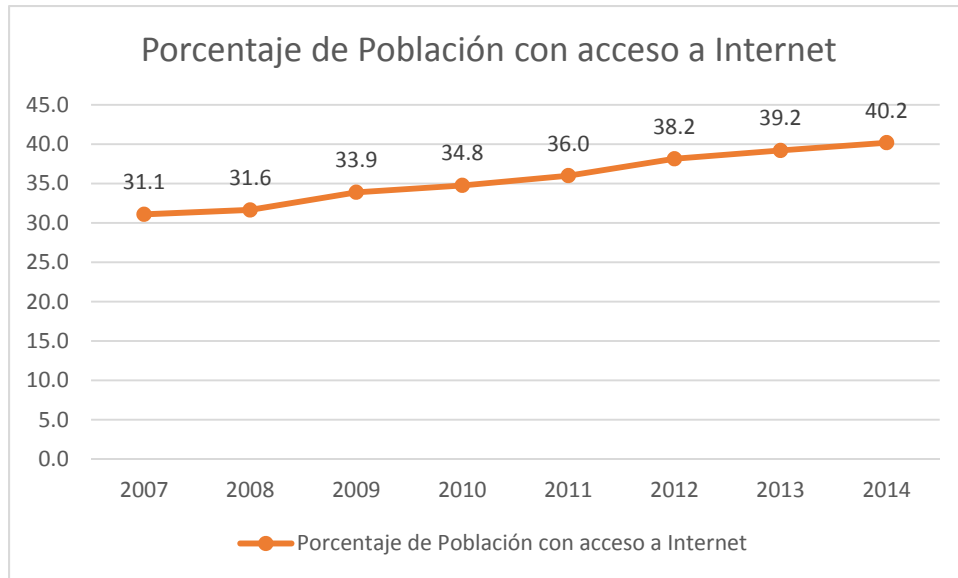


Figura 10 Porcentaje de la Población con acceso a Internet Fijo

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 9, podemos notar que existe una penetración de internet móvil del 40.6 al tercer trimestre del año 2014; 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 disgregada por departamentos, o zonas urbanas / rurales, frecuencia de uso, etc. Solo como información complementaria, podemos visualizar en la Figura 10 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.

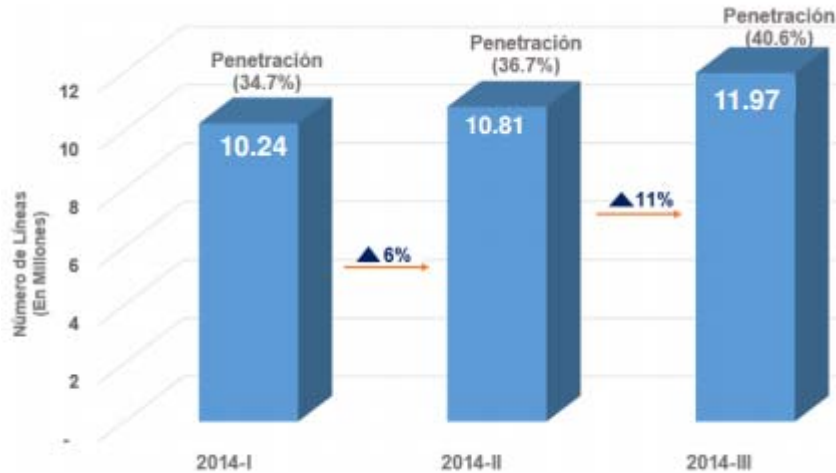


Figura 11 Penetración de Internet Móvil en el año 2014

Fuente: (Osiptel, 2014)

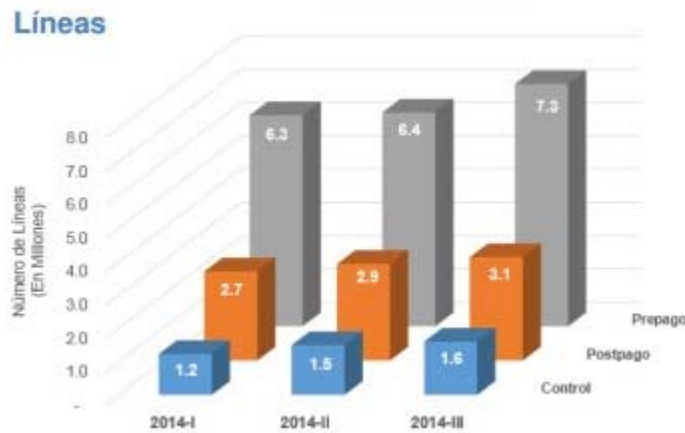


Figura 12 Cantidad de Líneas Móvil con internet según Modalidad Contractual

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 FIDEL se encuentra actualmente realizando el proyecto FIDEL 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. (FIDEL, 2015). Adicionalmente, ya se han ejecutado proyectos adicionales que brindaran acceso de internet de Banda Ancha a las localidades del VRAE (FIDEL, 2014), a la red Juliaca – San Gabán – Puerto Maldonado (FIDEL, 2008) y localidades rurales del Perú, enfocándose en diversas zonas aisladas (FIDEL, 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 la Bibliografía (MTC, 2011).

Además, aparte de la instalación de los equipos y tecnología necesaria para tener acceso a la Banda Ancha, FIDEL 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. (FIDEL, 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 (Biblio)

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.

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

impiden 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. 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 Infraestructura de Alianza Público-Privada 5G, en definitiva 5G PPP (5GPPP, 2013), se ha iniciado por la Comisión de la UE y los fabricantes de la industria, los operadores de telecomunicaciones, proveedores de servicios, las PYME y los investigadores. El 5G PPP entregará soluciones, arquitecturas, tecnologías y estándares para las infraestructuras de comunicaciones de próxima generación ubicuos de la próxima década. El reto para el 5G Alianza Público-Privada (5G PPP) es asegurar el liderazgo de Europa en las áreas específicas en las que Europa es fuerte o donde hay un potencial para la creación de nuevos mercados como ciudades inteligentes, e-salud, transporte inteligente, la educación o entretenimiento & medios de comunicación. La iniciativa 5G PPP 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:

- Proporcionar 1000 veces 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 el 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 y 90 minutos.
- Creación de una Internet segura, fiable y confiable con un "cero percibe" el tiempo de inactividad para la prestación de servicios.
- Facilitar despliegues muy densos de enlaces de comunicación inalámbrica para conectar más de 7 billones de dispositivos inalámbricos atiende 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

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 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.

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 11 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 13 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. Objeto de Estudio

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 modelo de crecimiento endógeno.

Como se presenta en el modelo de crecimiento endógeno de Barro (1991), el crecimiento económico de los países depende particularmente de la tasa de ahorro, el crecimiento poblacional, el tamaño del gobierno y el coeficiente tecnológico; a partir de los modelos desarrollados por ..., se incorpora el efecto de la teledensidad como parte del modelo, encontrando una gran significancia sobre el crecimiento.

3.2. Metodología

Como se mencionó en el apartado anterior el presente trabajo busca encontrar las relaciones existentes entre el crecimiento económico y el desarrollo

de las telecomunicaciones en el Perú para el periodo de tiempo 2003-2012. Para ello se plantea un modelo de crecimiento de endógeno basado en el modelo de Barro (1991) que relaciona dicha variable con la tasa de ahorro, el crecimiento poblacional, el tamaño del gobierno y el coeficiente tecnológico.

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 producto¹.

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), Zahra, Azim y Mahmood (2008), Lee, Levendis y Gutiérrez (2009), 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 provinciales 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 (mencionar papers similares encontrados).

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 fueron propuestos por (Anderson & Hsiao, Estimation of Dynamic Models with Error Components, 1981), (Arellano & Bond, 1991), entre otros. Estos estimadores son consistentes en muestras grandes (tiempo fijo asintótico), pero muestran sesgos en muestras finitas cuando T (tiempo) es mayor en forma moderada respecto del número de muestras.

¹ Cronin, Colleran y Gold, 1997

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 (MELI)².

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 & Hsiao, Formulation and estimation of dynamic models using panel data, 1992), (Anderson & Hsiao, Estimation of Dynamic Models with Error Components, 1981), proponen utilizar retardos de la dependiente, tanto en nivel como en diferencias. (Arellano & 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 utilizan retardos en la/s variable/s endógenas y en las predeterminadas y diferencias en las variables estrictamente exógenas.

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.

El estimador GMM estima la relación entre dependiente e independientes utilizando la información de ambas ecuaciones, en niveles y en diferencias.

² 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 la teledensidad en el modelo MCO ocasionaba distorsiones en los estimadores.

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

Figura 14 Modelo Lineal de Panel Dinámico con retardos

Fuente: Elaboración Propia

Ahora, la razón por la que elegimos este modelo (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:

$$\begin{aligned} grow1_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 grow1_{i,t-1} + \beta_2 y0_{i,t0} + \beta_3 ls_{i,t} + \beta_4 ls_{i,t-1} + \beta_5 ls_{i,t-2} + \beta_6 lgg_{i,t} \\ & + \beta_7 lgg_{i,t-1} + \beta_8 lv1_{i,t} + \beta_9 lv1_{i,t-1} + \beta_{10} lv1_{i,t-2} \end{aligned}$$

Donde $grow1_{i,t}$ representa la tasa de crecimiento per cápita del ingreso real a precios constantes del 2007, $grow1_{i,t-1}$ representa el rezago de la variable dependiente, $y0_{i,t0}$ es el logaritmo del ingreso en su estado inicial (2007) y captura el efecto de la convergencia de las regiones. $ls_{i,t}$ representa el logaritmo de la tasa de ahorro³, $ls_{i,t-1}$ 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 y $lv1_{i,t}$ el logaritmo del número de línea móviles por cada 100 habitantes con sus respectivos rezagos $lv1_{i,t-1}$ y $lv1_{i,t-2}$ como medida de la teledensidad.

3.2.1. Base de datos

La base de datos utilizada es la mostrada en la Figura 5. 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), así mismo los datos relacionados a la densidad móvil se recogieron del organismo supervisor de inversión privada en telecomunicaciones (OSIPTEL).

Se tomaron datos del producto bruto interno a precios 2007 por región para medir el ingreso, la población total estimada por región, los depósitos de la banca múltiple, las cajas rurales y cajas municipales del en el sistema financiero por región como medida del ahorro privado y el consumo del gobierno nacional para los años 2007 – 2011. Para el caso de la densidad móvil, se tomaron los datos de línea por cada 100 habitantes para el mismo periodo.

3.2.2. Herramienta utilizada para análisis de datos

³ Dicho valor es el ratio entre los depósitos en el sistema financiero per cápita y el ingreso per cápita.

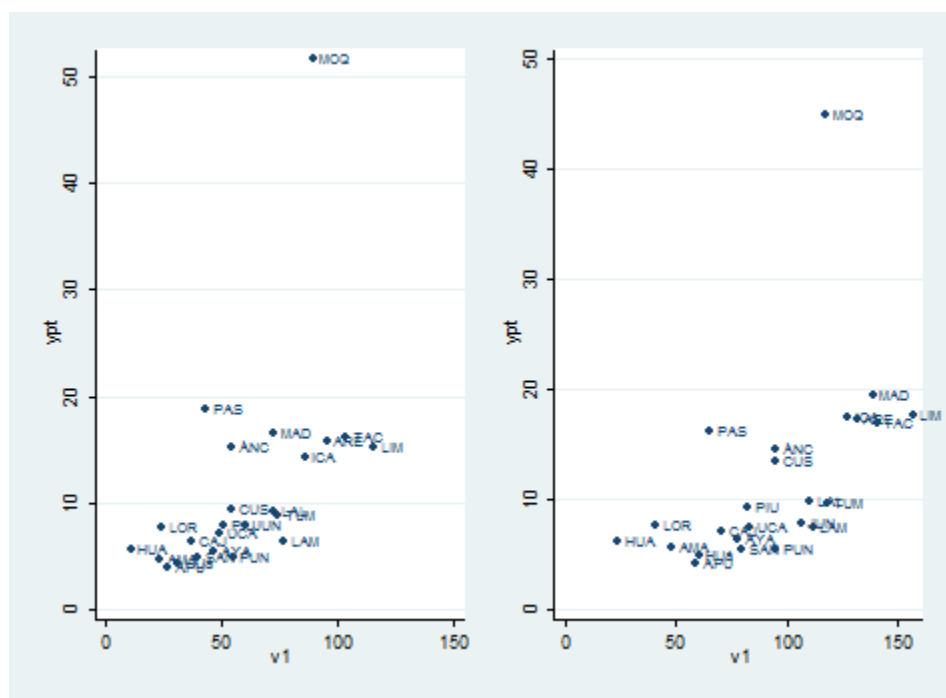
Para un correcto análisis de la base de datos antes mencionada, se ha hecho uso del software Stata 13, el cual ya contiene ciertos programas predeterminados, que permiten introducir variables de Panel de datos dinámicos y con la especificación de Arellano y Bond.

3.3. Ejecución y Resultados

Luego de la ejecución del programa, obtuvimos ciertos resultados, los cuales se muestran en la Tabla 1. 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 0.2% en el crecimiento per cápita.

Como se observa en la figura x, 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.

Figura x PBI PER CÁPITA EN MILES DE SOLES vs DENSIDAD MÓVIL, PARA EL AÑO 2007 y 2011



Fuente: Elaboración Propia

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.

Para el 2011, 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.

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 cíclicos 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 coherente 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 (Greenstein y Spiller, 1994; y Lee, Levendis y Gutiérrez, 2009).

Tabla 1 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

(falta leyenda)

Tabla 2 ESTIMACIÓN DE LA TELEDENSIDAD, SIGUIENDO EL ENFOQUE DE ARELLANO Y BOND, 2007-2011

VARIABLES	(1) MCO	(2) Arellano y Bond
L.v1	1.240*** (0.0630)	1.273*** (0.0506)
L.v12	-0.00156*** (0.000438)	-0.00237*** (0.000362)
L.ypt		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
(falta leyenda)

Conclusiones

- 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 del 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.

- El resultado tiene un nivel de significancia mayor que 0, lo que indica que no se puede comprobar al 100% la relación entre ambas variables; por lo que se concluye que existe la relación con nivel de significancia 0.001 en el caso de los departamentos costeros, y de 0.1 en el caso de los de la sierra y selva.
- Existen factores adicionales que podrían generar variaciones en el resultado entre la relación de la teledensidad y el PBI; dichos factores requieren de una investigación más exhaustiva por cada uno de los departamentos del Perú.
- 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 en distintos países del mundo; por lo que los valores tienden a ser los más objetivos posibles.
- La falta de datos por distrito de las variables evaluadas no permitieron un análisis más específico dentro del panel de datos; además, el uso de las variables por distrito requeriría de variables adicionales que indiquen comportamientos específicos de cada uno de estos.

Recomendaciones

- Debido a que los datos del PBI actuales están proyectados, se recomienda realizar nuevamente el análisis, teniendo datos correctos y confirmados por las entidades respectivas competentes.

- Nuevos modelos de Panel Dinámico siguen apareciendo, cada vez más específicos y cercanos a la realidad; por lo que se recomienda realizar de nuevo el análisis, empleando dichos modelos para corroborar los resultados expuestos en esta tesis.
- Se recomienda realizar de nuevo el análisis, cuando se posea los datos de ambas variables para cada uno de los distritos del país.
- Las telecomunicaciones son realmente importantes para el desarrollo del país; por lo que se recomienda una constante inversión en este sector; en especial, en las zonas rurales y más alejadas que no cuentan con el servicio de telefonía móvil; ya que, al ofrecerse dicho servicio, el mercado se hará más dinámico, incrementándose el PBI general del Perú.

Bibliografía

- 5GPPP. (2013). *The 5G Infrastructure Public Private Partnership* . Recuperado el 12 de 2015, de <https://5g-ppp.eu>
- Anderson, T., & Hsiao, C. (1981). Estimation of Dynamic Models with Error Components. En *Journal of the American Statistical Association* (págs. 598-606).

- Anderson, T., & Hsiao, C. (1992). Formulation and estimation of dynamic models using panel data. En *Journal of Econometrics* (págs. 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. 277-297).
- Balestra, P., & Nerlove, M. (1966). Pooling Cross-Section and Time-Series Data in the Estimation of a Dynamic Model. En *Econometrica* (págs. 585-612).
- Carlos M. Baigorri1, W. F. (2014). Optimal mobile termination rate: The Brazilian mobile market case. *Telecommunications Policy*, 86–95 Carlos M. Baigorri1, , Wilfredo F.L. Maldonado.
- 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.
- Cieslik, A., & Kaniewski, M. (2004). Telecommunications infrastructure and regional economic development: The case of Poland. *Regional Studies*, 713–725.
- 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*, 677–690.
- Cronin, F., Parker, E., Colleran, E., & Gold, M. (1993). Telecommunications infrastructure investment and economic development. *Telecommunications Policy*, 415–430.
- Dai, X. (2000). The digital revolution and governance. *Aldershot: Ashgate*.
- Dai, X. (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.
- Dewan, S., & Kraemer, K. (2000). Information technology and productivity: Evidence from country-level data. *Management Science*, 548–562.
- Dutta, A. (2001). Telecommunications and economic activity: An analysis of Granger causality. *Journal of Management Information Systems*, 71–95.
- FITEL. (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 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 12 de 2015, de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyecto-fitel-14.php>
- FITEL. (12 de 2015). *PROYECTOS EN EJECUCIÓN DE FITEL*. Obtenido de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyectos-ejecucion.php>
- FITEL. (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>
- FITEL. (s.f.). *PROYECTOS EN EJECUCIÓN*. Obtenido de <http://www.fitel.gob.pe/pg/proyectos-ejecucion.php>

- 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*.
- Gruber, H. (2001). Competition and innovation: The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe. *Information Economics and Policy*, 19-34.
- Hansen, L. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. En *Econometrica* (págs. 1029–1054).
- IBM. (12 de 2015). *Software SPSS*. Recuperado el 08 de 2015, de <http://www-01.ibm.com/software/es/analytics/spss/>
- 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*, 189–210.
- Jason Whalley, P. C. (2011). Incumbency and market share within European mobile. *Telecommunications Policy*.
- Jha, R. &. (1999). A matter of connections: OECD telecommunications sector productivity and the role of cellular technology diffusion. 243 - 269.
- Jha, R., & Majumdar, S. (1999). A matter of connections: OECD telecommunications sector productivity and the role of cellular technology diffusion. *Information Economics and Policy*, 243–269.
- 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.
- Kenny, C. (2003). The Internet and economic growth in less-developed countries: A case of managing expectations? *Oxford Development Studies*, 99–113.
- Lam, P. L. (2008). Productivity analysis of the telecommunications sector in China. *Telecommunications Policy*, 559–571.
- Madden, G., & Savage, S. (1998). CEE telecommunications investment and economic growth. *Information Economics and Policy*, 173–195.
- Madden, G., & Savage, S. (1999). Productivity growth and market structure in telecommunications. *Economic Innovation and New Technology*, 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/client-service/telecommunications/Mobile_broadband_for_the_masses.pdf.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Anuario Estadístico 2013*. Obtenido de 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 10 de 2015, de 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*, 759–783.
- O3B NETWORKS. (2012). *SERVICE COVERAGE*. Recuperado el 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>
- Ping Gao, A. R. (2009). The transformation of the mobile telecommunications industry in Pakistan: A developing country perspective. *Telecommunications Policy*, 309–323.
- Pun-Lee Lam, A. S. (2010). Economic growth, telecommunications development. *Telecommunications Policy*.
- Roller, L. &. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. " *American Economic Review*. 909-923.
- Roller, L., & Waverman, L. (1996). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach (WZB Discussion Paper FS IV 96-16). 96-16.
- Ros, A. (1999). Does ownership or competition matter? The effects of telecommunications reform on network expansion and efficiency. *Journal of Regulatory Economics*, 65–92.
- Shiu, A., & Lamp, P. (2008). Causal relationship between telecommunications and economic growth in China and its regions. *Regional Studies. Telecommunications Policy*, 705–718.
- Wolde-Rufael, Y. (2007). Another look at the relationship between telecommunications investment and economic activity in the United States. *International Economic Journal*, 199-205.
- Yoo, S., & Kwak, S. (2004). Information technology and economic development in Korea: A causality study. . . *International Journal of Technology Management*, 57–67.