



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Economía

Análisis del Mercado de Telecomunicaciones en México
a Partir de la Promulgación de la Ley Federal de
Telecomunicaciones y Radiodifusión y el Caso de las
Tarifas de Interconexión

Tesis

que presenta:

Hirvin Azael Diaz Zepeda

para obtener el título de:

Licenciado en Economía

Director de Tesis:

Mtro. Juan Luis Díaz Ordaz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a toda mi familia que siempre me ha acompañado en todo esfuerzo emprendido, con mención especial para mis padres y mis hermanas.

Agradecer también a mis amigos y sus familias que han hecho posible el poder estudiar en esta universidad lejos de mi lugar de origen.

A los profesores que en algún momento de la carrera han ofrecido su ayuda oportuna y que sin los cuales probablemente no estaría escribiendo este texto.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la nación por darme la oportunidad de formarme como Economista.

Índice

1. Introducción.....	5
2. Marco Teórico.....	7
- Estructuras de Mercado.....	7
- Regulación en el mercado de Telecomunicaciones.....	11
3. Marco Histórico.....	18
- Un breve repaso a la historia del mercado de Telecomunicaciones en México.....	18
- Escenarios y Legislación Actual.....	24
- El caso de las tarifas de interconexión.....	26
4. Metodología y Datos.....	30
- Técnicas de Series de Tiempo.....	30
- ARMA Y ARIMA.....	31
- ARIMAX.....	33
- Datos.....	34
5. Resultados	37
- Análisis Ex – Post.....	37
- Modelo de Tarifas de Interconexión.....	56
6. Conclusiones.....	58
7. Bibliografía.....	61

1. Introducción

En 2012, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE 2012) publica un estudio detallado acerca del estado general del mercado de Telecomunicaciones Mexicano, como petición por parte del gobierno federal que tenía como objetivo una reforma constitucional en la materia, como parte del grupo de reformas que en ese entonces promovía el gobierno federal.

El diagnóstico de aquel estudio fue que el mercado mexicano de telecomunicaciones mostraba grandes deficiencias en materia de competitividad (OCDE 2012), lo que hacía que este mercado fuera muy susceptible a prácticas monopólicas. Se hicieron recomendaciones para los encargados de la política económica mexicana sobre cómo mejorar en distintos aspectos poniendo en marcha políticas regulatorias basadas en la experiencia de otros países, con el objetivo de impulsar la competitividad, regular y supervisar el desarrollo y la explotación del espectro radioeléctrico y promover el acceso a nuevas tecnologías y servicios.

Estas políticas fueron plasmadas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, una ley que implicó una reforma constitucional y el establecimiento de un nuevo ente regulador autónomo: El Instituto Federal de Telecomunicaciones, el cual sustituyó a la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) como el actor regulador a nivel nacional, con el propósito de crear un ente regulador dotado de mayor poder legal para dar más autoridad a sus decisiones.

Entre algunas de las nuevas disposiciones de ley que pretendían ofrecer mejor servicio a los usuarios se encontraban la eliminación de la Larga Distancia Nacional, Tarifa Cero en terminación de llamadas (apartado que recientemente acaba de tener modificaciones y que se discutirá más adelante), Neutralidad de la Red, Transparencia de Información, entre otras (H. Congreso de la Unión, 2014).

En 2017 se emite un nuevo diagnóstico por parte de la OCDE en 2017 en donde se habla de que el mercado mexicano había experimentado un progreso substancial en las deficiencias identificadas en el artículo de 2012, existiendo un beneficio palpable para los consumidores y la sociedad en general en temas de penetración, precio, inversión, desarrollo tecnológico y calidad de los servicios (OCDE, 2012).

Los beneficios anteriormente descritos han sido puestos en duda por diversos analistas, empresas, académicos y la prensa (Forbes, 2017). Por un lado, América Móvil y Telmex, argumentan que la reforma ha hecho poco por incrementar la calidad, precio y desarrollo de los servicios, si no que estos ya presentaban una tendencia positiva en todos los aspectos como resultado del desarrollo natural del mercado. Sin embargo, desde otros sectores se ha dicho que la reforma ha hecho poco para disminuir los niveles de concentración en el mercado y atenuar los efectos nocivos que esto implicaría.

El presente trabajo pretende analizar el efecto que tuvo la reforma en cuatro variables particularmente importantes en el sector: Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Banda Ancha Fija y Banda Ancha Móvil. El efecto se medirá a partir de un análisis ex – post: Se elaborarán pronósticos con los datos registrados hasta antes de la entrada en vigor de la Ley, en agosto de 2014 (Congreso de la Unión) y se simulará la evolución de las variables con las tendencias que tenían hasta ese momento. Los datos obtenidos se compararán contra los datos reales y se establecerá si el evento tuvo un efecto positivo y en caso de ser así, de que magnitud. Lo que se pretende probar es que la reforma en Telecomunicaciones y Radiodifusión modificó estas variables de manera favorable, en el sentido en que la penetración de los servicios aumente en cantidad y que los precios muestren una tendencia decreciente, de manera que se pueda observar una mejora en la calidad de los servicios para la población nacional en general.

En la primera parte del trabajo se presenta el marco teórico que sustenta la metodología a utilizar, ilustrando los diferentes tipos de estructura de mercado y los efectos nocivos que tienen los monopolios en el bienestar según la teoría económica. Dentro del mismo marco, se hace énfasis en la política regulatoria del sector telecomunicaciones en particular, con evidencia empírica a nivel global que sustenta las aseveraciones teóricas.

De igual manera, se presenta el contexto histórico y presente del mercado a analizar, para una mejor comprensión del problema a analizar, así como para tener una mejor perspectiva de las particularidades del mercado mexicano en este sector, así como su evolución histórica y características diferenciadoras de la experiencia con otros países. Posteriormente se presenta el cuerpo teórico y práctico de la metodología empleada para medir los fenómenos mencionados. Para esto, se utilizan técnicas de series de tiempo para generar los pronósticos de

los datos simulados sin el evento de la reforma. Esta parte se encuentra detallada de manera mucho más precisa en la introducción de dicho apartado.

Finalmente se consideró importante abarcar también el tema de las tarifas de interconexión por varias razones: Por la importancia que recibe este asunto en particular en la bibliografía sobre regulación revisada, por haber sido un tema de suma importancia en otros países y por la relevancia que tiene en el sector mexicano actualmente, al haberse producido un fallo legal a favor del agente preponderante que afectará la evolución de las tarifas en el futuro y el hipotético impacto que esto puede tener en la evolución de los precios. Para estudiar este caso se efectuará un análisis de sensibilidad entre las tarifas de interconexión y los precios, así como el pronóstico de los escenarios previstos debido a este suceso.

Es importante hacer mención a que este trabajo de investigación se basa en los trabajos desarrollados en coautoría con el Mtro. Oscar Saenz de Miera Berglid para el Centro de Estudios del Instituto Federal de Telecomunicaciones en 2017. Dichos trabajos se encuentran debidamente citados en el desarrollo del texto.

2. Marco Teórico

Estructuras de Mercado

A continuación, se hace una descripción de las diferentes estructuras de mercado según la Teoría de la Organización Industrial¹. Esto con el propósito de describir un mercado de monopolio, competencia monopolística, oligopolio y de competencia perfecta, de manera que se puedan resaltar las principales diferencias entre estas estructuras, ya que el mercado mexicano de telecomunicaciones históricamente se distingue por presentar las características de un monopolio en primera instancia, y de un escenario de competencia monopolística en tiempos recientes (OCDE, 2012 2017).

Durante el desarrollo de este marco teórico, primero se hace una descripción de las estructuras de mercado antes mencionadas, para entrelazar estos conceptos posteriormente con el uso que se hace de este marco teórico en publicaciones relacionadas directamente con la actualidad del sector telecomunicaciones a nivel mundial, trabajos que se han hecho en diversas instancias con el objetivo de monitorear los avances que se tienen en un sector clave para el desarrollo de la economía mundial.

¹ Se toma como punto de partida esta teoría por dos razones principalmente: 1) En este marco teórico se engloban conceptos incluidos en otros trabajos de estudio utilizados en este documento, por lo que es posible establecer comparación entre las distintas etapas del desarrollo y en las conclusiones 2) En este marco teórico se establecen los supuestos necesarios para llegar al escenario de competencia monopolística o imperfecta, el cual es el marco de referencia para describir el mercado mexicano real 3) Cabe señalar que este marco teórico muestra algunas limitaciones y "falta de sustento" en algunos de los supuestos. Estas limitaciones o acotaciones se comentarán en el desarrollo cuando sea pertinente

Los mercados se caracterizan comúnmente por el grado de concentración que presentan (Besanko, 2013), lo que permite identificar la estructura de mercado, la cual se refiere al número y distribución de agentes en un mercado en particular. La estructura del mercado tiene un profundo impacto en el desarrollo económico y el comportamiento de los diferentes competidores. Un mercado según su estructura puede catalogarse como un mercado de competencia perfecta en el mejor de los casos y como mercado monopolístico en el peor de ellos. Los mercados oligopólicos y de competencia monopolística se encuentran en un rango intermedio. A continuación, se enlistan las características de cada uno:

Competencia Perfecta²:

En un mercado de competencia perfecta los agentes económicos maximizan su utilidad cuando el precio se iguala al costo marginal de cada unidad producida. La condición de maximización puede ser expresada como:

$$P = CMg$$

En dónde P es igual a precio y CMg es igual al Costo Marginal.

Para que esta condición se cumpla, es necesario que existan las siguientes condiciones:

- *Producto Homogéneo:* Cuando un agente decide bajar su precio, los beneficios se incrementan. Si un agente vende un producto de similares características que otro a un menor precio, la gente dejará de comprar el producto de mayor costo maximizando su utilidad.
- *Múltiples Oferentes:* En un mercado de múltiples oferentes existe una diversidad de precios que hace que el consumidor se incline por el más bajo de ellos.
- *Capacidad excesiva:* Cuando una empresa comienza a llegar al tope de su capacidad, los costos marginales comienzan a exceder los costos promedios, y ya que el precio es igual al costo marginal, deja de haber beneficios y comienza a haber pérdidas.

Monopolio

Las preocupaciones de los economistas con respecto a los monopolios y otras formas de restricción de la competencia se deben a que el nivel de producción de las empresas de estas estructuras es inferior al de las empresas que se enfrentan a un mercado de competencia perfecta, mientras que los precios son superiores (Stiglitz, Walsh 2009).

La empresa en monopolio establecerá su precio y maximizará beneficios cuando los ingresos adicionales se igualen con los costos adicionales, o donde el ingreso marginal se iguale al costo marginal. Esto hace que el precio de la firma esté por encima del costo marginal y que la producción esté debajo de los niveles óptimos.

² El modelo de competencia perfecta ha sido fuertemente criticado por la falta de realismo de sus supuestos (Huerta, 2011). En el supuesto en el que el precio es igual al costo marginal, no hay una respuesta clara en cuanto al origen o formación de los precios, lo cual genera confusión sobre cuáles deberían de ser los costos óptimos en los que debería incurrir una empresa según esta teoría. La respuesta comúnmente aceptada por el pensamiento ortodoxo es que la determinación final de los precios depende de la interacción de la oferta y la demanda (Varian, 1999), por lo cual el proceso de asignación de precios se convierte en un fenómeno anónimo en el que no interfieren intereses políticos (grupos de poder privados o estatales), los componentes psicológicos de los distintos agentes que convergen en el mercado o el efecto del tiempo en las fluctuaciones de los precios. Otro punto que es importante discutir en el mismo rubro es la generación de beneficios en el escenario donde los costos son iguales a los precios. El modelo maneja una remuneración a los factores de la producción igual a su aportación en términos de productividad marginal. Aquí surgiría un problema dado que si se está intentando incentivar la inversión en el sector lo más efectivo es asegurar una mayor remuneración al factor capital, lo que también sería un obstáculo para la libre circulación de factores de la producción y en el cumplimiento del supuesto de múltiples oferentes. Se hace hincapié de nuevo en el que este modelo se utiliza como punto de partida para llegar a la descripción de otros escenarios de corte más realista y más útiles para el análisis planteado y que este trabajo no tiene como finalidad la evaluación del modelo de competencia perfecta.

Competencia Monopolística

En un escenario de competencia monopolística intervienen dos factores muy importantes a la hora de establecer los precios:

- Existen varios oferentes, cada uno de los oferentes supone que su actividad no afectará de una manera importante a otro de ellos, si un oferente disminuye su precio no es probable que los demás no alteren su precio para responder al acto de una sola firma.
- Cada oferente ofrece un producto diferenciado: Un producto vendido por un agente es distinto a otro si existe un precio en el que los consumidores están dispuestos a comprar distintos productos. Los consumidores toman decisiones de cómo comprar valorando otros factores que no sean sólo el precio. Existen dos tipos de diferenciación: Vertical y Horizontal.

La diferenciación Vertical se refiere a una diferenciación por calidad, en este caso los vendedores deben de vender en un punto donde el nivel de calidad los ayude a optimizar sus ganancias. Una diferenciación horizontal se refiere a una diferenciación basada en la variedad o en otros atributos cualitativos del producto.

Cabe señalar que, en las negociaciones de la Organización Mundial del Comercio en 1994, las cuales tuvieron un énfasis específico en el sector telecomunicaciones, los negociadores involucrados se inclinaron principalmente por regulaciones que potenciaran la diferenciación horizontal, dado que si existía una calidad similar ofertada, los demandantes harían su elección basándose simplemente en las diferentes opciones, variedad o en los distintos atributos de los servicios.

Oligopolio

En un mercado con pocos competidores, a diferencia de los mercados de competencia perfecta y de los mercados de competencia monopolística, es razonable pensar que las acciones que toma un agente tendrán injerencia en el resto, a este tipo de estructura de mercado se le designa como Oligopolio. Un Oligopolio puede funcionar de dos maneras: de una manera cooperativa y una no cooperativa. En un oligopolio donde no existe colusión entre los agentes, una empresa decidirá su producción tomando en cuenta la acción esperada del competidor, sin embargo, actuará de manera independiente. En una estructura

cooperativa, se supone una colusión entre los competidores para producir de acuerdo a sus intereses.

Existen diferentes modelos de mercados oligopólicos:

- **Mercado de Cournot:** El primero y el más relevante al estudiar este fenómeno. (Friedman, 1983). En este tipo de mercado, sólo existen dos agentes, y la única decisión a tomar por parte de los agentes está en que cantidad deben de producir. El precio de mercado se decidirá en cuánto piensa cada empresa que la otra va a producir.
- **Mercado de Bertrand:** En el modelo de Bertrand, cada firma selecciona el precio en el cuál va a maximizar sus ganancias dado el precio que creen que dará la otra firma. En un modelo de Bertrand donde los competidores ofertan productos idénticos, el resultado es el de un mercado competitivo. Cuando los productos son diferenciados, la competencia es menos intensa y similar al escenario de competencia monopolística. (Besanko, 2012)

Cabe señalar que existen otros modelos que explican el oligopolio, sin embargo, los anteriores son los más útiles para ilustrar el presente trabajo y los más citados en la bibliografía consultada.

Regulación en el mercado de telecomunicaciones

Las nuevas tecnologías digitales están cambiando la forma en que viven las sociedades alrededor del mundo, y por lo tanto modifican el entorno económico de una manera trascendental. Este desarrollo tecnológico se ha vuelto esencial para la actividad económica y social, lo cual puede observarse en el asentamiento en la vida diaria de telefonía móvil y el acceso a Internet.

Estas tecnologías son reguladas por las autoridades pertinentes en cada país, regularmente con el propósito de crear condiciones de mercado que favorezcan la competencia. En varios casos la regulación está directamente relacionada con poner al alcance de áreas marginadas y poco desarrolladas estas tecnologías con el propósito de impulsar el desarrollo de estas regiones³.

³ Según lo comentado en el documento de la OCDE en 2012

En varios países los servicios de Telecomunicaciones han sido históricamente proveídos por operadores estatales o por agentes que se establecen como monopolios por la acción del gobierno (caso que se observa en México con Telmex y Telcel, tema que se ahondará con más profundidad en el siguiente capítulo), ya que la construcción de la infraestructura necesaria para operar en este sector implica costos muy altos (Stiglitz y Walsh, 2009) y es necesario contar con un plazo en donde el operador pueda recuperarse de estos costos a través de precios más altos. Sin embargo, a largo plazo esto es contraproducente dado que estos agentes pueden crear barreras para el acceso a nuevos competidores, por lo que es necesario que un agente regulador vele por los intereses públicos de mayor acceso a tecnología e información (OCDE, 1999).

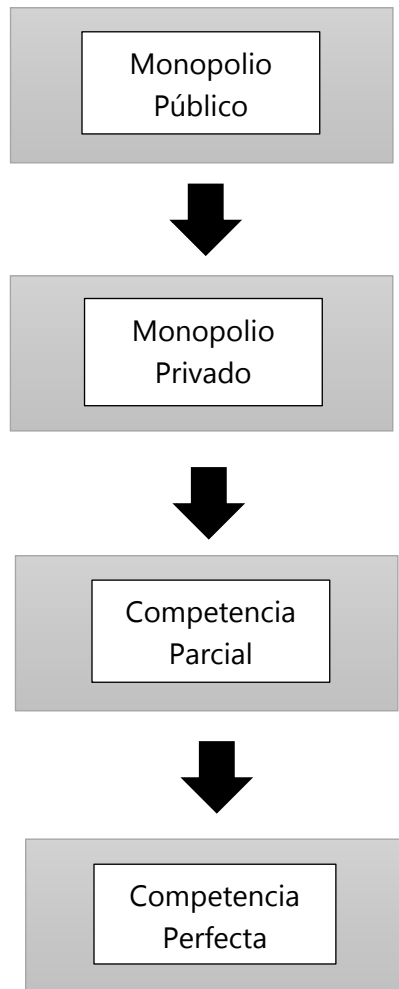
El tipo de regulación necesaria varía con respecto al tipo de condiciones de cada mercado. Pueden existir divergencias entre los marcos jurídicos adoptados por cada país, pero según la experiencia internacional (OCDE, 2012), existen ciertos elementos críticos que deben ser incluidos en las regulaciones más efectivas: Procesos de toma de decisión claros y bien establecidos, protección al consumidor, mecanismos de resolución de disputas y los aspectos de funcionalidad que son atribuidos a la entidad rectora. La regulación exitosa cumplirá los siguientes objetivos: Evitar las fallas e ineficiencias del mercado, proteger los intereses del consumidor, incrementar el acceso a la tecnología y los servicios y velar por una competitividad efectiva (Blackman and Srivastava, 2012).

Las disposiciones adoptadas por las Organización Mundial de Comercio (OCDE, 1999) fijan ciertos principios regulatorios en donde principalmente se protegen los intereses de los nuevos agentes que entran al mercado en contra de probables abusos de poder por parte de los agentes dominantes. Sin embargo, existen preocupaciones acerca de la protección de los agentes incumbentes en lo concerniente a la entrada de nuevos agentes externos que tienen posiciones dominantes en sus mercados base y el posible efecto "depredador" al que pueden ser sometidos.

Esta nueva ola de regulaciones, tiene por objetivo cambiar las estructuras de mercados de telecomunicaciones a nivel mundial, que en muchos casos mantienen estos servicios por medio de un gobierno que actúa como regulador y operador a

la par, o que actúa como un ente que provee seguridad para un poder monopolístico dentro del sector.

Las nuevas regulaciones abogan por un cambio gradual que finalmente transforme la dinámica y las estructuras de estos mercados de la siguiente manera:



Explicación del anterior esquema: En el monopolio público se tiene el menor nivel de competencia ya que el gobierno es el regulador y el proveedor de servicios a la vez. En monopolio privado se intensifica el nivel de regulación ya que es necesario que el operador privado conozca sus derechos y facultades, así como las obligaciones que tendrá con el estado por los derechos adquiridos. De la misma manera, el gobierno necesita una regulación básica para saber cómo legislar en este nuevo campo.

En el escenario de competencia parcial es necesario un mayor grado de regulación, ya que el estado o la autoridad facultada en este caso necesita nuevas herramientas para implementar y velar por un nuevo mercado competitivo (estas tareas incluyen prácticas anticompetitivas, autorizaciones de licencias de explotación de recursos, establecimiento de tarifas, etc.). Finalmente, en un mercado de competencia perfecta disminuye el nivel de regulación mientras el mercado se autorregula mientras crece en competitividad. Es necesario un cambio en la legislación ex – post (Blackman and Srivastava, 2012).

A medida que el mercado se va acercando a un escenario de competencia perfecta, es necesario que se limite la legislación, a la vez que la regulación se va haciendo menos necesaria. Sin embargo, existen algunas áreas en las cuales el libre mercado no puede proveer los recursos y los servicios necesarios, comúnmente en temas de servicio universal y acceso público. En este caso, es necesario que la autoridad regulatoria cree las condiciones necesarias para que se incremente y se vele por el aprovechamiento universal de estos recursos, así como una administración responsable de los recursos y el espectro a utilizar. En consonancia con lo anterior, a medida que evolucionan las tecnologías y el bienestar de la población se incrementa al hacer uso de éstas, es necesario que la regulación se adapte a esta evolución.

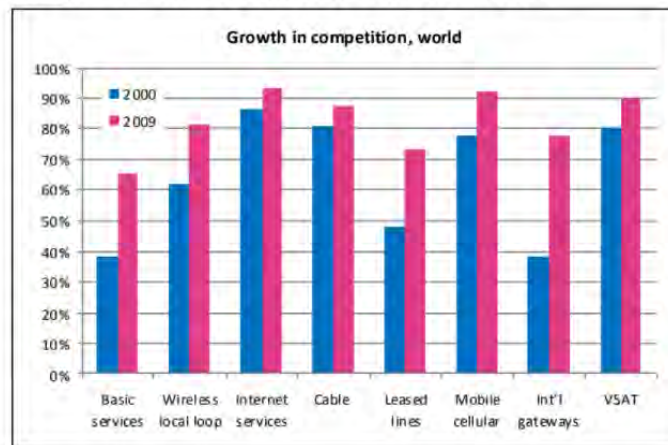
La implementación de una regulación efectiva se traducirá en un incremento del crecimiento económico, mayores niveles de inversiones (dentro y fuera del sector), menores precios, mayor calidad y penetración de los servicios, incluso es considerado que un marco de regulación especializada en el sector es un factor crítico en las decisiones de invertir o no en el país (Blackman and Srivastava, 2012).

Promover condiciones de competencia, en conjunto con la liberalización del sector bajo esquemas y marcos bien establecidos, son los mejores medios para asegurar un incremento en la eficiencia, en conjunto con mejor calidad y menores costos de los servicios. Al menos, éste parece ser el acuerdo alrededor de las principales corrientes de pensamiento a nivel mundial. Las mejoras de este mercado se miden bajo ciertos estándares que son prácticamente universales, los cuales son examinados en este trabajo:

- Servicios locales y a distancia.
- Servicios a nivel Internacional.
- Servicios de telefonía móvil.
- Servicios de banda ancha fija y móvil

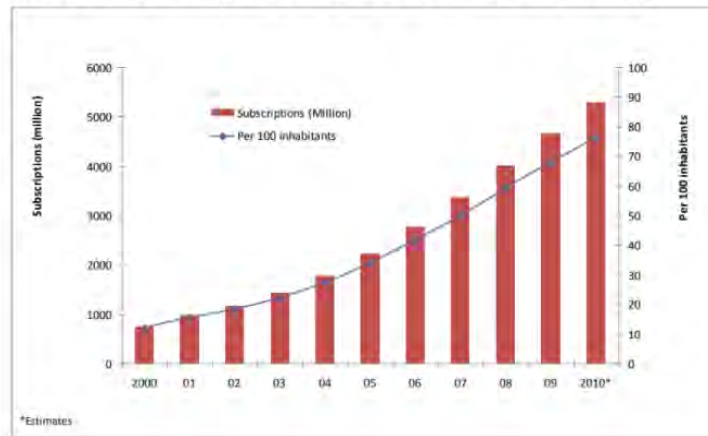
De manera consecuente con lo que se ha dicho, a nivel mundial se ha mejorado el acceso a estos servicios en conjunto con el aumento de la penetración en prácticamente cada uno de los nichos de este mercado, se observa un aumento sostenido en la cantidad de suscriptores a servicios de internet o las redes de servicios móviles. Este crecimiento en el uso y desarrollo de las telecomunicaciones se ha dado a medida que se ha incrementado el nivel de competitividad y el grado de liberalización en el sector, como se puede observar en los siguientes gráficos donde se ilustra el crecimiento en nivel de competencia y suscriptores en servicios móviles a nivel global del 2000 al 2010.

Growth in Competition in Selected Services between 2000 and 2009



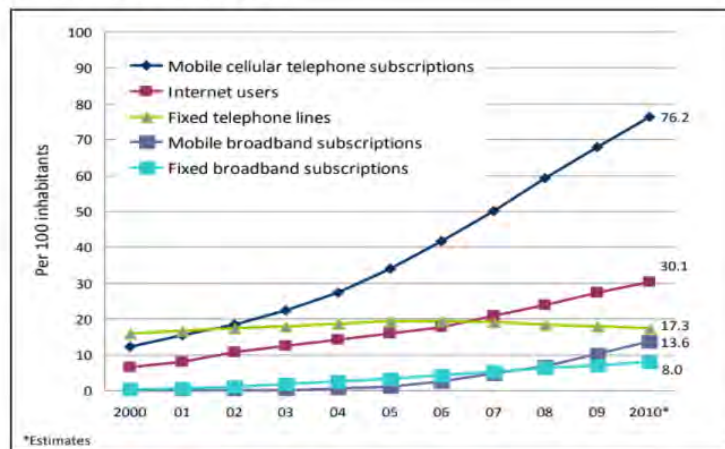
Nota Recuperado de Handbook of Regulation. Copyright 2012

Global Mobile Cellular Subscriptions, Total and per 100 Inhabitants 2000-2010



Nota Recuperado de Handbook of Regulation. Copyright 2012

Global ICT Developments, 2000-2010



Nota Recuperado de Handbook of Regulation. Copyright 2012

En otro de los documentos citados (Marco *Et al*, 2012) se enlistan diferentes prácticas anticompetitivas, como:

- Uso de información relevante obtenida por los competidores.
- Retención de información técnica y comercial importante.

Se hace también referencia a las tarifas de interconexión: el precio que se le cobra a un agente del mercado por utilizar la red de un competidor para proveer servicio a su cliente al conectar una llamada de su red a la del competidor. Las obligaciones

convenidas en las negociaciones de la organización Mundial del Comercio respecto a este tema son limitadas e incluyen:

- Se deben de proveer tarifas y calidad de igual calidad a las que se dan en su servicio.
- En un tiempo razonable, las tarifas deben de orientarse a los costos, tomando en cuenta la rentabilidad económica de las partes involucradas.
- Si es necesario adicionar infraestructura a la red para tener soporte debido al incremento de la demanda de los servicios, se contemplan incrementos a los cargos derivados de los costos de construcción de la infraestructura necesaria para operar a ese nivel.

En las últimas cuatro décadas ha habido un desarrollo exponencial de las tecnologías de telecomunicaciones disponibles para la industria global. Este desarrollo por parte de la oferta ha sido acompañado por un gran incremento en la demanda de formas tradicionales y nuevas de servicios de telecomunicaciones. El incremento en esta demanda se debe en una manera importante a que los servicios en telecomunicaciones se han vuelto fundamentales en el comercio global (OCDE, 1999).

Adicionalmente a este incremento de la oferta y demanda mundial de estos servicios, se le suma el incremento de la oferta por parte de proveedores globales, lo que ha hecho necesario la liberalización de este sector, entendiendo este proceso como la apertura a nuevas compañías y la privatización de las grandes empresas estatales o paraestatales. La misma inercia de la economía global, donde crece el comercio internacional y la interdependencia se profundiza, crece la necesidad de conexión entre estas naciones en conjunto con la dependencia de las telecomunicaciones. Dada la prominencia de este sector en la economía global, los países desarrollados (y algunos en desarrollo), han adoptado un enfoque comprometido con la inversión y la liberalización de este sector, buscando potenciar su desarrollo. (Low y Mattoo, 1998).

3. Marco Histórico

Un breve repaso a la historia del mercado de Telecomunicaciones en México

El sector Telecomunicaciones es una prioridad desde el punto de vista económico para todos los países en la actualidad, dada la relevancia que tiene en la mejora general de la productividad (OCDE, 2012) así como en el crecimiento y desarrollo económico, sin olvidar el importante papel que juega en temas como la educación y la divulgación de la información, pilares importantes en el desarrollo humano de la población general.

Hasta 2012, se consideraba que México tenía un mercado en telecomunicaciones incipiente (OCDE, 2012), el cual contaba con un gran campo de potencial mejora y que podría beneficiarse del impulso socioeconómico que representa el desarrollo de este sector, para lo cual es necesario dinamizar los indicadores más importantes de este sector. En el año de 2013, se llevó a cabo una reforma constitucional con el propósito de adecuar un marco regulatorio específico con respecto a las características este mercado.

A continuación, se hace una breve reseña del mercado de Telecomunicaciones en México a partir de 1990, en donde también se analiza la regulación pertinente de cada periodo. Posteriormente se especifican las secciones que abordan los principales aspectos del mercado nacional de telecomunicaciones:

- Telefonía Fija
- Telefonía Móvil
- Banda Ancha Fija
- Banda Ancha Móvil

Servicios de Telefonía y Banda Ancha Fija

En 1990, Teléfonos de México, la empresa estatal que ofrecía el servicio de telefonía a nivel nacional, sufrió un proceso de privatización donde el conglomerado mexicano Grupo Carso, con Southwestern Bell y France Telecom como socios se hicieron con la mayoría de la participación, con lo que se consolidó la privatización de Teléfonos de México, conocida como Telmex.

A partir de la privatización, el gobierno otorgó a Telmex una concesión que la autoriza a prestar servicios de voz, audio, texto y video, en conjunto con el monopolio en el servicio de larga distancia internacional y nacional (CODE, 2012), esto con el propósito de que Telmex tuviera un periodo de tiempo para equilibrar sus finanzas y estabilizar sus costos antes de permitir la entrada de nuevos competidores al mercado.

Este tipo de decisiones en política pública es característica en este tipo de mercados cuando están poco desarrollados, ya que forzosamente se incurren en costos muy elevados para comenzar a operar dado la gran inversión que se necesita hacer en infraestructura para otorgar estos servicios. A propósito de esto el caso de México tiene unas particularidades que merecen ser comentadas.

Como ya se comentó hasta 1990 el estado mexicano era el encargado de brindar servicios de telefonía a la población del país a través de Teléfonos de México hasta el proceso de privatización. La empresa estatal (en ese momento) presentaba gran deficiencia en sus servicios y una red muy deteriorada (Soria Gerardo, 2014), por lo que fue necesaria una gran cantidad de inversión por parte de la nueva administración para hacer de Telmex una empresa eficiente otra vez, sin embargo, no se dividió a la empresa ya sea en diferentes líneas de negocios o de manera regional para limitar su capacidad de poner barreras gracias a su posición beneficiosa en el mercado mexicano.

Con el paso del tiempo se presentó una regulación deficiente en este sector en conjunto con administraciones gubernamentales que favorecían el crecimiento de la empresa y una autoridad reguladora débil, permitiendo que Telmex se comportara como un monopolio privado que pudo recaudar grandes beneficios a costa de su poder de mercado y le dio la capacidad de adquirir grandes empresas de telecomunicaciones en el extranjero.

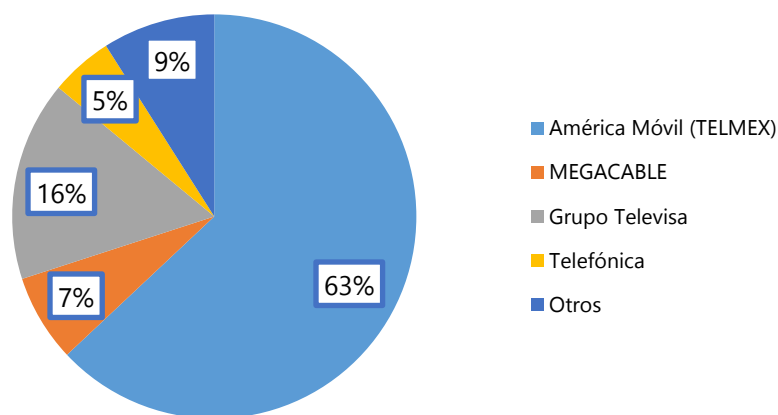
Entre los argumentos de Telmex para defender su posición en el mercado, la empresa señalaba la incongruencia de pretender que exista un mercado de libre competencia dado que solo una empresa tiene el compromiso de la cobertura universal. Correspondiente a estas responsabilidades, se le encargó a Telmex que lleve a cabo los esfuerzos en temas de cobertura universal para proveer de servicios y tecnología en telecomunicaciones a áreas rurales remotas (OCDE, 2012). Para

2010, Telmex había invertido 548 millones de dólares en la expansión de telefonía rural (OCDE, 2012).

A partir de 1997 se abre el servicio a larga distancia en el mercado mexicano, con lo cual se le permite la entrada a otras empresas telefónicas internacionales, sin embargo, no fue posible que se estableciera una competencia real para Telmex hasta la constitución del operador IZZI (que se menciona a continuación) en 2014, el cual ha día entrada de más competidores en el sector, Telmex sigue teniendo una cuota de mercado que lo hace ser considerado un Agente Cuasi – Monopólico o Preponderante, con un 67% del total de la cuota de mercado (IFT, 2017).

El segundo operador más grande en telefonía fija es IZZI con más de dos millones de suscriptores a nivel nacional. Cabe señalar que ésta es una compañía de la otra gran empresa en materia de comunicaciones en México: Televisa. A partir de la reforma constitucional, se le permite a esta empresa entrar en el mercado de telecomunicaciones y que sea uno de los competidores más fuertes de Teléfonos de México. Para esto, la empresa fusiona otras dos compañías que ofrecían servicios de telefonía fija en ese momento: Cablevisión y Cablemás, con el propósito de tener una base de suscriptores más grande desde el inicio.

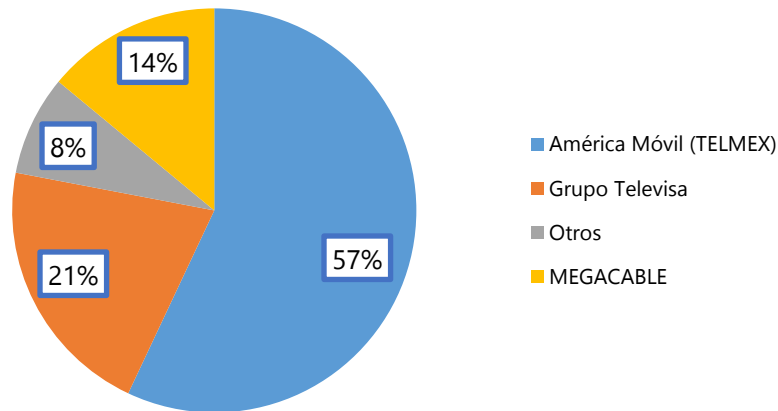
Otros dos operadores de este mercado en México son Axtel y Telefónica. Cómo se mencionará posteriormente, el principal mercado en México para telefónica es el de las telecomunicaciones móviles, mientras que la cuota de mercado de Axtel en este rubro ha descendido dramáticamente en los últimos trimestres (OVUM), por lo que las dos empresas anteriormente mencionadas (IZZI y Telmex) son las que dominan el mercado nacional de telefonía fija.



Banda Ancha Fija

El país tuvo un desarrollo rezagado en el mercado de Banda Ancha aunque ha tenido una tasa de crecimiento alta en los últimos años (OCDE, 2012). Hasta 2013 a SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) era la encargada de la regulación del sector, por medio de la Cofetel, la cual desapareció para la creación de un instituto regulador independiente: El Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Telmex posee también en este rubro la mayoría de los suscriptores a nivel nacional, aunque la empresa operada por Televisa, IZZI, ha tenido un crecimiento sustancial en el sector. La Banda Ancha es el mercado de mayor crecimiento de todos los sectores de telecomunicaciones en México (OCDE, 2012). Las posibilidades significativas de crecimiento potencial que representaba antes de 2015 este mercado, en conjunto con la nueva legislación que permitía mejores beneficios para la entrada de nuevos competidores, ha hecho posible su crecimiento exponencial.



Servicios Móviles

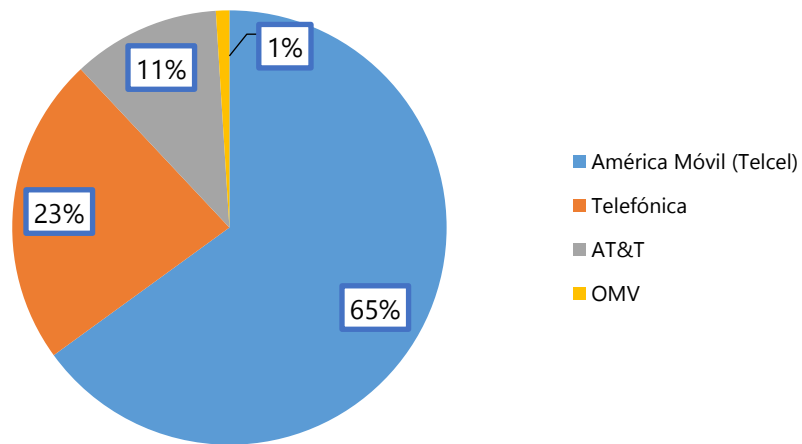
En el nicho de Telefonía móvil, el mercado mexicano tuvo la entrada diversos competidores en la década de los noventa. Es pertinente remarcar que este sector ha sido el principal impulsor del desarrollo de la industria en telecomunicaciones en los últimos años, creciendo a una tasa promedio del 40%. México cuenta con un promedio de minutos de uso por usuario relativamente alto (alrededor de 180 minutos por usuario) (OCDE, 25).

El agente dominante en este mercado desde esta década es Telcel, el cual cuenta con una participación de mercado actual cercana al 60%. Esta empresa es propiedad de América Móvil y tiene concesiones para operar en toda la república. También cuenta con servicio de telefonía fija y móvil para otros países, principalmente de América Latina.

Telefónica es el segundo operador de Telefonía móvil en el país, tiene 15 años de operación y representa alrededor del 20% del mercado total mexicano. Esta empresa cuenta con infraestructura en todas las regiones del país. Actualmente cuenta con una posición estable y en relativo crecimiento, aunque en los últimos periodos ha registrado problemas en sus finanzas internas y problemas de rentabilidad en general, lo que hace que peligre su actual posicionamiento a nivel nacional.

Anteriormente existían otros dos operadores en este sector: Nextel y Iusacell. La primera contaba con alrededor del 4% del mercado y la mayoría de sus clientes eran de tipo empresariales, mientras que la segunda comenzó a operar en 1957 con una concesión de 50 años otorgada por el gobierno para prestar servicios a áreas rurales. Posteriormente sería adquirida por *Grupo Salinas* para comenzar a operar con una red comercial. En marzo de 2007 se fusiona con la empresa Unefon, en aquel momento un operador con un servicio centrado a prestar servicios móviles de manera masificada, pero que tenía poca cuota de mercado.

En 2015 entra en el mercado un nuevo actor, AT&T, el cual se fusiona con las dos empresas anteriormente mencionadas para tener una mayor participación de mercado al inicio. Esta compañía entra como resultado de las nuevas disposiciones legales tomadas a partir de la reforma constitucional en materia de telecomunicaciones y radiodifusión. Actualmente cuenta con aproximadamente 20% del mercado y sigue en expansión, con estrategias generales de tarifas bajas que han tenido que ser seguidas por la competencia para evitar el rezago en sus respectivos nichos de mercado.



Aunque se han presentado mejoras con respecto al periodo inmediatamente anterior a la reforma (IFT, 2017) en todos los sectores del mercado aún existe una posición privilegiada para el Agente Preponderante (América Móvil). Se espera que en el futuro mejoren las condiciones de mercado en tanto continúen los avances para limitar el poder de mercado de la compañía (Juárez Escalona, 2017).

Escenarios y Legislación actual

Reforma Constitucional

Es importante hacer un apartado importante en este trabajo para hablar acerca de la reforma en materia de telecomunicaciones y radiodifusión aprobada en 2013 para observar lo que ha significado esta nueva normatividad en el sector. Esta reforma fue motivada por la necesidad de crear un nuevo marco regulatorio que fuera adecuado a las características de un mercado que se está desarrollando en forma exponencial y en donde fueron detectados serios problemas en la evolución de la competencia en los mismos. Esta serie de deficiencias fueron descritas por un informe de la OCDE encargado por el gobierno en 2012.

A partir de la serie de medidas tomadas en consideración con los puntos anteriores, se crea un nuevo órgano regulador que es dotado de autonomía: El Instituto Federal de Telecomunicaciones, el cual es la máxima autoridad en materia de competencia económica para este sector, según las reformas a los artículos 6, 7, 27, 28, 73, 78, 94 y 105 a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 2013.

Se le dan atribuciones al órgano para aplicar medidas de regulación asimétrica a los participantes de los mercados de radiodifusión y telecomunicaciones con el propósito de fomentar la competencia y permitir la entrada de nuevos agentes para dinamizar el mercado. El instituto también cuenta con la atribución de definir Agentes Económicos Preponderantes (AEP) a aquellos agentes que cuenten con una participación nacional del mercado superior al 50% (Saenz de Miera, Diaz 2017).

Dentro de las múltiples medidas tomadas por el instituto se encuentra la eliminación de las tarifas de interconexión por parte del Agente Preponderante (medida que acaba de ser revocada y que se revisará de manera más detallada posteriormente en el trabajo), establecer obligaciones en materia de desagregación a las empresas de grupo Carso (Saenz de Miera, Diaz 2017), con el propósito de que haga una separación funcional de sus acciones, como fue el caso de Telnor, compañía de América Móvil la cual da servicios en materia de comunicación a nivel corporativo y empresarial, a la que recientemente se le pidió

que tomará una separación a nivel operacional con el propósito de que la empresa no tuviera ventajas de costos por sobre otros agentes.

De manera adicional se establecieron reglas de portabilidad numérica, que, aunque ya existían desde 2008, en 2014 fueron modificadas para reforzar su efectividad, o medidas de compartición de infraestructura, separación funcional o metodología de separación contable del servicio. Esta compartición de infraestructura ha sido fundamental para la entrada de nuevos competidores sobre todo en el sector móvil, ya que esta infraestructura permitió reducir los costos de tal manera que sólo se aprovecha la tecnología y se le permite pagar una renta, lo cual antes no era permitido por las leyes mexicanas que protegían al Agente Preponderante (Saenz de Miera, Diaz 2017).

Existen también obligaciones en materia de transparencia para la publicación de los términos en que se llevan a cabo los acuerdos en materia de interconexión entre las diferentes compañías, además de que se determinó que se eliminaran las barreras a la inversión extranjera directa en telecomunicaciones y comunicación por vía satélite. El pleno de la comisión Federal de Telecomunicaciones expide el manual que provee criterios y metodología de separación contable por servicio (Resolución por la que el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Plan Técnico Fundamental de Interconexión e Interoperabilidad DOF, 2009).

El Instituto Federal de Telecomunicaciones declaró que realizaría evaluaciones periódicas de estas medidas para garantizar el cumplimiento de las mismas. Esto se hace con el propósito de vigilar el desempeño de las acciones del gobierno y para esto la evaluación es fundamental (Saenz de Miera, Diaz 2017). El objetivo es ofrecer información clave del desempeño real de las reformas y si de verdad se están produciendo resultados de valor para la sociedad (Cardozo-Brum, 2006). También es necesario que el Instituto vigile continuamente si se están cumpliendo las sentencias dictadas, ya que en el caso contrario es necesario aplicar medidas correctivas a fin de preservar la autoridad del Instituto.

El caso de las tarifas de interconexión

Cómo se dijo anteriormente, uno de los factores clave que monitorea el Instituto Federal de Telecomunicaciones, y que corresponde a una de las principales líneas de acción y de atención por parte del órgano para establecer mejores condiciones de competencia es la tarifa de interconexión. De manera teórica esto se sustenta con que se esperaría que el precio de las tarifas de interconexión se base en la estructura de costos de los operadores, esto es, en un escenario de competencia perfecta, sin embargo, en la situación actual del mercado existen incentivos para utilizar dicha tarifa como una herramienta de competencia por parte del Agente Preponderante (Harbord & Hoerning, 2010).⁴

Lo anterior se debe a que cada operador tiene el control sobre la terminación de llamadas en su red y cuando hay empresas con redes e infraestructura de mayor tamaño y alcance, en las cuales termina un mayor número de llamadas, el cobro por estas últimas les da una ventaja con respecto a compañías más pequeñas. De esta manera, cuando una empresa tiene ventajas por su tamaño y alcance de su red, puede obstaculizar la entrada de nuevos competidores o debilitar a los que ya existen con cobros más altos por las conexiones dentro de su red, que en muchas ocasiones tiene capacidad de cubrir más territorio que sus competidores.

De acuerdo con el último punto, ciertos autores como De Bijl & Peitz (2002), destacan la importancia de la regulación asimétrica en materia de tarifas de interconexión para fomentar la entrada de nuevos agentes competidores en el mercado de las telecomunicaciones. En un mercado donde existe un agente preponderante y otro más débil, a largo plazo la oferta local y general decaerá, alejándose del punto óptimo de producción.

⁴ Con respecto a este punto, existen diversas opiniones para determinar si fue positivo establecer una tarifa de interconexión 0 para el preponderante. Los principales competidores (AT&T y Telefónica) aseguran que esto solo beneficia al AEP, mientras que como contraparte, se argumenta que al no haber incentivos en donde se vea compensado la prestación de un servicio y en donde parte de los activos de un agente económico no están siendo remunerado adecuadamente (Pavón Víctor, 2017). Par el caso de este trabajo, se pretende estudiar el efecto de la política económica en los precios del sector, por lo que las conclusiones estarán condicionadas a partir de los resultados.

En México por muchos años se aplicó la política “el que llama paga”, en donde el consumidor tenía que pagar por la conexión de su llamada a la línea de América Móvil si su llamada era procesada por otro operador. Esto implicaba que las tarifas de interconexión evolucionaron para favorecer las ventajas del Agente Económico Preponderante, que como ya se ha señalado anteriormente, por circunstancias históricas y políticas tuvo ventajas de costos para establecer su infraestructura.

De acuerdo con Del Villar (2006), América Móvil establecía tarifas de interconexión muy elevadas con el objetivo de incrementar los costos operativos de la competencia, y por consiguiente, los competidores tenían que aumentar sus precios o reducir su margen de ganancia para poder conectar sus líneas en las terminales de América Móvil. Esta situación establecía barreras de entrada al mercado, las cuales son dificultades que impone el agente preponderante utilizando su poder particular en el mercado para impedir la entrada de nuevos competidores y continuar con su posición dominante en el sector.

Debido a los términos acordados por las leyes mexicanas en el pasado, las tarifas de interconexión se determinaban por acuerdos entre los agentes, y cuanto hubiera desavenencias entre los agentes intervenía los agentes reguladores en ese entonces del mercado nacional de Telecomunicaciones: COFETEL o COFECE. Sin embargo, estos acuerdos a menudo no se cumplían y solían imponer costos muy altos en conjunto con condiciones desfavorables para los competidores de América Móvil (García, 2012).

A partir de 1999 y hasta 2005 la tarifa de interconexión entre operadores en el mercado de telefonía móvil fue de \$1.9 pesos. En 2006 Comisión Federal de Telecomunicaciones, en un intento de hacer política de regulación en este aspecto, estableció que la tarifa de interconexión era mayor a los costos de la empresa preponderante, por lo que decidió aprobar una reducción gradual de la tarifa hasta 2010. Las reducciones de la tarifa se darían de la siguiente manera: de 1.23 pesos en 2007 para gradualmente disminuir a 0.90 pesos en 2010.

A pesar de los anteriores esfuerzos, las tarifas dictaminadas quedaron, en el mejor de los casos, en un marco de referencia o guía para las empresas, cuando no se ignoraban por completo, lo que distaba mucho de ser una regulación efectiva y con suficiente poder para establecer un marco regulatorio de precios justo en este

nicho, por lo que los esfuerzos para regular las tarifas de interconexión en estos periodos fueron infructuosos.

En 2009 la Cofetel expide el Plan Técnico Fundamental de Interconexión e Interoperabilidad (PTFI), con el cual se pretendía establecer los principios de interconexión entre los diferentes operadores del mercado nacional, para lo cual se destacaba que las tarifas deberían de calcularse con base en un modelo de costos. Lo anterior fue establecido con el fin de brindar mayor certeza sobre la fijación de precios.

En abril de 2011 se publicaron los Lineamientos para desarrollar los Modelos de Costos (SEGOF, 2011). En dichos Lineamientos se establecieron las bases bajo las cuales se deben desarrollar los modelos de costos que debería aplicar el regulador en turno para resolver desacuerdos entre las compañías en el cálculo de las tarifas de interconexión. Dos años después, mediante el Acuerdo P/100413/210 se aprobó el modelo de costos de interconexión móvil.

Pese a los intentos recién señalados para lograr condiciones de interconexión favorables al desarrollo de la competencia en el mercado de telefonía móvil, en México siempre ha existido un gran obstáculo con respecto a este tipo de regulaciones, y esto se debe a la forma legal del amparo, el cual permite operar al margen de las nuevas disposiciones legales si se considera que la parte afectada tiene un dolo de algún tipo. Debido a esto, las empresas podían retrasar o cancelar la legislación pertinente. Dado lo anterior, en mayo de 2011, la Suprema Corte declaró como improcedente otorgar suspensiones a las determinaciones del órgano regulador en materia de precios de interconexión. A finales del mismo año, Telcel y las operadoras del Grupo Nextel, Marcatel, Telmex y Telnor acordaron reducir las tarifas de interconexión móvil en el periodo 2011-2014 a .30 centavos en promedio.

A partir de la ya mencionada reforma constitucional en materia de Telecomunicaciones, se permitió establecer medidas en materia de tarifas de interconexión con la certeza de que estas iban a ser cumplidas. Una de las recomendaciones de la OCDE (2012), fue la de fijar tarifas de regulación asimétricas, de tal manera, que el recién creado Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), estableció la tarifa de interconexión que Telcel (América Móvil) podía cobrar al resto de los operadores. Se establecieron una serie de tarifas

temporales hasta que se estableció que el AEP no podía cobrar a los competidores por las conexiones de tráfico que terminaran en su red, a la vez que el cobro que se le hiciera al tráfico que terminase en la red de los otros competidores sería negociado libremente.

Esta regulación se llevó a cabo con el propósito de fomentar la entrada de nuevos competidores y la reducción de los precios ofrecidos a la población en general (Baranes et al). Sin embargo, Telcel promovió un proceso de amparo contra esta legislación argumentando que el Congreso de la Unión no era competente para la fijación de estas tarifas, si no que esto correspondía al regulador autónomo de la materia. En 2017, Telcel logró su cometido y logró revertir la regulación asimétrica que hasta ese entonces se utilizaba y se encargó que el IFT estableciera la regulación tarifaria que entraría en vigor hasta el uno de Enero de 2018, pero parece improbable que se vuelva a la imposición de la tarifa cero al AEP.

4. Metodología y Datos

Para calificar y medir el impacto que han tenido las distintas medidas económicas antes mencionadas, se utilizará una evaluación de tipo ex – post, la cual se construirá a partir de datos históricos del sector (Cardozo-Brum, 2006). En consonancia con lo anterior, se ha hecho una recopilación de los datos históricos sobre las distintas variables a analizar hasta la fecha de aplicación de las medidas regulatorias y asimétricas, lo cual, a partir de la elaboración de pronósticos nos permitirá establecer comparaciones con los hechos registrados en el periodo pronosticado o simulado.

Técnicas de Series de Tiempo

Esta metodología está basada en el trabajo de Box y Tiao (Box y Tiao, 1975), los cuales se involucraron en el trabajo de series temporales para medir efectos económicos. Dado que muchos de los datos acerca de regulación y política económica se representan en forma de series de tiempo, se puede plantear la siguiente hipótesis susceptible a ser falsable: ¿Si se conoce que existió intervención en un fenómeno en particular, existe evidencia de que hubo un cambio en la serie del tipo que era esperado y, de ser así, que se puede decir acerca de la naturaleza de este cambio? (Box y Tiao, 1970).

Existe otro sentido en el que puede interpretarse el término “intervención”, el cual podría tener aplicaciones relevantes en el presente estudio. Se trata del uso de variables dicotómicas (variables que sólo pueden tomar dos valores) para cuantificar el efecto de sucesos extraordinarios, que de no ser tenidos en cuenta podrían distorsionar los test estadísticos y el análisis de los procesos subyacentes de las series (Lim & McAleer, 2002). Éstos afectan a las series con las que se trabaja de modo tal que durante los periodos en que han ocurrido, las series presentan observaciones aberrantes o atípicas. Dependiendo del comportamiento de cada serie de datos, se decidirá qué tipo de técnica econométrica es la más apta para modelar.

Como es discutido en el documento anteriormente citado, existen pruebas estadísticas como test t de student para evaluar si existe un cambio en la media y probar si las variables son significativas dentro del modelo. Sin embargo, esta prueba requiere que la media y la varianza sean constantes, además de que las observaciones sean independientes. Para la realización de esto, los autores

proponen la construcción de un modelo estocástico con la posibilidad de cambiar la forma esperada de la serie. La construcción de este modelo se hace de forma iterativa (Box y Jenkins, 1970) donde se ajusta el modelo y se hacen diversos diagnósticos hasta dar con el modelo más adecuado.

ARMA y ARIMA

La metodología Box Jenkins es utilizada para la elaboración de modelos Autoregresivos y de Medias Móviles, conocidos comúnmente como ARMA o ARIMA, dependiendo si la serie necesita un orden de integración o no. Esta metodología se aplica con el propósito de encontrar un modelo que se ajuste de mejor manera a la serie de datos anteriores.

Para comenzar, es necesario establecer si la serie es estacionaria o no. Un proceso se considera estacionario cuando las distribuciones de probabilidad se mantienen constantes a lo largo de la serie de tiempo. Expresado de otra manera, el proceso estocástico $\{x_t: t = 1, 2, \dots\}$ es estacionario si para conjunto de índices temporales $1 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_m$ la distribución conjunta de $(x_{t_1}, x_{t_2}, \dots, x_{t_m})$ es la misma distribución conjunta de $(x_{t_1+h}, x_{t_2+h}, \dots, x_{t_m+h})$ para todos los enteros $h \geq 1$ (Woolridge, 2013).

El proceso estacionario presenta una media y una varianza constante, y para cualquier $t, h \geq 1$, la covarianza $Cov(x_t, x_{t+h})$, depende solo de h y no de t . El proceso también debe de ser débilmente independiente, es decir, que el proceso impone restricciones en que tan relacionadas pueden estar x_t y x_{t+h} a medida que aumenta h . En una serie de tiempo estacionaria, se dice que el proceso es débilmente independiente si x_t y x_{t+h} son "casi independientes" a medida que h aumenta sin límite. Una manera sencilla de ver esto es a través del test de raíces unitarias.

En un modelo AR (1) el supuesto $|\rho| < 1$ es muy importante para que las series sean débilmente dependientes, sin embargo, muchas series de tiempo, sobre todo económicas se caracterizan por el modelo AR (1) con $|\rho| = 1$ (Woolridge, 2013) el cual se puede expresar como:

$$y_t = y_{t-1} + e_t, t = 1, 2, \dots,$$

A esta expresión se le conoce como caminata aleatoria (Woolridge, 2013), una caminata aleatoria es un caso especial de lo que se conoce como proceso de raíz

unitaria. Para probar que la serie sigue o no un proceso de raíz unitaria se recurre a la prueba Dickey – Fuller, en donde:

$$H_0: \rho = 1$$

Es decir, la hipótesis nula es que $\{y_t\}$ tiene una raíz unitaria, mientras que

$$H_1: \rho < 1$$

La hipótesis alternativa implica que $\{y_t\}$ es un proceso débilmente relacionado, por lo que los resultados del modelo son más fiables. Otra manera de ver si el proceso muestra problemas de este tipo es a través de evaluar la función de autocorrelación de la serie de tiempo y buscar que no existan patrones de autocorrelación en el correlograma.

En caso de que el proceso contenga raíces unitarias es necesario aplicarle una diferencia y ver si el proceso se vuelve estacionario, en este caso la serie tendría un orden de integración 1 I (1), lo cual haría que el modelo pasara de un ARMA a un ARIMA. En caso de que se necesiten dos diferencias sería un proceso de orden de integración dos I (2). Hay que tener cuidado con no sobre - diferenciar la serie y hacerlo demasiado suavizado, ya que se pueden tener problemas al extraer resultados fiables.

Posteriormente se procede a establecer cuál será el número de parámetros AR y MA óptimos en la construcción del modelo. Esto se hace a partir de observar el correlograma de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial. Si se ve que algunas de las dos series mostradas muestran problemas de correlación parcial o total en alguno de los periodos de tiempo es necesario adicionar términos AR o MA según el periodo necesario. Las bandas de correlación parcial indican el número aproximado de términos AR a utilizar, mientras que las bandas de Autocorrelación muestran un aproximado de términos MA que necesita el modelo.

Cabe señalar que este es un proceso iterativo y que se evalúan diferentes modelos hasta obtener el adecuado. En principio se utilizará una aproximación mediante el método `auto.arima` incluido en el software estadístico R, el cual ejecuta distintos modelos y se queda automáticamente con el que tenga el mejor valor AIC o AICc, los cuales proveen una referencia para seleccionar el mejor modelo de acuerdo al que tenga una menor pérdida de información. Este valor se obtiene de acuerdo a la función `-2LogLikelihood` (JMP/SAS, 2015), el cual a su vez se basa en la

minimización de la función $LogLikelihood = -(\beta)$, que sigue un criterio de dotar de mayor verosimilitud al modelo, es decir, que los estimadores que se obtengan sean eficientes e insesgados.

Además de tomar los coeficientes obtenidos mediante la función `auto.arima`, se hará una comprobación de que el modelo es el mejor que se puede obtener, esto mediante la metodología Box – Jenkins ya descrita. El criterio para decidir cuál es el mejor de los modelos es el de minimización de errores para comparar el desempeño de los modelos. Para medir el desempeño del modelo con respecto a su error, existen distintos indicadores, tales como la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSE), el error medio absoluto (MAE), el error porcentual promedio (MPE) y el error porcentual absoluto promedio (MAPE). Para este documento, se trabajará con el RMSE, que constituye una medida estándar para la medición de los errores (Chai & Draxler, 2014).

A continuación, el siguiente paso consiste en escoger un modelo utilizando la información histórica disponible hasta el momento de la intervención. El modelo escogido es utilizado para predecir, o pronosticar, el nivel de la variable durante el periodo que cuenta con el efecto de la intervención, es decir, el periodo posterior al evento que modifica el comportamiento de los datos, en este caso, la reforma en agosto de 2014.

Los valores que sean obtenidos de la predicción del modelo corresponden a los valores que habría tenido la variable en caso de que la reforma no hubiese tenido lugar. Las diferencias entre los valores predichos y los observados en la realidad serían una estimación del efecto del evento sobre la variable medida (Song & Li, 2008), lo que permite establecer una comparación y determinar si el efecto de la intervención se considera beneficioso o pernicioso en términos de cantidad y precios, o en un tercer caso, se podría demostrar que no tuvo consecuencias relevantes y las tendencias observadas hasta el momento del evento se hubieran mantenido en el futuro.

ARIMAX

Para el caso de las tarifas de interconexión y el análisis de sensibilidad, es igualmente necesario plantear escenarios futuros teniendo en cuenta la evolución que pueda tener la tarifa de interconexión del Agente Económico Preponderante, para lo cual también se utilizan modelos de predicción de series temporales (Saenz

de Miera y Diaz 2017). En este caso, se hace uso del modelo conocido ARIMAX, el cual se basa en el proceso de construcción de un modelo ARIMA pero que incluye una variable externa o regresora para considerar el efecto de esta en la serie de tiempo y en los pronósticos obtenidos del modelo.

El modelo ARMAX con una variable exógena se expresa de la siguiente manera:

$$\gamma_t = \beta_1 X_t + \theta_1 \gamma_{t-1} + \dots + \theta_n \gamma_{t-n} + N_t$$

En donde γ_t es el valor estimado de la variable dependiente, X_t es el valor que toma la variable independiente en el tiempo t, γ_{t-1} , es el valor que le precede a la variable dependiente γ_t en el tiempo t, N_t representa la perturbación estocástica y θ los coeficientes estimados (Andrews, Bruce H. 2013).

A partir de los resultados que arroje el modelo ARIMAX se predicen los valores futuros del total de suscriptores de telefonía móvil para los próximos 2 años en dos escenarios distintos, uno donde las tarifas de interconexión del Agente Preponderante se incrementen de manera gradual hasta un tope de 0.20, el cuál es elegido de acuerdo con la última legislación en el área antes de la imposición de la tarifa cero, en el otro escenario, la tarifa de interconexión se mantiene en cero.

Lo que se pretende observar es si existe un cambio a tener en cuenta en la penetración (número de suscriptores), midiendo la diferencia del número de suscriptores en los dos pronósticos y comparando las tendencias simuladas con las anteriores. Este trabajo está basado en (Saenz de Miera *et al*). Al incorporar variables externas que influyen en el comportamiento de la serie, un modelo ARIMAX tiene la posibilidad de mejorar la capacidad predictiva de un ARIMA (Saenz de Miera *et al*).

Datos

Para los modelos del análisis Ex – Post, en el caso de la telefonía móvil, banda ancha móvil y banda ancha fija se utiliza el índice de precios al consumidor publicado por INEGI (INEGI 2017). En el caso de Telefonía móvil se utiliza el precio efectivo por minuto, resultado de dividir los ingresos promedio por usuario entre la cantidad de minutos por usuario. La fuente de estos datos es GSMA Intelligence (GSMA, 2017).

En el caso de la penetración o cantidad demandada, ésta se mide a través del número de suscriptores a estos servicios, los cuales se toman de las series publicadas por el IFT (IFT, 2017), la CONAPO (CONAPO, 2017) y del sitio especializado en Telecomunicaciones Ovum Knowledge Center (Ovum, 2017).

Para Banda Ancha Móvil, los datos de precios se reúnen en una serie de periodicidad mensual, la cual consta de 70 datos. Los datos de la cantidad de suscriptores tienen una periodicidad trimestral, van desde 2005 a finales de 2016 son un total de 46 observaciones. En el caso de Banda Ancha Fija, la serie de precios consta de 177 datos con periodicidad mensual, los cuales van desde julio de 2002 hasta mediados de 2017.

Los datos de precios telefonía fija son trimestrales, y abarcan desde el año 2000 al 2017. La serie en total cuenta con 64 observaciones. Para la serie de cantidad en este sector se cuenta con información desde 1995. Los datos son de periodicidad trimestral y en total son 87 observaciones. Precios de telefonía móvil es una serie que consta de 64 datos, su periodicidad es trimestral y abarca un periodo de 2000 a 2017. Finalmente, la serie de cantidad en este sector está compuesta por 87 observaciones, es de periodicidad trimestral y el tiempo que abarca es de 1995 a 2017.

Los modelos del análisis de sensibilidad para las tarifas de interconexión requirieron del número total de suscriptores de telefonía móvil en México. Esta serie cuenta con 69 observaciones y fue construida a partir de los datos reportados por Ovum Knowledge Center (Ovum, 2017).

Para los datos de la tarifa de interconexión se creó una serie temporal que cumple los mismos requisitos que la serie de número de suscriptores en términos de periodicidad y rango de tiempo, el cual abarca del año 2000 al 2017. Los datos fueron construidos a partir de diversas fuentes dada la dificultad de encontrar una serie que reuniera los requisitos necesitados (Saenz de Miera *et al*/2017).

Para el periodo que abarca de 2000 a 2005 los datos se obtuvieron del estudio de Del Villar (2005), para los datos restantes se consultaron fuentes que provee el Instituto Federal de Telecomunicaciones y otras notas periodísticas (Saenz de Miera *et al* 2017). Debido a que no existe una fuente de datos unificada de tarifas de interconexión en el país, fue necesario construir la base de datos a través de diversas fuentes. Los datos fueron tratados mediante un proceso de promedios

ponderados entre las tarifas de interconexión cobradas por Telcel y las de la competencia en el mismo periodo de tiempo. El ponderador fue estimado con el total de suscriptores de telefonía móvil que publicaban cada una de las fuentes que se mencionaron anteriormente. Esto con el fin de no tener inconsistencias entre los datos y tener una serie utilizable para los propósitos del trabajo.

5. Resultados

Análisis ex – post

El análisis que se presenta a continuación se hace sobre un fenómeno ya sucedido, por lo cual, este planteamiento no es experimental dado que los hechos a investigar ya ocurrieron. Este tipo de análisis puede presentar dos tipos de limitaciones. Las primeras tienen que ver con la naturaleza de la investigación, dentro de las que se pueden englobar:

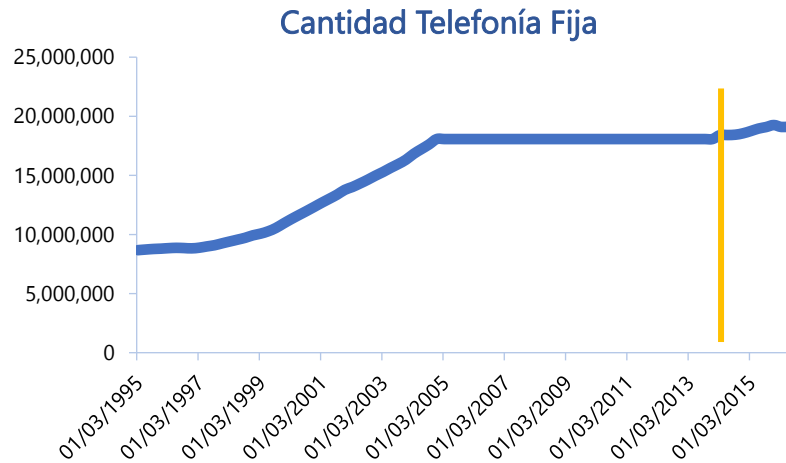
- Incapacidad de controlar directamente las variables independientes.
- Riesgo de Interpretaciones Erróneas (cómo una causalidad premeditada por el investigador o la omisión de variables confusoras) (Bisquerra, 1989).

El segundo tipo de limitaciones tienen que ver con la cantidad y calidad de los datos que se están manejando para hacer los modelos. En este caso, no existe una teoría o regla que indique cual es el tamaño de la muestra óptima para pronosticar con series de tiempo, sin embargo, se puede decir que el tamaño requerido de la muestra crece conforme crecen los parámetros a estimar y a la cantidad de ruido de la muestra, algunos textos hablan de 30 datos por lo menos, pero no hay justificación teórica lo suficientemente fuerte para sustentar esto (Hyndman, 2014).

Para los modelos que se utilizan en este trabajo, se toma en cuenta el criterio de Akaike (el cuál es explicado más a detalle en la anterior sección) el cuál toma en cuenta tanto la cantidad de parámetros como la cantidad de ruido (Hyndman, 2014), por lo cual se puede decir que la metodología utilizada toma en cuenta estas limitaciones.

Telefonía Fija

A continuación, se presenta el análisis de la base de datos de cantidad Telefonía Fija:



En la gráfica se puede observar que existe una tendencia creciente en la cantidad de suscriptores hasta 2005, en donde se estanca. A partir del 2014 (el año del análisis), se observa un leve crecimiento, el cual no es de demasiada importancia, al menos a simple vista. La línea amarilla marca el evento del análisis, la entrada en vigor de la Ley Federal de Radiodifusión y Telecomunicaciones. Esta línea se presentará de manera similar para las siguientes series.

Modelo:

```
Series: Q_Tfija
ARIMA(1,2,0)

Coefficients:
    ar1
    -0.3634
s.e.    0.1203

sigma^2 estimated as 6.46e+09:  log likelihood=-965.77
AIC=1935.54  AICc=1935.71  BIC=1940.21

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE
Training set 607.2656 78811.99 33895.66 0.02553945 0.2433271
```

Vemos que es un ARIMA con un término auto regresivo y dos diferencias, su error cuadrático medio es de 78,811.99. A continuación se muestra el proceso iterativo para construir el modelo:

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: Q_Tfija
Dickey-Fuller = -1.7786, Lag order = 4, p-value = 0.6661
alternative hypothesis: stationary
```

- La serie en niveles muestra un P- Value mayor a .05, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula de la existencia de una raíz unitaria en la serie.

Augmented Dickey-Fuller Test

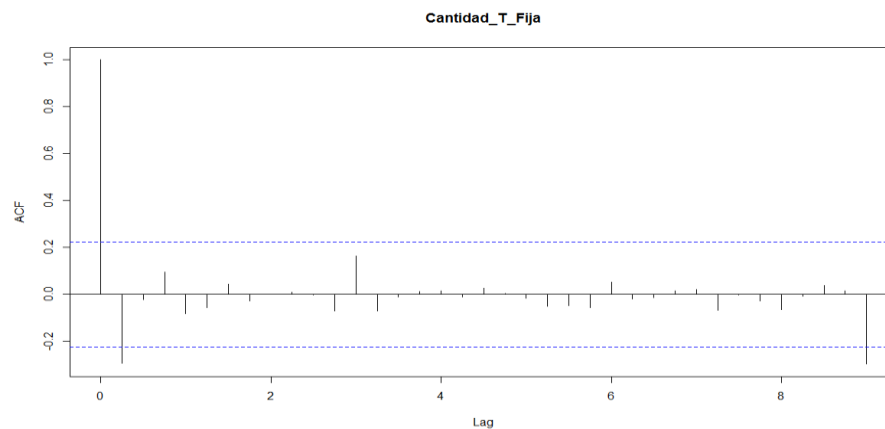
```
data: DQ_Tfija
Dickey-Fuller = -2.2632, Lag order = 4, p-value = 0.4681
alternative hypothesis: stationary
```

- La serie con una diferencia sigue sin rechazar la hipótesis nula.

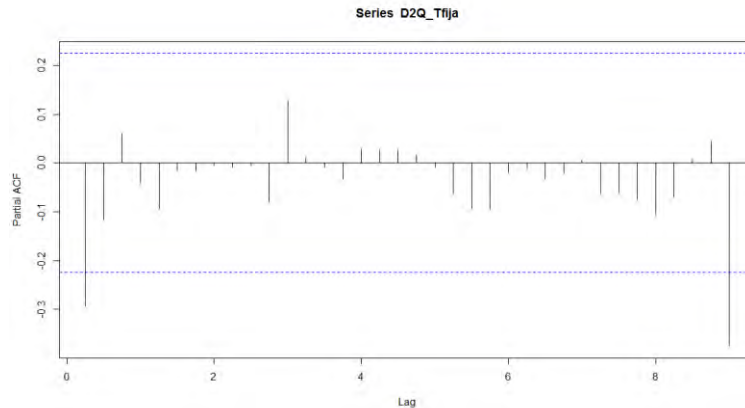
Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: D2Q_Tfija
Dickey-Fuller = -4.263, Lag order = 4, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

- Es hasta que se aplican segundas diferencias cuando se rechaza la hipótesis nula al 5% de significancia, por lo que se confirma el diagnóstico del modelo obtenido por el software.



- Este es el correlograma de autocorrelación para la serie en segundas diferencias, se ve que quizás existan problemas de correlación en el primer periodo de tiempo, por lo que quizás sea bueno agregar un término MA al ARIMA, incluso aunque el software no lo considere.



- El test de correlación parcial también encuentra problemas en el primer periodo de tiempo por lo que se considera agregar un término AR tal como el modelo sugerido. El ARIMA propuesto con base en la metodología Box – Jenkins es un (1,2,1), el cual se comparará en términos de mejor ajuste del modelo (RMSE) para escoger el modelo a utilizar.

```

arima(x = Q_Tfija, order = c(1, 2, 1))

Coefficients:
      ar1      ma1
 -0.2243  -0.1477
s.e.      0.3278   0.3057

sigma^2 estimated as 6.352e+09:  log likelihood = -965.65,  aic = 1937

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set 597.8966 78685.19 34036.24 0.02657805 0.2443425 0.2667707

```

El error cuadrático medio es menor en este modelo, aunque el AIC es ligeramente mayor, lo que indicaría mayor pérdida de información, aunque en esta ocasión, el aumento es prácticamente mínimo.

De momento, el modelo escogido es el (1, 2, 1)

shapiro-wilk normality test

```

data: r
W = 0.63895, p-value = 1.494e-12

```

El test de normalidad de Shapiro no indica que se pueda aceptar la hipótesis de normalidad, sin embargo, el mismo test aplicado al otro modelo:

shapiro-wilk normality test

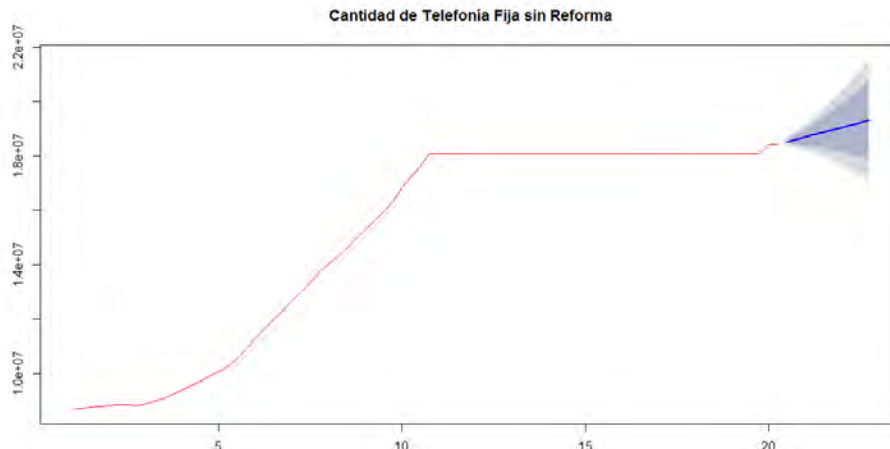
```

data: r_auto
W = 0.63758, p-value = 1.408e-12

```

Es más difícil aceptar la hipótesis nula, al igual que en otros modelos aplicados, por lo que se seguirá con el modelo escogido con la advertencia de mantener una duda razonable acerca de los pronósticos del modelo.

Esta es la gráfica del modelo con el pronóstico:



La comparación entre las cantidades predichas y las reales son las siguientes:

Fecha	Real	Pronosticado	Diferencia
01/09/2014	18441994	18521487	-79493
01/12/2014	18559718	18606203	-46485
01/03/2015	18748054	18696254	51800
01/06/2015	18956846	18785109	171737
01/09/2015	19087042	18874232	212810
01/12/2015	19256662	18963295	293367
01/03/2016	19094042	19052371	41671
01/06/2016	19122439	19141444	-19005

Para de los 5 periodos pronosticados, el escenario con intervención es mejor que sin la intervención. El número pronosticado final desfavorece al escenario de la reforma, al presentar una mayor cantidad de suscriptores a estos servicios, sin embargo, como se dijo anteriormente hay que tomar estos pronósticos con reserva, más aún mientras más alejado de la última observación se encuentren, en general, se observa que el efecto de la reforma fue positivo.

Precios de Telefonía Fija

El mejor modelo dado por el algoritmo es el siguiente:

```
Series: P_Tfija
ARIMA(0,1,0) with drift

Coefficients:
    drift
    -0.1380
s.e.      0.0892

sigma^2 estimated as 1.145:  log likelihood=-212.1
AIC=428.2  AICc=428.29  BIC=434.13

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE
Training set 0.0007727173 1.06272 0.5011252 -0.009185224
```

Utilizando el mismo procedimiento Box – Jenkins visto en la serie de cantidad de telefonía fija (procedimiento que se utilizará también para las siguientes series, de manera que también se obvие mostrar también estos pasos gráficamente) el mejor modelo es:

```
arima(x = P_Tfija, order = c(0, 1, 1))

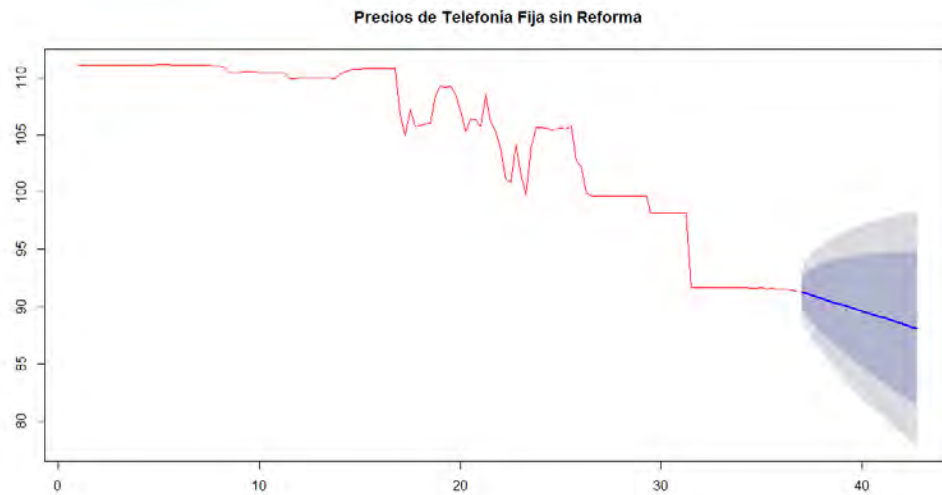
Coefficients:
    ma1
    0.0158
s.e.    0.0986

sigma^2 estimated as 1.156:  log likelihood = -213.27,  aic = 430.55

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
Training set -0.1341506 1.071484 0.4223238 -0.1384547 0.4098426 0.9947975
              ACF1
Training set -0.01824526
```

En este caso, el de menor RMSE es el primero (aunque por muy poco), por lo que se utilizará el primer modelo para obtener los valores predichos.

La gráfica del modelo y los valores predichos:



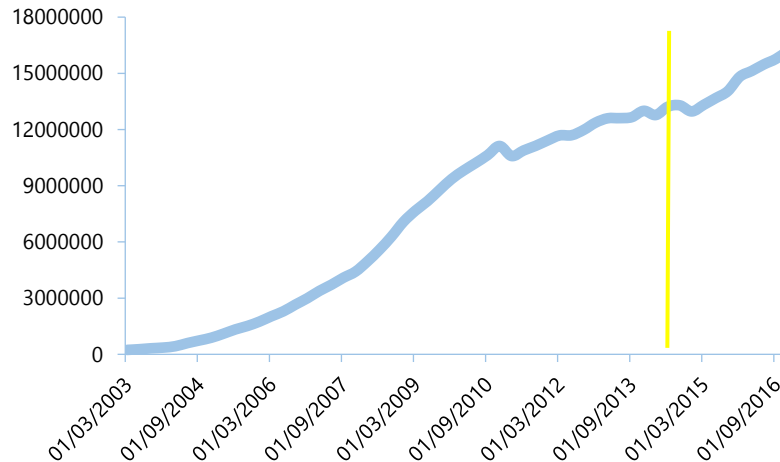
Comparación entre modelo y valores reales:

Fecha	Real	Pronóstico
01/07/2014	91.5	91.3
01/08/2014	91.5	91.1
01/09/2014	91.5	91.0
01/10/2014	91.5	90.8
01/11/2014	91.6	90.7
01/12/2014	91.5	90.6
01/01/2015	87.5	90.4
01/02/2015	87.5	90.3
01/03/2015	87.5	90.2
01/04/2015	87.6	90.0
01/05/2015	87.5	89.9
01/06/2015	87.5	89.7
01/07/2015	87.5	89.6
01/08/2015	87.5	89.5
01/09/2015	87.6	89.3
01/10/2015	87.6	89.2
01/11/2015	87.7	89.1
01/12/2015	87.7	88.9
01/01/2016	87.7	88.8
01/02/2016	87.7	88.6
01/03/2016	87.7	88.5
01/04/2016	87.7	88.4
01/05/2016	87.7	88.2
01/06/2016	87.7	88.1

Aunque los precios en un escenario sin reforma continúan cayendo, la caída es un poco más pronunciada en el escenario real en el cual la reforma si tuvo lugar ya que se puede observar que los precios son menores en comparación con los datos simulados.

Banda Ancha Fija

La siguiente es la serie de demanda de Banda Ancha Fija



Se ve una tendencia creciente de la serie en general, el mejor modelo encontrado tiene un componente estacional:

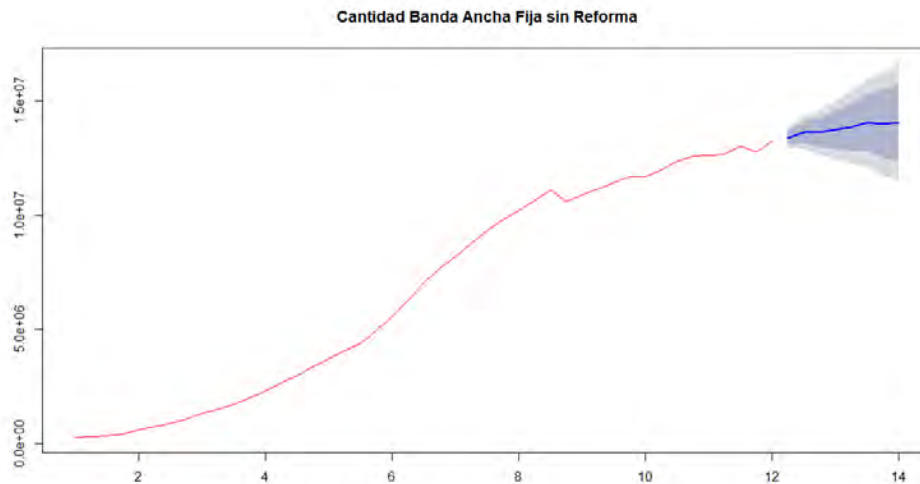
```
Series: Q_BAfija
ARIMA(2,0,1)(0,1,1)[4]

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      sma1
      1.9502  -0.9533  -0.6817  -0.7924
s.e.  0.0869   0.0879   0.1723   0.1782

sigma^2 estimated as 5.103e+10:  log likelihood=-564.85
AIC=1139.71  AICC=1141.42  BIC=1148.27

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE
Training set 38550.21 204841.7 130736.9 1.842706 2.680062
```

Gráficamente se ve de la siguiente manera:

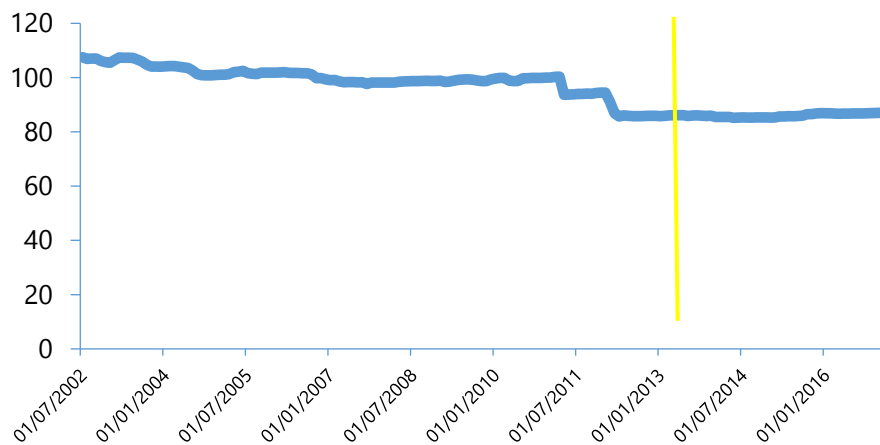


La comparación con los datos reales se muestra a continuación:

Fecha	Real	Pronosticado	Diferencia
01/09/2014	13291300	13382496	-91196
01/12/2014	12967162	13633755	-666593
01/03/2015	13320000	13614076	-294076
01/06/2015	13680000	13737723	-57723
01/09/2015	14049329	13849503	199826
01/12/2015	14820015	14047541	772474
01/03/2016	15129640	13975848	1153792
01/06/2016	15476665	14048794	1427871

En los primeros valores, el pronóstico es un mejor escenario que el real, sin embargo, conforme avanza el tiempo, la cantidad real es alrededor de 1.4 millones más alta que en el escenario contra factual (donde no existe reforma)

Precios de Banda Ancha Fija:



Para el cual el modelo escogido es:

```
ARIMA(0,1,1) with drift
```

```
Coefficients:
```

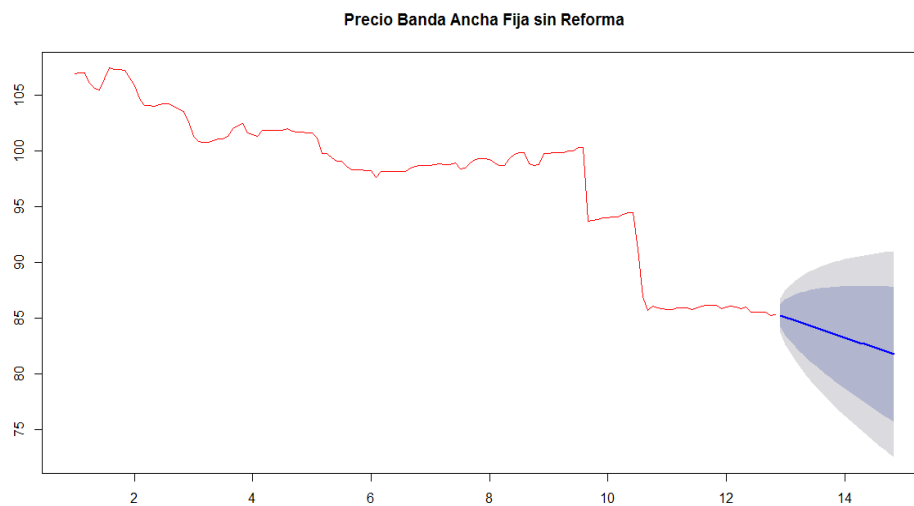
```
      ma1      drift  
      0.2461 -0.1515  
s.e.  0.0790  0.0808
```

```
sigma^2 estimated as 0.6075: log likelihood=-165.12  
AIC=336.24  AICC=336.41  BIC=345.1
```

```
Training set error measures:
```

```
              ME      RMSE      MAE      MPE  
Training set 0.000490517 0.7712089 0.3531219 -0.003845322
```

El modelo a usar en esta ocasión es el elegido por el algoritmo del software, un (0,1,1) en donde se toma en cuenta la constante.

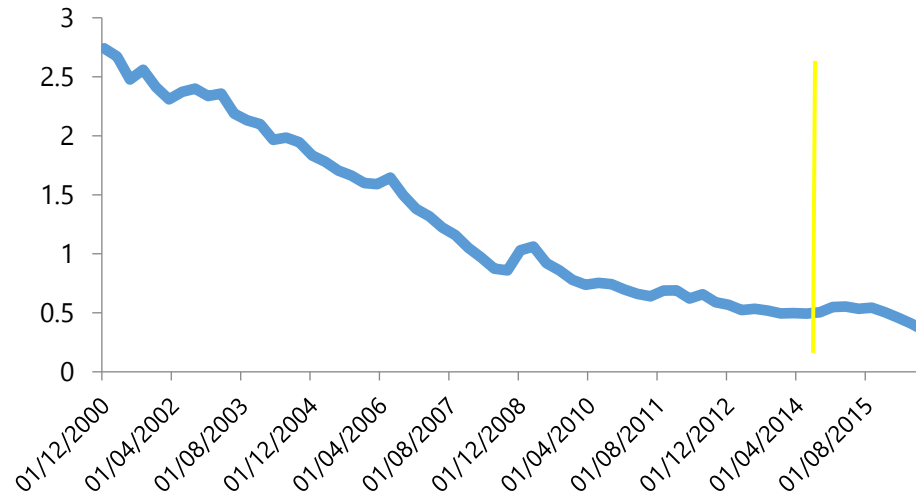


Fecha	Real	Pronosticado
01/07/2014	91.5	85.2
01/08/2014	91.5	85.1
01/09/2014	91.5	84.9
01/10/2014	91.5	84.8
01/11/2014	91.6	84.6
01/12/2014	91.5	84.4
01/01/2015	87.5	84.3
01/02/2015	87.5	84.1
01/03/2015	87.5	84.0
01/04/2015	87.6	83.8
01/05/2015	87.5	83.7
01/06/2015	87.5	83.5
01/07/2015	87.5	83.4
01/08/2015	87.5	83.2
01/09/2015	87.6	83.1
01/10/2015	87.6	82.9
01/11/2015	87.7	82.8
01/12/2015	87.7	82.6
01/01/2016	87.7	82.5
01/02/2016	87.7	82.3
01/03/2016	87.7	82.2
01/04/2016	87.7	82.0
01/05/2016	87.7	81.9
01/06/2016	87.7	81.7

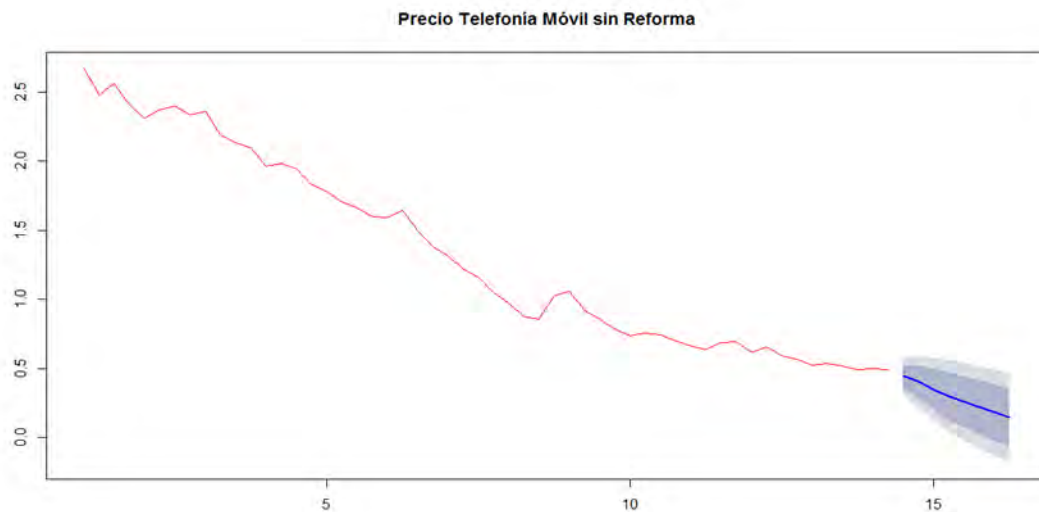
En la parte anterior se observa que el precio pronosticado tomando en cuenta los datos históricos es menor al que hubo después de la reforma. Aunque no es una disparidad muy grande, es pertinente señalar que aquí no se cumple el pronóstico esperado según la teoría y la experiencia internacional, ya que se esperaba que el precio de la banda ancha fija disminuyera más a partir de la legislación en 2014. Sobre esto, hay que señalar que el modelo pronosticado parece estar fuertemente influido por la tendencia de la serie a nivel histórico, que como también se puede observar, tiene una serie de cambios bruscos a partir de 2010. Incluso analizando los últimos datos del escenario real parece haber una tendencia al estancamiento en el índice en los últimos años, por lo cual los resultados de este modelo y su comparación son discutibles.

Telefonía Móvil

Serie de datos: Precios de Telefonía Móvil



A continuación, el modelo representado gráficamente. La línea azul representa los datos a futuro obtenidos del modelo:



El pronóstico indica que, de haberse continuado con la tendencia observada en ese momento en el tiempo, la caída en los precios seguiría su curso. A continuación, se encuentran los valores exactos del pronóstico para hacer una comparación más precisa:

```

Series: P_TMóvil
ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[4] with drift

Coefficients:
      sar1      drift
    -0.2540  -0.0408
s.e.   0.1453   0.0073

sigma^2 estimated as 0.004474:  log likelihood=69.04
AIC=-132.07   AICC=-131.58   BIC=-126.16

Training set error measures:
              ME          RMSE          MAE          MPE
Training set -0.0007661256  0.06500213  0.0502378  0.8624816

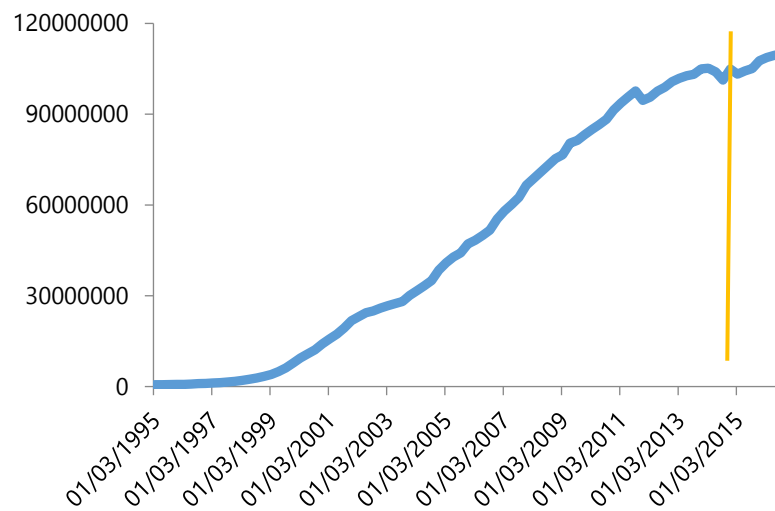
```

Fecha	Real	Pronosticado	Diferencia
01/09/2014	0.50420471	0.4460069	0.05819781
01/12/2014	0.54924646	0.401121	0.14812546
01/03/2015	0.55256136	0.3493773	0.20318406
01/06/2015	0.53395885	0.2991106	0.23484825
01/09/2015	0.54346753	0.2599605	0.28350703
01/12/2015	0.50546938	0.2201872	0.28528218
01/03/2016	0.4596096	0.1821561	0.2774535
01/06/2016	0.41103907	0.1437498	0.26728927

En este caso se esperaría que el escenario contra factual presentará valores más altos que la realidad (y, por ende, una diferencia negativa en favor de la reforma), lo cual no ocurre. Hay que matizar que en esta ocasión la caída parece demasiado pronunciada en los pronósticos del modelo, quizás por la influencia de la tendencia decreciente de la serie, en cuyo caso valdría la pena tomarse los valores pronosticados con cierta reserva aunque sin olvidar que los pronósticos son fruto de la misma serie histórica (similar a la serie de precios en Banda Ancha Fija) y que en esta ocasión, parece darle validez a los argumentos que suponen que esta

variable no fue afectada de manera positiva (para los consumidores) por el evento en medición.

Serie de datos: Cantidad de Telefonía Móvil



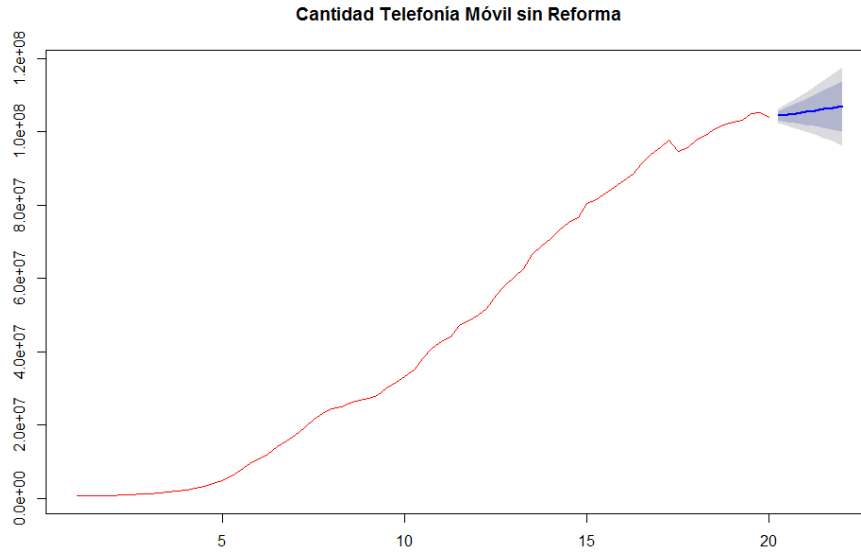
Las características del modelo se muestran a continuación:

```
Series: Q_TMovil
ARIMA(0,2,1)

Coefficients:
    ma1
    -0.7359
s.e.    0.0813

sigma^2 estimated as 8.991e+11: log likelihood=-1138.48
AIC=2280.96 AICC=2281.13 BIC=2285.6

Training set error measures:
      ME    RMSE    MAE    MPE    MAPE
Training set 16155.01 929540 572842.3 1.586466 2.557422
```



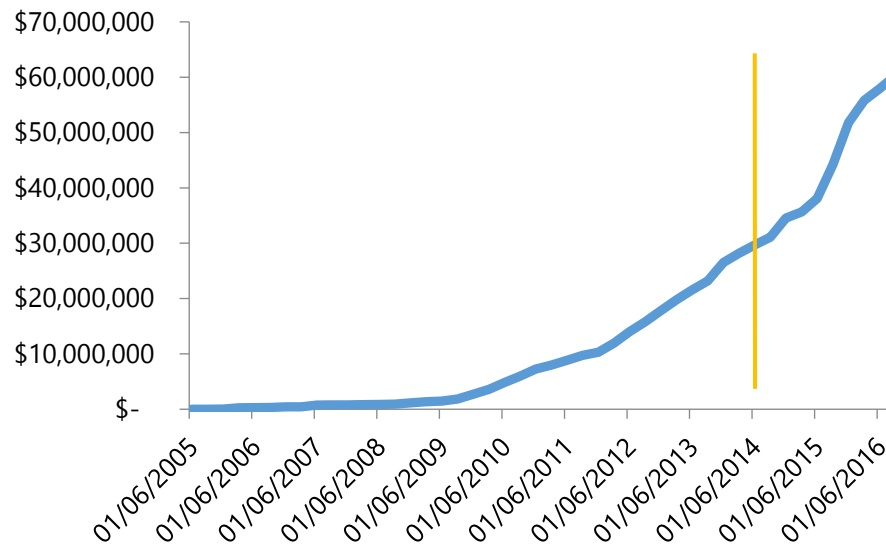
Comparación del escenario real con el simulado:

Fecha	Real	Pronosticado	Diferencia
01/09/2014	101293784	104320309	-3026525
01/12/2014	104948339	104685377	262962
01/03/2015	103259757	105050445	-1790688
01/06/2015	104281972	105415513	-1133541
01/09/2015	105062449	105780582	-718133
01/12/2015	107688282	106145650	1542632
01/03/2016	108733761	106510718	2223043
01/06/2016	109404249	106875786	2528463

En este caso, los valores reales están por debajo de los pronosticados en 4 de los 8 trimestres proyectados, sin embargo, los valores finales son mayores los datos reales, lo que hace que la cantidad de telefonía móvil termine 2 millones y medio usuarios por encima, por lo que se determina que hubo un efecto positivo notable en este caso a partir de la reforma.

Banda Ancha Móvil

Serie de cantidad Banda Ancha Móvil:



El modelo escogido fue a partir del método iterativo de Box – Jenkins, el cual se muestra a continuación:

```
Series: Q_BAMovil  
ARIMA(0,2,1)
```

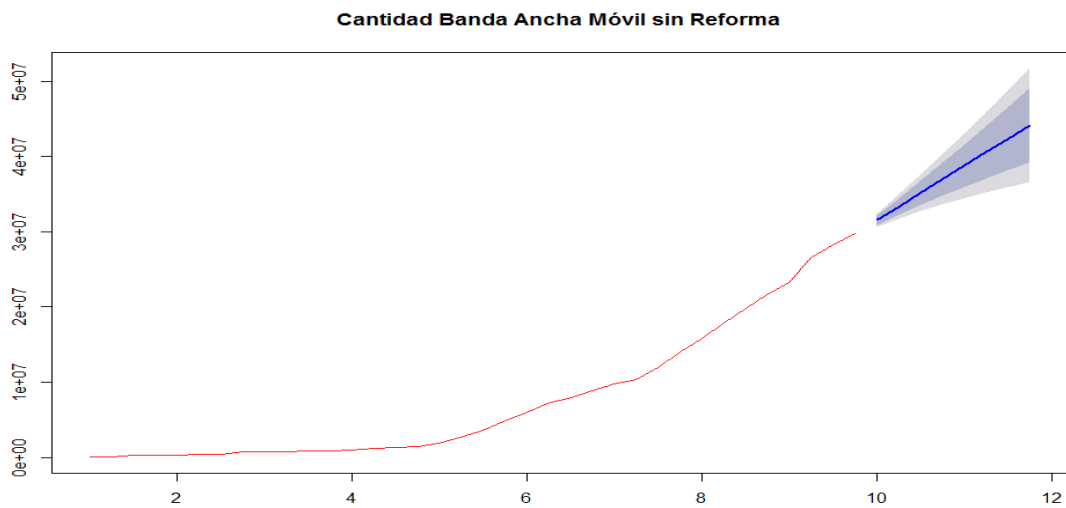
```
Coefficients:  
      ma1  
      -0.4959  
s.e.   0.1480
```

```
sigma^2 estimated as 2.088e+11: log likelihood=-490.98  
AIC=985.95  AICC=986.34  BIC=989
```

```
Training set error measures:
```

```
           ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE  
Training set 97036.14 437480.2 279734.6 2.810327 9.971888
```

El modelo graficado con pronóstico:



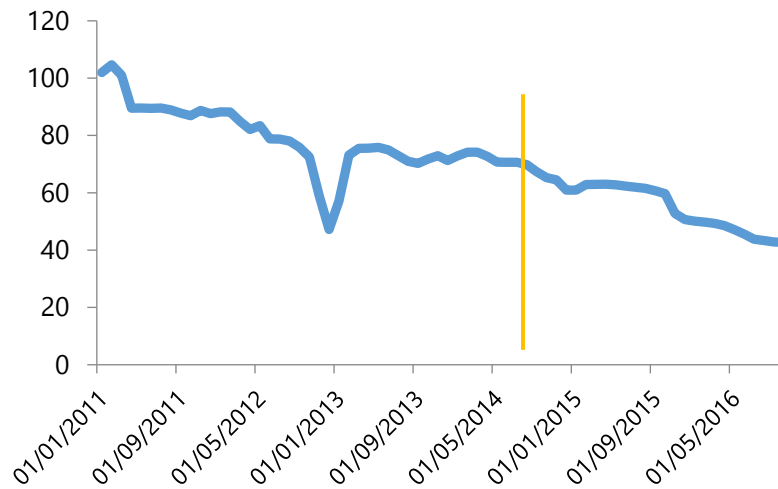
Los Pronósticos que se obtienen del modelaje son:

Fecha	Real	Pronosticado	Diferencia
01/09/2014	31090886.6	31512200	-421313.417
01/12/2014	34543629	33316428	1227201
01/03/2015	35636801	35120656	516145
01/06/2015	38078099	36924884	1153215
01/09/2015	44190795	38729112	5461683
01/12/2015	51775381.6	40533340	11242041.6
01/03/2016	55806701.7	42337568	13469133.7
01/06/2016	57948988.7	44141796	13807192.7

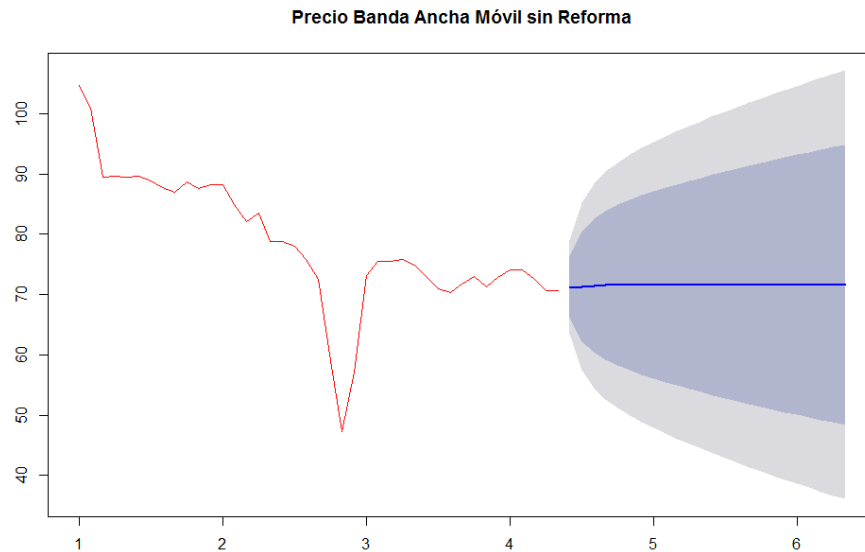
Las comparaciones en este caso son favorables a la reforma. La demanda real es de 13 millones más comparada con la demanda que se hubiera dado sin evento.

Precio de Banda Ancha Móvil

Serie de Precios de Banda Ancha Móvil, hay que recordar que esta serie se compone de un índice:



De nuevo, el modelo con mejor ajuste es el obtenido mediante el proceso iterativo:



Gráficamente se puede intuir que el pronóstico es que el precio se estabilizará a partir del periodo de corte. Se verá más a detalle a continuación:

Fecha	Pronosticado	Real
01/07/2014	91.5	70.7
01/08/2014	91.5	69.8
01/09/2014	91.5	67.4
01/10/2014	91.5	65.3
01/11/2014	91.6	64.5
01/12/2014	91.5	60.9
01/01/2015	87.5	60.9
01/02/2015	87.5	62.9
01/03/2015	87.5	63.0
01/04/2015	87.6	63.0
01/05/2015	87.5	62.8
01/06/2015	87.5	62.4
01/07/2015	87.5	61.9
01/08/2015	87.5	61.6
01/09/2015	87.6	60.7
01/10/2015	87.6	59.7
01/11/2015	87.7	52.8
01/12/2015	87.7	50.7
01/01/2016	87.7	50.1
01/02/2016	87.7	49.8
01/03/2016	87.7	49.3
01/04/2016	87.7	48.5
01/05/2016	87.7	47.2
01/06/2016	87.7	45.6

Aunque pronosticar con pocos datos es poco confiable, hay que tomar como parámetro la tendencia, más que las cifras exactas para que este modelo sea útil y en esta ocasión, existe una clara tendencia a que el precio se estanque si se sigue con el movimiento de los datos anteriores, al contrario de lo que se ve en el escenario real, donde se ha visto una disminución de precio notable en este sector, por lo que se puede concluir un efecto positivo del evento en este caso.

Modelo de Tarifas de Interconexión

Cómo se mencionó anteriormente en la parte de metodología, el análisis de sensibilidad con respecto a las tasas de interconexión se trabajará con un modelo ARIMAX.

El modelo en esta ocasión se escogió con base en los criterios del algoritmo utilizado por R para escoger el mejor modelo, es decir, de acuerdo a la minimización del criterio AIC o buscar el modelo con menor pérdida de información. A continuación, se encuentran las características del modelo:

```
Series: L_sub$L_sub
Regression with ARIMA(0,2,1) errors

Coefficients:
      ma1      xreg
    -0.3765 -0.0063
s.e.    0.1189  0.0355

sigma^2 estimated as 0.0005767:  log likelihood=149.27
AIC=-292.55  AICc=-292.15  BIC=-286.07

Training set error measures:
              ME          RMSE          MAE          MPE
Training set -0.002941699  0.02327484  0.01669933  -0.01678985
```

El modelo seleccionado es un (0,2,1) para la serie de subscriptores a servicios de telefonía móvil. En esta ocasión se utilizó la transformación logarítmica de esta serie para garantizar que todas las variables fueran estadísticamente significativas.

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   18.67953    0.03535   528.4  <2e-16 ***
L_sub$MTR_pon_2 -0.58419    0.02188  -26.7  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1749 on 64 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9176,    Adjusted R-squared:  0.9164
F-statistic: 713.1 on 1 and 64 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Se hizo una regresión lineal para comprobar que las variables sean estadísticamente significativas, lo cual se puede aseverar al 99.99% de confianza. El valor de bondad de ajuste o R cuadrado es de .9164, el cual es alto y prueba que el modelo es relevante. Finalmente, el signo de la variable independiente es el buscado, ya que vemos que un aumento de la tarifa de interconexión disminuirá el número de suscriptores. A continuación, con la función Forecast de R se predecirán los valores de los siguientes dos años para dos escenarios distintos; uno en donde la tarifa de interconexión sigue en 0 para el agente preponderante y otra en el que se recuperan las tarifas de interconexión en los meses anteriores a la resolución, se pronosticaron 8 trimestres:

Tarifa especial al Preponderante	Se revierte la Tarifa
112,754,111	112,633,529
113,210,559	113,040,871
113,668,855	113,495,075
114,129,006	113,953,383
114,589,874	114,412,397
115,053,754	114,873,261
115,519,511	115,294,467
115,987,154	115,760,042

En los dos escenarios se puede ver que se prevé que la tendencia al alza suba, cómo es inherente en este tipo de tecnología. Aun así, se puede ver que la tarifa de interconexión tiene un efecto negativo moderado en el incremento de los suscriptores: 227,112, lo que representa aproximadamente un .20% del total de suscriptores, por lo que se puede concluir un efecto positivo de las tarifas de interconexión en el precio, lo cual el efecto para la sociedad no es beneficioso ya que provoca una caída de la cobertura de este servicio en la población, por lo que no sería recomendable que las tarifas se incrementen si se quiere mantener la tendencia creciente del nivel de suscriptores en este nicho.

6. Conclusiones

Como se menciona en la introducción, el propósito de este trabajo era probar si la reforma en materia de telecomunicaciones había sido beneficiosa para el sector en México y analizar los ámbitos en dónde se habían visto mejorías notables. En el estudio publicado por la OCDE en 2017, se postula que el sector mexicano de telecomunicaciones ha experimentado avances sustanciales con respecto a las deficiencias identificadas en el estudio publicado por la misma organización en el 2012 (OCDE, 2017).

Según el mismo documento, como consecuencia de la reforma regulatoria, los mercados relevantes que componen el sector han evolucionado de manera positiva, observando niveles de penetración más elevados en los servicios de banda ancha (lo que es corroborado por este trabajo) y mejoras en la calidad de los servicios.

Entre 2012 y 2016 los precios de los servicios de telecomunicaciones han disminuido de manera importante, lo cual ha permitido un gran incremento en la cantidad de suscriptores a servicios móviles (telefonía e internet), mientras que el número de personas que utilizan internet para realizar operaciones en línea se ha cuadruplicado (INEGI, 2017). En palabras del mismo estudio, muchas de las disposiciones incluidas en la reforma constitucional de 2013 en conjunto con una gran parte de la legislación secundaria implementada por el IFT ha contribuido a fomentar un mercado de telecomunicaciones más competitivo en el país (OCDE, 2017).

De manera similar a como se mencionaba en el principio del documento, es necesario que haya una mayor certeza jurídica en materia de regulación para el correcto desarrollo de este tipo de mercados, ya que al dotar de garantía a los órganos reguladores al no estar sujetos a recursos de suspensión de la ley de naturaleza impredecible, como es el caso del amparo, se genera certidumbre en los agentes internacionales que permiten un incremento de la inversión en el área, permitiendo ofrecer mejor calidad en los servicios, más cobertura y precios más bajos.

Después de los datos generados a partir de los modelos y de las simulaciones específicamente elaboradas para esta investigación, es posible obtener algunas conclusiones puntuales sobre las premisas enlistadas en la primera sección del

trabajo. Con el propósito de corroborar las hipótesis específicas presentadas, se presenta la siguiente sección:

- Sólo en las series de precios de Banda Ancha Fija y precios de Telefonía Móvil no se cumplen las expectativas esperadas de los escenarios proyectados, en donde el escenario simulado es desfavorable en relación al escenario real, lo cual puede deberse a que en los modelos la tendencia a la baja de estas dos series hizo que los pronósticos continuaran con este movimiento decreciente, sin embargo, es más realista inferir que en algún momento los precios de estos servicios lleguen a un límite inferior del cual solo habrá pequeñas variaciones que no afecten la tendencia total a largo plazo.
- Las tarifas de interconexión tienen un efecto negativo en la evolución de los precios y esto se traduce en una disminución en el número de suscriptores según las simulaciones.
- Se puede plantear que la mayoría de los modelos muestran evidencia a favor de que a partir de la política regulatoria especializada han existido efectos positivos en el mercado (disminución de tarifas, aumento de penetración), sin embargo, en el presente trabajo no es posible determinar si existe potencial para un efecto positivo más pronunciado como plantean algunas opiniones de expertos en la materia (Forbes, 2017).
- Para el caso particular de México, como se ha visto, parece haber evidencia que sustenta la anterior aseveración. Sin embargo, en muchas de las simulaciones no se mostraron resultados determinantes a excepción del campo de Banda Ancha Móvil, nicho de mercado que está experimentando un crecimiento sustancial no solo a nivel nacional sino a nivel mundial.
- En el caso específico de las tarifas de interconexión, el estudio parte de la decisión de que la decisión de tener mantener la tarifa 0 para el preponderante no tenía validez legal, por lo que a partir de 2018 podía volver a cobrar tarifas siempre y cuando se mantenga bajo la regulación del IFT. A partir de simulación realizadas a partir de un modelo ARIMAX basados en niveles hipotéticos de las tarifas de interconexión se llegó a la conclusión de que disminuciones en las

políticas de asimetría, es decir, en donde el Agente Preponderante (América Móvil) puede aumentar su tarifa a niveles similares a un año anterior a la reforma, conduciría en el futuro a menores niveles de penetración de los servicios móviles a diferencia de un escenario donde las políticas actuales siguen vigentes. A propósito de esto, se considera que el IFT tiene en su autoridad el imponer un nuevo régimen de tarifas el cual será basado en un modelo de costos (IFT, 2017) y no necesariamente habrá un efecto similar al mostrado en el pasado.

- La postura actual del autor es que las políticas públicas especializadas en el sector han mostrado efectos positivos relativos en los aspectos medidos en este trabajo, por lo que es necesario seguir por el camino tomado a fin de mejorar los servicios en el sector. Sin embargo, es pertinente agregar la necesidad de que las políticas tomadas crezcan en alcance, sobre todo en lo que se refiere a las limitaciones del mercado del agente preponderante, esto debido al poder que se le dio a esta empresa por mucho tiempo dada la debilidad institucional, poco esfuerzo por parte de los actores reguladores en los momentos indicados y la aparente colusión entre la autoridad y agentes del sector privado.
- En consonancia con la intención de crear un mercado más competitivo y de mejor calidad en los servicios, es plausible considerar modificaciones adicionales a las políticas públicas presentes, y quitar restricciones existentes para la inversión en el sector, con el propósito de propiciar la entrada de nuevos competidores que tengan una creciente participación en la cuota del mercado nacional. Para lo anterior es necesario que el marco jurídico crezca en certidumbre y confiabilidad, seguir generando condiciones que promuevan la entrada de nuevos competidores, y mejorar las condiciones del mercado interno, permitiendo la innovación y el despliegue de infraestructura que haga llegar los servicios al total de la población, potenciando el desarrollo que puede traer este mercado a la economía nacional.

7. Bibliografía

- Besanko, et al. (2013). "Economics of Strategy" Sexta ed. John Wiley and Sons.
- Blackman, Srivastava, (2012). "Telecommunications Regulations Handbook". The World Bank.
- Bisquerra, R. (1989). Métodos de investigación educativa: Guía práctica. 1ª. Ed, Barcelona.
- Box, G. & Jenkins, G. (1970). Time Series Analysis: Forecasting and control. Holden-Day, San Francisco.
- Box, G. E. P. & Tiao, C. (1975) Intervention analysis with applications to economic and environmental problems. *Journal of Academic Statistical Association*, 70, 70–79.
- Cardozo-Brum, M. I. (2006). La evaluación de políticas y programas públicos el caso de los programas de desarrollo social en México. Miguel Ángel Porrúa, México.
- Chai, T., & Draxler, R. (2014). Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE)? - Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7, 1247–1250.
- Church, J., & Ware, R. (2000) Industrial organization a strategic approach. New York, NY: McGraw-Hill.
- CONAPO. (2017). <http://www.gob.mx/conapo>
- De Bijl, P., & Peitz, M. (2002). New competition in telecommunications markets: regulatory pricing principles. Documento de trabajo CESifo Serie No. 678 (9).

- EViews User's Guide. (2015) Multiple equation analysis: vector autoregression and error correction models: vector autoregressions (VARs). Consultado el 12 de mayo de 2018, de <http://www.eviews.com/help/helpintro.html#page/EViews%20%20Help/VAR.050.01.html>
- EViews User's Guide. (2017) Simple Exponential Smoothing. Consultado el 29 de mayo de 2018, de http://www.eviews.com/help/helpintro.html#page/content%2FseriesExponential_Smoothing.html%23ww147381
- Granger, C. W. J. & Newbold, P. (1974) spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2, 111 – 120.
- Forbes Staff. (2017) Telecomunicaciones: Nada ha cambiado en dos décadas. Forbes. Consultado el 15 de marzo del 2018 en:
- <https://www.forbes.com.mx/telecomunicaciones-todo-igual-tras-dos-decadas/>
- GSMA Intelligence. (2017). <https://www.gsmainelligence.com/>
- H. Congreso de la Unión. (2013) Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6o., 7o., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en material de telecomunicaciones. *Diario Oficial de la Federación*.
- H. Congreso de la Unión. (2014). Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. *Diario Oficial de la Federación*.
- IFT. (2009) Resolución por la que el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Plan Técnico Fundamental de Interconexión e Interoperabilidad. *Diario Oficial de la Federación*.

- IFT. (2013) Resolución por la que el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide el Manual que provee los criterios y metodología de separación contable por servicio, aplicable a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones. Consultado el 4 de abril del 2018, de
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5293281
- IFT (2014) Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones. Diario Oficial de la Federación.
- IFT. (2015) Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones modifica las Reglas de Portabilidad Numérica publicadas el 12 de noviembre de 2014, así como el Plan Técnico Fundamental de Numeración publicado el 21 de junio de 1996. Secretaría de Gobernación. Diario Oficial de la Federación.
- IFT. (2017) Comunicado de Prensa No. 58/2017. IFT Consultado el 15 de Julio del 2018 en:
http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/comunicado-a3anosymedio-11062017_1.pdf
- INEGI. (2018). <http://www.inegi.org.mx/>
- Juárez Cluida. (2018) Cuota de mercado de Telmex bajará a 40% en el 2025: Idet. El Economista. Consultado el 1 de agosto de 2018 en:
<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Cuota-de-mercado-de-Telmex-bajara-a-40-en-el-2025-Idet-20180418-0029.html>
- Marco C.E.J. Bronkers and Pierre Larouche. (1997) "Telecommunications Services and the World Trade Organization" 31v Journal of World Trade.

- Low Patrick, Mattoo Aadityi. (1998). "Reform in Basic Telecommunications and the WTO Negotiations: The Asian Experience", WTO Staff Working Paper ERAD9801.
- OCDE. (1999). "Trade and Competition Policies for Tomorrow". OECD PUBLICATIONS.
- OCDE. (2012). "Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México 2012". OECD PUBLICATIONS.
- OCDE. (2017). "Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México 2017". OECD PUBLICATIONS.
- Saenz-de-Miera-Berglind, O. (2016) Regulation and investment: a time-series analysis for next-generation networks in Mexico, en *IEEE Xplore Memorias de la Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)*, 2016, 7 al 9 de diciembre, Dunedin, Nueva Zelanda.
- Pavón Víctor. (2017) Tarifa Cero y la Paradoja de la Suprema Corte. Oxford Competition Economics. Consultado el 30 de Junio en: <http://www.oxford-economics.org/practicas-monopolicas-en-el-mundo-digital-apple/>
- Saenz-de-Miera-Berglind, Diaz. (2017) Análisis ex post para evaluar el impacto de la reforma constitucional sobre las telecomunicaciones en México, en *CPR Latinoamérica 2017*, Cartagena, Colombia.
- Saenz-de-Miera-Berglind, Et al. (2017) Tarifas de interconexión de los servicios móviles en México. Simulación con series temporales, Instituto Federal de Telecomunicaciones, Ciudad de México.
- Song & Li. (2008) Tourism demand modelling and forecasting. A Review of Recent Research. *Tourism Management* 29, 2, 203-220.

- Stiglitz E. Joseph, Walsh Carl E., (2009). "Microeconomía" Cuarta ed. Ariel Economía.
- Wooldridge, J. M. (2013) Introductory econometrics: A modern approach, 2a ed. South Western College Publishing, Thomson Learning.