



Elección del consumidor y efectos de red locales en el mercado de telecomunicaciones móviles de Colombia

CORREA, ALEXANDER

Doctorado en Modelado en Política y Gestión Pública

Universidad Jorge Tadeo Lozano

Correo electrónico: alexander.correa@utadeo.edu.co

RESUMEN

El objetivo de este artículo es analizar el grado de los efectos de red en el mercado móvil de telecomunicaciones en Colombia, e identificar otros determinantes de la elección del consumidor basándose en una encuesta de usos y hábitos realizada por el Centro Nacional de Consultoría para la Comisión de Regulación de Comunicaciones en el año 2016. A partir de esa encuesta se realizó este estudio que muestra que no existen diferencias regionales en la adopción de operadores en Colombia, y que el atractivo de los diferentes operadores depende del tamaño total del operador al cual se quiera suscribir el usuario. Este hallazgo significa que el mercado relevante se debe definir a nivel nacional y que las estrategias de precios de los operadores deben ser de carácter nacional y no regional. También se encuentra que en la elección de operador son determinantes claves el sexo de las personas, la edad, el estrato, el gasto mensual en servicios móviles, el tipo de plan y el número de llamadas que se realizan. Por último, los usuarios prefieren al operador que les brinde la mayor experiencia por lo cual es un determinante clave a trabajar por parte de los operadores de servicios móviles en Colombia.

Palabras clave: telecomunicaciones móviles, efectos de red, análisis de elección discreta, elección de los consumidores.

Clasificación JEL: L96; C25; L40; B41.

MSC2010: 62P20; 91B82.

Consumer choice and local network effects in the Colombian mobile telecommunications market

ABSTRACT

The objective of this article is to analyze the degree of network effects in the mobile telecommunications market in Colombia, and identify other determinants of consumer choice based on a survey of uses and habits carried out by the National Consulting Center for the Commission of Regulation of Communications in 2016. Based on this survey, this study was conducted which shows that there are no regional differences in the adoption of operators in Colombia, and that the attractiveness of the different operators depends on the total size of the operator to which the user wishes to subscribe. This finding means that consumers are not likely to be affected by other people's choices within their local area but rather by the overall size of the network. The relevant market must be defined at the national level and the pricing strategies of the operators must be national and not regional. It is also found that in the choice of operator key factors are gender, the age, the stratum, the monthly expenditure on mobile services, the type of plan and the number of calls made. Finally, users prefer the operator that offers them the greatest experience, which is why it is a key determinant to work for operators of mobile services in Colombia.

Keywords: mobile telecommunications, network effects, discrete choice analysis, consumer choice

JEL classification: L96; C25; L40; B41.

MSC2010: 62P20; 91B82.



1. Introducción.

Los mercados de telecomunicaciones exhiben fuertes externalidades de red, haciendo que las demandas de los consumidores individuales sean interdependientes (Rohlfs, 1974). Aunque los efectos de red pueden promover la adopción de servicios de telecomunicaciones, estos también generan preocupaciones competitivas. En mercados con demandas interdependientes, se espera que los consumidores elijan el operador de mayor tamaño con el fin de beneficiarse de las externalidades de red, de manera tal que el mercado puede inclinarse hacia una firma (Katz & Shapiro, 1985, 1994). Sin compatibilidad de red, la tecnología superior de un nuevo entrante puede no ser suficiente para competir con la empresa de mayor participación de mercado ya que los costos de cambio pueden atrapar a los consumidores incluso si la empresa de mayor participación de mercado tiene una tecnología o servicio inferiores (Katz & Shapiro, 1986; Arthur, 1989; Gandal, 2002). Para prevenir la monopolización del mercado, se requiere que los operadores de telecomunicaciones se interconecten el uno con el otro (Armstrong, 1998).

Ya que los operadores móviles de telecomunicaciones se tienen que interconectar entre sí, un suscriptor de cualquier operador puede llamar a los suscriptores de cualquier otro operador. Sin embargo, ya que las llamadas al interior del operador (las conocidas llamadas on-net) son por lo general cobradas a un precio menor que las llamadas por fuera del operador (conocidas como llamadas off-net), existe menos que compatibilidad total en un sentido económico, aunque los operadores son técnicamente compatibles. Así, la diferenciación entre llamadas on-net y off-net induce lo que se conoce como los efectos de red mediados por la tarifa (Laffont, Rey & Tirole, 1998; Hoerning, 2007; Haucap & Heimeshoff, 2011). La magnitud del diferencial on-net / off-net, por lo tanto, determina el grado de (in-)compatibilidad económica y, consecuentemente, también el grado de sustituibilidad y competencia entre operadores.

No obstante, aunque sin las externalidades de red mediadas por la tarifa el tamaño de un operador puede afectar a los consumidores, ya que el tamaño del operador puede servir como una señal de cualidad (Kim & Kwon, 2003) cuando los consumidores no pueden distinguir las características de calidad de los competidores. Junto con los efectos de tamaño, se espera que los consumidores tomen en consideración otros factores tales como el costo, cobertura, y calidad del servicio al cliente, el rango de servicios (e.g. SMS, correo de voz, y otros servicios de valor agregado). Entre otros, la cobertura de los operadores móviles puede ser visto como una parte más sustancial de la provisión del servicio, ya que las llamadas pueden ser terminadas si el área es cubierta por un operador. Valletti (1999) argumenta que no solo el tamaño del operador, sino también su cobertura puede ser vista como un indicador de calidad para servicios móviles cuando los consumidores son lo suficientemente móviles. Sin embargo, los operadores serán considerados homogéneos en términos de cobertura si la mayor parte de los consumidores están localizados en un área estrecha que está cubierta por todos los operadores competidores, de manera tal que la competencia en precios es importante. De manera general, la competencia a través de tarifas diferenciadas típicamente caracteriza el comportamiento de las firmas en entornos competitivos. También debe ser señalado que el grado de competencia en precios también se ve afectado por la magnitud de costos de cambio eventuales (Klemperer, 1987; Suleymanova & Wey, 2011).

Externalidades por el lado de la demanda en industrias con efectos de red pueden dar surgimiento a ventajas importantes para las empresas de mayor participación de mercado que cuentan con una base amplia de clientes. Tal como lo muestran los modelos teóricos de efectos de red, mercados con efectos de red pueden fácilmente inclinarse de manera tal que una firma con una participación de mercado relativamente alta captura todos los consumidores haciendo que los competidores tengan que salir del mercado. Existen ejemplos como Virgin Mobile en Perú o del operador Uff en Colombia que salieron del mercado, en parte debido al agresiva estrategia comercial de las empresas de mayor participación de mercado.

En este contexto, los objetivos de este artículo son: (a) analizar el grado de los efectos de red en el mercado móvil en Colombia y (b) identificar otros determinantes de la elección por parte de los consumidores de operador de servicios móviles, basándonos en una encuesta realizada por el regulador de comunicaciones colombiano a nivel nacional en 2016.

Este artículo proporciona un análisis empírico de los principales determinantes de la elección del consumidor en el mercado de telecomunicaciones móvil colombiano. El papel que la cobertura, los precios y las características del consumidor desempeñan para la elección individual de operador móvil son analizados junto con los efectos de red a nivel regional y nacional. Para este propósito, la siguiente sección ofrece una revisión de estudios empíricos que se enfocan en efectos de red en mercados de telecomunicaciones móviles. La sección 3 brevemente resume el desarrollo del mercado de telecomunicaciones móvil en Colombia. La metodología empírica es descrita en la sección 4. La descripción de la información estadística es provista en la sección 5. La sección 6 reporta los resultados empíricos y la sección 7 presenta las principales conclusiones.

2. Revisión de la literatura.

El término efectos de red generalmente se refiere a situaciones donde la valoración de un bien por parte de los consumidores depende del número de usuarios de ese bien (Farrel & Klemperer, 2007). Las disposiciones a pagar individuales podrían ser dependientes del tamaño de la red ya sea de forma directa o indirecta. Los efectos de red indirectos se presentan por lo general en bienes de comunicación o servicios de información donde un número de nodos de red físicos (suscriptores) influye en la utilidad de un usuario dado (Economides, 1996). Los efectos de red indirectos se presentan en el caso de bienes con estructura hardware/software, donde los usuarios del hardware pueden verse influenciados por las economías de escala del lado de la oferta en los componentes del software (Katz & Shapiro, 1985). La disposición a pagar de un usuario por tal bien aumenta con la creciente disponibilidad y variedad de elementos de software complementarios. Por esta razón, los efectos de red indirectos son usualmente mediados por el mercado¹.

En años recientes, se ha generado una atención creciente a los llamados efectos locales de red. Éste es otro tipo de externalidad de red directa que permite la posibilidad que los beneficios de red obtenidos por miembros particulares podrían no ser homogéneos a lo largo de todos los miembros de la red (Maicas & Sese, 2011). De hecho, externalidades localizadas son típicas en telecomunicaciones o redes sociales donde el principal lugar de efectos de red está usualmente restringido a un grupo relativamente pequeño de gente con la cual el suscriptor tiene los lazos sociales más cercanos, tales como familia y amigos. Varios estudios han mostrado que en mercados de telecomunicaciones el tamaño absoluto de la red será obviamente una medida inapropiada de los beneficios de la red (Corocher & Zirulia, 2009; Czajkowski & Sobolewski, 2011; Karacuka, Catik & Haucap, 2013). Los efectos de red alteran de manera fundamental el modo en que los mercados operan, potencialmente llevando a muchos resultados no esperados que tienen implicaciones importantes desde el punto de vista gerencial y del derecho de la competencia. Por ejemplo, industrias con efectos de red por lo general exhiben exceso de inercia antes de que se consiga una masa crítica de adoptantes, y después exceso de dinámica, posiblemente llevando a un equilibrio de mercado del tipo el ganador se lleva todo. Una extensiva revisión de la teoría de efectos de red puede ser vista en Farrell y Klemperer (2007).

¹ Cuanto más grande sea la red de un hardware en particular (por ejemplo, teléfonos inteligentes con un sistema operativo particular), más complementos de software nuevo (aplicaciones compatibles con este sistema operativo) serán producidos, lo que lleva a mejores condiciones de intercambio y una variedad creciente de producto.

La literatura sobre efectos de red en telecomunicaciones es bastante extensa. La misma adopta varias aproximaciones de modelación y diferentes medidas de efectos de red. Varios estudios, tales como Birke y Swann (2006) y Kim y Kwon (2003), utilizan modelos de elección discreta en elecciones actuales de suscripción para estudiar el papel de los efectos de red en el comportamiento del consumidor. Kim y Kwon (2003) encontraron una relación positiva entre la probabilidad de elección del operador móvil y el número acumulado de sus suscriptores. Aunque positivo, el impacto de efectos de red sobre las elecciones actuales de suscriptores coreanos resultó ser moderado en su estudio, comparado a precio y efectos de marca. Birke y Swann (2006) examinan los efectos de red tanto a nivel agregado como individual y encontraron evidencia de que el tamaño agregado de la red y las decisiones hechas por los miembros del hogar influyen en la elección individual de operador móvil; sin embargo, la influencia de pares es más fuerte. El análisis de la demanda para llamadas on-net y off-net sugiere que una alta participación de llamadas on-net será mantenida incluso si el operador deja de ofrecer descuentos para estas llamadas. Esta sugerencia está en vía opuesta con la literatura teórica, que define efectos de red directos en telecomunicaciones como externalidades inducidas por la discriminación de precios basada en la terminación de llamadas (Laffont, Rey & Tirole, 1998). En otras palabras, se asume que los efectos de red son puramente pecuniarios y desaparecen si operadores interconectados, técnicamente compatibles, dejan de discriminar precios.

Birke y Swann (2006) argumentan que los suscriptores pueden hacer una cantidad desproporcionadamente alta de llamadas on-net simplemente porque ellos coordinaron su elección de operador en el pasado. Sin embargo, su punto es válido únicamente si romper con la coordinación no rentable es costosa, como sucede frecuentemente en telecomunicaciones debido a costos de cambio significativos. Este ejemplo ilustra que modelos que ignoran los costos de cambio o los efectos de red estarán incorrectamente especificados.

Otros estudios utilizan el modelamiento de la difusión. De manera notable, Liikanen, Stoneman y Toivanen (2004) encontraron efectos de red positivos medidos a través de suscripciones acumuladas entre generaciones de teléfonos móviles análogos y digitales, al igual que con telefonía móvil 2G. Fu (2004) modela el flujo de suscriptores nuevos en el mercado móvil coreano como una función del nivel agregado de adopción y los precios usando información de datos panel al nivel del operador. Este autor encuentra que en la presencia de descuentos on-net y desbalances en el tamaño de la red, los operadores más grandes adquieren una participación de mercado más alta. Este efecto es sintomático de fuertes efectos de red y lleva a la marginalización de los operadores más pequeños.

Doganoglu y Grzybowski (2007) utilizan información al nivel del operador para Alemania y modelan la demanda para nuevas suscripciones con los precios y el tamaño de la base instalada de suscriptores. Ellos obtienen una elasticidad positiva de la demanda con respecto al tamaño de la base instalada, lo cual confirma fuertes efectos de red (marginales). Adicionalmente, Grajek (2010) usa información al nivel de operador para Polonia, para modelar curvas de difusión como una función de los precios y la base instalada de suscriptores. Este autor estima efectos de red propios y cruzados y muestra que, a pesar de interconexión técnica total, la compatibilidad económica entre diferentes operadores es muy baja. Este resultado indica que los suscriptores de un operador dado valoran las interacciones con suscriptores de otros operadores considerablemente menos que con las interacciones del operador propio. Grajek argumenta que efectos de red fuertes están presentes al nivel de operador y sustancialmente reducen la elasticidad de la demanda.

Varios estudios abordan el tema de efectos locales en telecomunicaciones. Un estudio por parte de Corrocher y Zirulia (2009) aplica un análisis de componentes principales para identificar los principales patrones de adopción de operadores móviles en una muestra de suscriptores

italianos. El estudio identifica tres clústeres de demanda de usuarios orientados hacia planes de tarifas, equipos móviles y distribución de redes sociales. Los clústeres de redes sociales están compuestos por consumidores para quienes la familia y los amigos que se suscriben al mismo operador es el criterio de elección más importante. Los autores investigan los factores que caracterizan a los miembros de este clúster y encuentran que los suscriptores orientados por la red social tienen perfiles de uso intensivo y seleccionan de manera cuidadosa los operadores para minimizar su gasto en servicios móviles.

Maicas, Polo and Sese (2009) aplican el marco de utilidad aleatoria para modelar las elecciones de suscripción de una muestra de suscriptores italianos con un enfoque particular en costos de cambio y efectos de red. Ellos encuentran que los efectos de red locales (medidos por el porcentaje de participación de familia y amigos en la misma red) son el principal determinante de elección. La valoración de los efectos de red aumenta con la intensidad de uso, similar a Corrocher y Zirulia (2009), y se reduce con la longitud de la relación y el número de productos comprados al operador. Los costos de cambio son interpretados como una desutilidad asociada con cambiar el operador actual y medidos por variables dicótomas específicas al operador indicando el comportamiento de cambio. Maicas et al. (2009) encuentran que los costos de cambio difieren considerablemente a lo largo de operadores y que el comportamiento de cambio es explicado por el tipo de contrato y características de la relación con el operador. Consumidores pospago que compran más productos tienden a cambiarse de manera más frecuente porque ellos tienen mayores incentivos a optimizar sus facturas. En el modelo de Maicas et al. (2009), el coeficiente para el precio de los planes móviles (aproximado a través del ARPU) es pequeño e insignificante, lo que es un resultado inesperado y señala algunas de las deficiencias con los datos o con la medida de estos.

Sobolewski y Czajkowski (2012) aplican un experimento de elección discreta para modelar la elección de operador entre suscriptores polacos con un énfasis particular en efectos de red locales. Ellos clasifican las interacciones del suscriptor en tres subconjuntos y encuentran que los efectos de red son fuertes para miembros de la familia que para otro tipo de conexiones menos fuertes (amigos). Interacciones on-net no tan frecuentes o incidentales no generan ninguna externalidad positiva. Considerable heterogeneidad de las preferencias fue capturada por medio de parámetros aleatorios logit y explicada por las características del consumidor. Por ejemplo, la sensibilidad de los efectos de red es determinada por la participación actual de familia y amigos en la misma red y la sensibilidad de precios es determinada por el ingreso del suscriptor.

Karacuka et al. (2013) investigaron los efectos locales en Turquía. Ellos aplican un marco de logit multinomial de elecciones actuales reportadas por una gran muestra de suscriptores turcos. Ni las participaciones de mercado a nivel nacional ni las tarifas explican las elecciones actuales de los suscriptores. Las participaciones de mercado regional fueron los únicos determinantes significativos de elección entre los factores específicos al operador. Esta interesante medida tiende a soportar la idea de la existencia de efectos de red locales si ellos coinciden con interacciones frecuentes cara a cara con gente en proximidad geográfica.

Aunque todos estos estudios han mostrado resultados importantes con respecto a la toma de decisiones individuales y los efectos de las redes sociales, estos análisis han estado restringidos a interacciones dentro de familias y amigos. Los análisis presentados en este artículo se enfocarán en efectos de red locales o regionales, tomando como referencia que la participación de mercado de los operadores cambia a lo largo de regiones. Por lo tanto, el nivel de efectos de red analizados a continuación está en un nivel intermedio entre efectos de red globales y efectos de red muy locales como los de familia y amigos. Antes de presentar este análisis, sin embargo, es útil introducir algunos aspectos claves del mercado de telecomunicaciones móvil de Colombia.

3. Mercado de telecomunicaciones móvil en Colombia.

3.1. Estructura nacional del mercado.

Las telecomunicaciones en Colombia fueron monopolio del Estado hasta comienzos de los años noventa, cuando se implementaron las primeras redes de telefonía celular y el Gobierno dio licencias para que empresas privadas prestadoras de este servicio empezaran a operar en el país. Con la pérdida de exclusividad del Estado en las telecomunicaciones también surgieron empresas prestadoras de telefonía nacional de larga distancia como ETB y EPM. El servicio estuvo inicialmente dividido en tres zonas de cobertura: oriente, occidente y costa caribe. Al finalizar la década de los noventa y principios del siglo XXI se realizaron varias adquisiciones y fusiones en el sector, y a finales de la década pasada sólo quedaron dos compañías prestadoras del servicio de telefonía móvil: Comcel y BellSouth, actualmente conocidas como Claro y Movistar. En 2003 surge Colombia Móvil, un consorcio entre ETB y EPM, que salió al mercado bajo la marca OLA convirtiéndose inicialmente en una gran competencia para las empresas ya consolidadas debido a que los precios ofrecidos eran significativamente más bajos que los de la competencia directa; sin embargo, este gran éxito inicial se convirtió en un problema posterior, ya que la nueva empresa no contaba con la infraestructura adecuada para soportar la gran cantidad de usuarios que logró durante su penetración en el mercado.

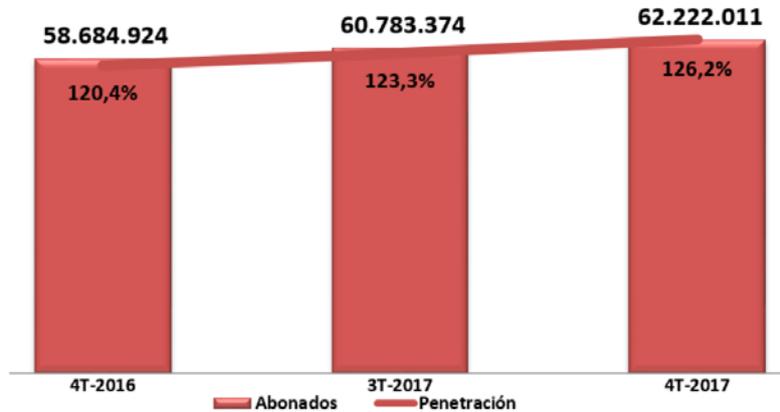
En los años que siguieron al 2003, continuaron las movidas empresariales en el sector. En 2004 BellSouth decide salir de sus operaciones en Latinoamérica siendo adquirida por la empresa española Telefónica, que opera en la región bajo la marca Movistar. En 2006, tras algunos problemas, Colombia Móvil ve la necesidad de un nuevo socio estratégico y vende a la empresa Millicom, más del 50% de las acciones de la compañía, remplazando la marca OLA por TIGO. Ese mismo año también entra a participar en el mercado la empresa UNE, que es fundada por el Grupo EPM buscando tener una empresa dedicada exclusivamente a las telecomunicaciones. Además del papel desempeñado por las empresas en el desarrollo de la telefonía móvil, el avance tecnológico también ha sido un factor determinante para que surjan nuevos actores en este mercado. Es así como en el año 2008 se otorgaron las licencias a Comcel, Tigo y Movistar para operar bajo la red 3G, que para el momento marcaba un gran avance en términos de velocidad y servicios de datos complementando la oferta de servicios móviles. Posteriormente en el 2010 se dan dos sucesos importantes: por un lado, entran a la competencia operadores móviles virtuales como UFF que utilizaría la red de TIGO; por otro lado, UNE gana la concesión de la licencia para ofrecer servicios de 4G, que es significativamente más rápido que la red 3G, sin embargo, es hasta el año 2012 cuando UNE ya habiendo adecuado su infraestructura empieza a hacer uso de esa licencia. Por otra parte, en los últimos años se ha visto una tendencia creciente por parte de los operadores en unificar la oferta de servicios de telefonía móvil con los servicios de telefonía fija e internet, lo que es conocido como servicios cuatro-play que incluye telefonía local, televisión, internet de banda ancha y telefonía móvil.

Para finales de 2017 Colombia contaba con cuatro operadores de red (es decir, con infraestructura propia) y cuatro operadores móviles virtuales. Los cuatro operadores de red son Claro, Movistar, Tigo y Avantel. Al término del cuarto trimestre de 2017, el número de abonados del servicio de telefonía móvil en Colombia alcanzó un total de 62 millones y un índice de penetración del 126%, presentando un aumento de 6 puntos porcentuales con relación al índice del mismo trimestre del año 2016, el cual se ubicó en 120% (Gráfico 1).

En los últimos años se ha incrementado el interés de varias empresas por participar en este sector y se ha visto el aumento de operadores móviles virtuales, tales como Virgin Mobile, ETB y Almacenes Éxito que, sin embargo, no han logrado cambiar la estructura del sector ya que como se ve en el Gráfico 2, Claro, Movistar y TIGO poseen más del 90% del mercado, dejando para los

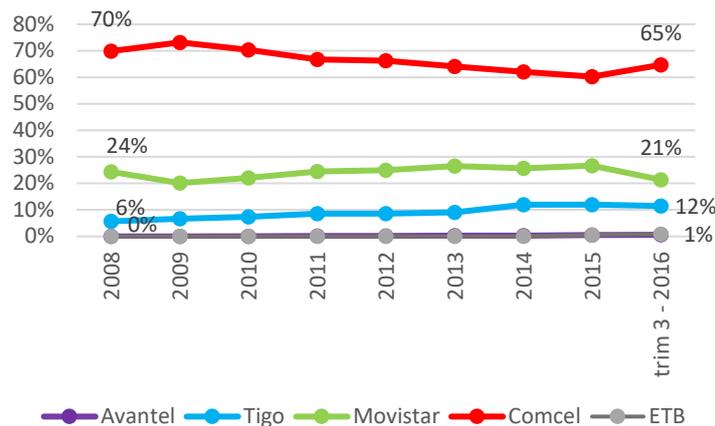
demás proveedores muy poca participación. Adicionalmente es evidente la concentración del mercado en manos del operador Claro con una cuota de más del 65%.

Gráfico 1. Abonados al servicio de telefonía móvil IV trimestre de 2017.



Fuente: Ministerio de las Tecnologías y la Información (MINTIC)

Gráfico 2. Número de suscriptores por operador móvil al III trimestre de 2016.



Fuente: Comisión Regulación Comunicaciones (CRC).

3.2. Diferencias regionales.

Aunque Claro es dominante a nivel nacional, se observan diferencias importantes a nivel regional cuando las participaciones de mercado regionales son consideradas (Tabla 1). Estas participaciones son obtenidas de la encuesta realizada por el Centro Nacional de Consultoría (2016).

La participación de mercado regional muestra que la dominancia de Claro es más fuerte en la región andina en el segmento de prepago, que también es el área con más densidad poblacional de Colombia. Aunque la participación de mercado de Claro es mayor que la de sus competidores en todas las regiones del país, se puede observar que el operador Tigo tiene una participación alta de 4,28% en la región Caribe en el segmento prepago. En tanto que en la región pacífica se encuentra una presencia relativamente más fuerte del operador Movistar, tanto en los segmentos prepago como pospago. Las diferencias en participaciones de mercado son relativamente

pequeñas como para pensar que puede haber diferentes operadores dominantes en cada región. Por lo tanto, se quiere verificar empíricamente la hipótesis de que existen efectos de red a nivel regional que harían que la competencia se defina a nivel local y que, por lo tanto, como implicación de política pública los mercados relevantes se tuvieran que definir regionalmente al igual que las posiciones de dominio. De igual manera, efectos de red regionales pueden llevar a los operadores a perseguir estrategias de mercado a nivel regional, tales como precios definidos al mercado regional en cuestión.

Tabla 1. Participaciones regionales de los operadores móviles.

	Claro		Movistar		Tigo		Avantel		Total	Total	Total	Total	Total
	Prepago	Postpago	Prepago	Postpago	Prepago	Postpago	Prepago	Postpago	Claro	Movistar	Tigo	Avantel	Total
Región Andina	27,60%	16,90%	3,12%	5,79%	5,59%	2,84%	0,35%	1,29%	44,57%	8,91%	8,43%	1,64%	63,55%
Región Caribe	7,60%	2,42%	0,70%	1,24%	4,28%	1,31%	0,02%	0,04%	10,02%	1,94%	5,59%	0,07%	17,62%
Región Pacífica	7,56%	3,41%	2,49%	2,84%	0,79%	0,55%	0,07%	0,17%	10,96%	5,33%	1,33%	0,24%	17,86%
Región Amazonía	0,33%	0,39%	0,02%	0,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	72,00%	0,24%	0,00%	0,00%	0,96%
Total	43,15%	23,13%	6,33%	10,09%	10,66%	4,70%	0,44%	1,51%	66,28%	16,42%	15,35%	19,40%	100,00%

Fuente: Centro Nacional de Consultoría y Comisión de Regulación de Comunicaciones (2016).

4. Metodología.

La metodología empleada en este artículo está basada en el análisis de elección discreta, que ha sido liderada por McFadden (1974) y que ha sido ampliamente utilizada para modelar decisiones individuales. En esta sección, por lo tanto, se describirán diferentes modelos de respuesta multinomial, que es particularmente apropiada en modelos de comportamiento de elección donde las variables explicativas pueden incluir atributos de la elección de las alternativas (por ejemplo, costo), al igual que características de los individuos tomando las elecciones (tales como ingreso). En primer lugar, se explica el modelo multinomial logit en términos de las variables latentes fundamentales.

4.1. Un modelo general de elección.

Suponiendo que Y_i representa una elección discreta entre J alternativas y U_{ij} representa el valor o utilidad de la j – esima elección del i – esimo individuo, U_{ij} será tratada como una variable aleatoria independiente con un componente sistemático η_{ij} y un componente aleatorio ϵ_{ij} tal que:

$$U_{ij} = \eta_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

Se asume que los individuos actúan de modo racional, maximizando su utilidad. De esta forma, el sujeto i elegirá la alternativa j si U_{ij} es el mayor de U_{i1}, \dots, U_{ij} . Hay que señalar que la elección tiene un componente aleatorio, ya que ésta depende de utilidades aleatorias. La probabilidad de que el sujeto i elegirá la alternativa j es:

$$\pi_{ij} = Pr\{Y_i = j\} = Pr\{\max(U_{i1}, \dots, U_{ij}) = U_{ij}\} \quad (2)$$

se puede demostrar que si los términos de error ϵ_{ij} tienen distribución de valor extremo tipo I con densidad:

$$f(\epsilon) = \exp\{-\epsilon - \exp\{-\epsilon\}\} \quad (3)$$

entonces (ver por ejemplo Maddala, 1983)

$$\pi_{ij} = \frac{\exp\{\eta_{ij}\}}{\sum \exp\{\eta_{ik}\}} \quad (4)$$

que es la ecuación básica definiendo el modelo logit multinomial.

En el caso especial donde $J = 2$, el individuo i elegirá la primera alternativa si $U_{i1} - U_{i2} > 0$. Si las utilidades aleatorias U_{ij} tienen distribuciones independientes de valor extremo, se puede demostrar que su diferencia sigue una distribución logística y se obtiene el modelo de regresión logístico.

Luce (1959) derivó la ecuación (4) empezando de un simple requerimiento que las probabilidades de elegir la alternativa j sobre la alternativa k deberían ser independientes del conjunto de elección para todas las parejas j, k . De manera general, esta propiedad se conoce como el axioma de independencia de alternativas irrelevantes. Si este supuesto es razonable (y las otras alternativas son en realidad irrelevantes) depende mucho de la naturaleza de las elecciones².

4.2. Logit multinomial.

En el modelo usual multinomial logit, las utilidades esperadas η_{ij} son modeladas en términos de las características de los individuos de manera tal que:

$$\eta_{ij} = x_i' \beta_j \quad (5)$$

Aquí los coeficientes de regresión β_j pueden ser interpretados como reflejando los efectos de las covariables sobre las probabilidades de tomar una alternativa dada (como se mostró en la sección anterior) o sobre las utilidades fundamentales de las diferentes alternativas.

Una característica de algún modo restrictiva del modelo es que los mismos atributos x_i son usados para modelar las utilidades de todos los J .

4.3. Logit condicional.

McFadden (1973) propone modelar las utilidades esperadas η_{ij} en términos de las características de las alternativas en vez de los atributos de los individuos. Si z_j representa un vector de características de la j -ésima alternativa, entonces postula el modelo:

$$\eta_{ij} = z_j' \gamma \quad (6)$$

² Un ejemplo clásico donde el modelo multinomial no trabaja bien es el conocido problema del bus "rojo/azul". Suponiendo que se tiene una elección de transporte entre un tren, un bus rojo y un bus azul. Suponiendo que la mitad de la gente toma el tren y la mitad toma el bus. Suponiendo adicionalmente que la gente que toma el bus es indiferente al color, de manera tal que ellos se distribuyen de manera equitativa entre los buses rojo y azul. Las probabilidades de elección $\pi = (0.50, 0.25, 0.25)$ serán consistentes con las utilidades esperadas $\eta = (\log 2, 0, 0)$.

Suponiendo ahora que el bus azul es discontinuado, se puede esperar que toda la gente que usaba el bus azul ahora tomará el bus rojo, llevando a una división 1:1 entre tren y bus. Sobre la base de las utilidades esperadas de $\log 2$ y 0, sin embargo, el modelo logit predecirá una división 2:1.

Este modelo se conoce como el modelo logit condicional y resulta ser el equivalente al modelo log-lineal donde el principal efecto de la respuesta está representado en términos de las covariables z_j .

Hay que señalar que con J categorías de respuesta, el margen de respuesta puede ser reproducido exactamente usando cualquier $J - 1$ atributos linealmente independientes de las alternativas. Generalmente se podría querer que la dimensionalidad de z_j sea sustancialmente menor que J . Consecuentemente, los modelos logit condicional son de manera frecuente usados cuando el número de posibles alternativas es alto.

4.4. Logit condicional/Multinomial.

Un modelo más general puede ser obtenido mediante la combinación de las formulaciones logit multinomial y logit condicional, de manera tal que las utilidades fundamentales η_{ij} dependan de las características de los individuos al igual que de las características de las elecciones, o incluso variables definidas para combinaciones de individuos y elecciones (tales como la percepción de un individuo del valor de una elección). El modelo general usado es usualmente escrito como:

$$\eta_{ij} = x_i' \beta_j + z_{ij}' \gamma \quad (7)$$

donde x_i representa características de los individuos que son constantes a lo largo de las alternativas, y z_{ij} representa características que varían a lo largo de las elecciones (ya sea que ellas varían por individuo o no).

Algunos paquetes estadísticos, tales como Stata, tienen procedimientos para ajustar modelos logit condicionales a bases de datos donde cada combinación del individuo y elección posible es tratada como una observación separada.

5. Datos y definición de variables.

Los datos para el análisis empírico fueron obtenidos de una encuesta realizada en 2016 por la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) con el apoyo del Centro Nacional de Consultoría (CNC). La encuesta se realizó a 5.099 individuos mayores de 18 años en las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Cartagena, Cúcuta, Ibagué, Pereira, Pasto, Manizales, Villavicencio, Montería, Quibdó, Leticia y San Andrés y sus áreas metropolitanas. El muestreo fue probabilístico estratificado con un error muestral de 1,4% con un nivel de confianza del 95%³.

Los datos de investigación solo incluyen información para los cuatro operadores de red ya que entre los cuatro suman una participación de mercado superior al 95% y también porque durante 2018 se presentó la salida del mercado de algunos operadores móviles virtuales. Con esto presente, la información de este estudio cubre 4.579 individuos. En esta encuesta, se le preguntó a los individuos que establecieran su elección actual de operador móvil: 61,95% de los individuos nombraron Claro, 15,35% Movistar, 14,35% Tigo y 8,34% el resto de los operadores.

La encuesta contiene información sobre variables demográficas y socioeconómicas de los respondientes tales como ocupación, sexo, edad, estrato y también patrones de uso de telecomunicaciones, tales como el gasto mensual en telefonía móvil y promedio de llamadas

³

https://www.crc.com.gov.co/recursos_user/2016/Actividades_regulatorias/merc_moviles/regulatoria/CRC-Habitos%20Usuarios.pdf

telefónicas realizadas. En términos de género se tiene que el 49,27% de los encuestados son mujeres, en tanto que el 50,73% son hombres. Con respecto al estrato (que es una proxy que mide el ingreso del hogar) se tiene que el 56,68% de la muestra pertenece a los estratos más bajos (1 y 2) en tanto que el 38,98% pertenece a los estratos medios (3 y 4) y tan solo el 4,35% del total de los encuestados pertenecen a los estratos altos (5 y 6). Con respecto a las regiones, se encuentra que el 63,55% de los encuestados residen en la zona andina (que abarca las principales ciudades del centro oriente como Bogotá, Medellín, Bucaramanga), el 17,62% se ubican en la zona caribe (norte del país), el 17,86% se localizan en la zona pacífica (oriente del país) y tan solo el 0,96% de los encuestados están localizados en el sur del país (región Amazonía). En términos de planes, el 60,58% de los usuarios están suscritos a un plan prepago mientras que el 39,42% lo hacen a un plan pospago. En lo que se refiere al gasto mensual en servicios móviles el 80% de los encuestados afirman gastar no más de 60.000 pesos colombianos al mes en este servicio. El 36,69% de los encuestados realizan entre 1 y 5 llamadas al mes y el 27,69% afirman realizar más de 20 llamadas al mes. Todas las variables son explícitamente definidas en la Tabla 2.

Las preguntas de la encuesta también incluyen las inclinaciones del consumidor y actitudes con respecto a diferentes características de servicios móviles tales como calidad, experiencia con el operador, servicio al cliente, precios y promociones. La Tabla 3 presenta los niveles de importancia asignados por los consumidores a factores relacionados con el servicio. Por ejemplo, el 90,8% de los usuarios de Claro afirman que la cobertura es un factor importante en su elección de operador; en tanto que este porcentaje es de 94,01% y 94,02% para Movistar y Tigo, respectivamente. Adicionalmente las participaciones de mercado a nivel nacional y regional (denominadas variables específicas al operador) son usadas como determinantes de la elección de operador.

Tabla 2. Definición de variables.

Variable	Definición
Elección de operador	Variable dependiente del modelo. Hay ocho alternativas para los consumidores: Claro, Movistar, Tigo, Virgin, Uff, Avantel, Éxito, ETB
1 Variables específicas al operador	
Participación nacional	Participación de mercado del operador elegido a nivel nacional
Participación regional	Participación de mercado del operador elegido a nivel regional
2 Variables de efectos regionales	Variables dummy para las regiones
3 Variables demográficas	
Edad	Edad del respondiente
Sexo	Género del respondiente: 1 para hombre
Estado civil	Estado marital del respondiente: 1 para casado, 0 para lo demás
Ocupación	1 si el respondiente está empleado u ocupado en algún oficio
4 Variables económicas	
Estrato	Proxy del ingreso de los respondientes, una variable clasificada que va de 1 (ingreso bajo) a 6 (ingreso alto)
Gasto	Gasto por mes en el operador elegido, una variable clasificada que va de 1 (COP 15000) a 7 (más de COP 90000)
5 Uso	
Llamadas de uso	Promedio diario de llamadas, una variable clasificada que va de 1 (entre 1 y 5 llamadas) a 5 (más de 20 llamadas)
Tipo de plan	Tipo de plan del respondiente: 1 para prepago
6 Preferencias del consumidor	
Cobertura	1 si las propiedades de cobertura del operador son importantes o muy importantes para el respondiente, 0 de otro modo
Calidad del servicio	1 si la calidad del servicio es importante o muy importante para el respondiente, 0 de otro modo
Precio	1 si los precios del operador son importantes o muy importantes para el respondiente, 0 de otro modo
Servicio al cliente	1 si la atención al cliente del operador es importante o muy importante para el respondiente, 0 de otro modo
Amigos/familia	1 si estar en el mismo operador que los amigos/familia es importante o muy importante para el respondiente, 0 de otro modo
Promociones	1 si las promociones del operador son importantes o muy importantes para el respondiente, 0 de otro modo
Experiencia con el operador	1 si la imagen del operador es importante o muy importante para el respondiente, 0 de otro modo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Importancia de factores específicos al operador para los consumidores (como porcentaje de los consumidores).

	Claro	Movistar	Tigo	Virgin Mobile	Uff Móvil	Avantel	Éxito Móvil	ETB
Cobertura	90,84%	94,02%	94,03%	93,14%	92,21%	94,38%	92,98%	94,05%
Calidad del servicio	91,73%	94,28%	94,03%	94,12%	93,51%	97,75%	91,23%	95,24%
Precio	76,71%	79,52%	80,65%	86,27%	80,52%	82,02%	85,96%	89,29%
Servicio al cliente	87,45%	88,56%	90,90%	85,29%	93,51%	86,52%	94,74%	85,71%
Amigos/familia	74,27%	67,02%	68,71%	56,86%	44,16%	51,69%	52,63%	34,52%
Promociones	63,79%	65,56%	71,41%	65,69%	68,83%	68,54%	70,18%	67,86%
Experiencia con el operador	82,37%	84,71%	85,21%	72,55%	85,71%	73,03%	85,96%	77,38%

Fuente: Elaboración propia con datos de Encuesta Hábitos CRC y CNC.

6. Resultados empíricos.

La ecuación (7) es estimada usando el procedimiento logit condicional⁴ en Stata (comando `asclogit`) con diferentes combinaciones de variables específicas al operador, aplicando el test de Hausman para verificar el supuesto de IIA en los términos de error. Para poder probar cómo el tamaño de los efectos de red regionales afecta la elección del consumidor, se emplean variables regionales dicótomas y participaciones de mercado a nivel regional. Consistente con estudios anteriores, las participaciones de mercado nacionales son usadas para medir los efectos de red a nivel país.

Los resultados de estimación se presentan en las tablas estimación I y estimación II (Anexo). Los resultados de la estimación I reportan los parámetros estimados cuando se incluyen todos los factores específicos al operador. Por facilidad de interpretación se presentan los `oddsratio` de la estimación. En la estimación se encuentran que los efectos de red son nacionales (el coeficiente de participación nacional es significativo al 3,6%), pero las participaciones regionales no son significativas. Esto es bastante intuitivo ya que como se observó en la descripción cualitativa de las participaciones regionales, el operador Claro tiene una clara dominancia tanto a nivel nacional como a nivel regional. Esto hace que una definición de mercados nacional tenga más sentido.

En cuanto a las variables específicas al operador se encuentra que cuanto mayor sea la edad del usuario, tiene una mayor probabilidad de elegir el operador Claro que el operador Avantel, pero si el usuario es hombre ($X=1$) tiene menos probabilidad de elegir Claro que Avantel. De igual manera, los usuarios de estrato bajo prefieren el operador Claro que el operador Avantel (recordar que componen la mayoría de la muestra), lo que también se ve representado en el hecho de que los usuarios de plan prepago tienen mayor probabilidad de elegir Claro sobre Avantel, al igual que los que realizan menos llamadas. Para el usuario de Claro estar ubicado en una región específica no es un determinante para la elección de este operador, lo que es consistente con el hecho de que no existan efectos de red regionales.

⁴ Con Stata se puede ajustar el modelo logit condicional de McFadden discutido anteriormente, un modelo de utilidad aleatoria donde la utilidad esperada de una elección depende de las características de las alternativas, características de las personas haciendo las elecciones y variables que son específicas a una combinación de persona y alternativa, por ejemplo, distancia a un cine. Stata utiliza el comando `asclogit`, que es una abreviación de `alternative specific conditional logit`, que de manera significativamente simplifica correr el modelo.

Con respecto al operador Movistar, las mismas variables que determinan la elección del operador Claro sobre el operador Avantel, son las que determinan la elección de Movistar sobre el operador Avantel. A excepción del estrato que no es significativa en la elección de este operador. De igual forma, la ubicación regional no tiene impacto sobre la elección del operador.

En lo que se refiere al operador Tigo, se puede observar que un usuario ubicado en la región andina o en la región pacífica tiene mayor probabilidad de elegir Avantel que elegir Tigo, lo cual es consistente ya que Tigo tiene mayor presencia en la región Atlántica. En términos de variables específicas al operador, la edad, el gasto mensual, ser usuario prepago, hacen que haya una mayor probabilidad de elegir el operador Tigo que el operador Avantel. Por el contrario, ser hombre y realizar un mayor número de llamadas disminuyen la probabilidad de que se elija Tigo sobre Avantel. La estimación II muestra los resultados de regresión cuando se incluyen las preferencias establecidas por los consumidores con respecto a diferentes características del operador. Aunque esas variables no capturan los efectos directos que ciertas características tienen sobre la elección del operador es de notar, sin embargo, que en esta estimación los efectos de red regionales no son significativos y al igual que la estimación anterior los efectos de red nacionales son los que importan en la elección que el consumidor hace del operador. Esto implica que el consumidor elige su operador basado en el número de total de usuarios que tenga el operador independientemente de donde estos estén localizados y que el consumidor entiende el mercado móvil como un mercado de carácter nacional.

Con respecto a las preferencias del consumidor se encuentra que únicamente la experiencia que el usuario tiene con el operador es la única variable que aumenta la probabilidad de que se elija cualquiera de los tres operadores por encima de Avantel⁵. Con respecto a la variable experiencia con el operador se mide la antigüedad y/o costumbre de estar con un operador determinado. Por lo tanto, se puede estar presentando un fenómeno de inercia donde una vez un usuario está con un operador por cierto tiempo determinado sea muy difícil que lo cambie, a pesar de que otras variables como calidad, cobertura de otros operadores tengan mejores indicadores.

7. Conclusiones e implicaciones de política pública.

La literatura teórica sobre mercados con efectos de red ha mostrado que las externalidades por el lado de la demanda pueden inducir a que el mercado se incline a favor de la firma más grande. Estudios empíricos a nivel macro que analizan efectos de red comúnmente usan el supuesto que el tamaño total de la red es importante para muchos consumidores o, porque las redes están interconectadas, el número de consumidores a lo largo de todas las redes (efectos de red globales). En contraste, estudios más al nivel micro han sugerido que familia y amigos y demás redes sociales son más importantes para la elección del consumidor que el tamaño total de la red.

Este estudio sugiere que, basándose en datos a nivel micro para Colombia, los efectos de red a nivel nacional son importantes en determinar la elección de operador por parte del consumidor, una vez la heterogeneidad individual y regional es tomada en consideración. Esto implica que es el tamaño total del operador en términos de número de usuarios el que determina la elección por parte del consumidor. Adicionalmente características tales como la experiencia con el operador también afectan la elección de operador móvil. De igual forma, se encuentra que el sexo, el estrato, el tipo de plan y el número de llamadas realizadas son determinantes en la elección de operador por parte de los consumidores de servicios móviles en Colombia.

⁵ Al realizar el likelihood ratio test excluyendo todas las variables de preferencia del consumidor a excepción de experiencia del consumidor se rechaza la hipótesis nula y, por lo tanto, se puede concluir que la única variable de preferencia del consumidor sensible de incluir en el modelo es la experiencia del consumidor.

Los análisis también sugieren que los efectos regionales de red no son significativos para la elección del consumidor. Esto significa que muy probablemente los consumidores no se ven afectados por las elecciones de otros consumidores dentro de su área regional. Esto se puede explicar en parte por el hecho de que en Colombia no existe discriminación regional de precios⁶. En otras palabras, la discriminación de precios ocurre cuando a consumidores en diferentes mercados se les cobra diferentes precios por el mismo bien o servicio, por razones no relacionadas con el costo. La discriminación de precios es efectiva solo si los consumidores no pueden de manera rentable revender los bienes o servicios a otros consumidores. La discriminación de precios puede tomar muchas formas, incluyendo la fijación de precios para diferentes grupos de edad, diferentes ubicaciones geográficas, y diferentes tipos de usuarios (tales como residenciales vs empresariales).

En el caso de discriminación geográfica de precios, la existencia de diferencias en precio entre diferentes mercados geográficos sugeriría que las condiciones de competencia en diferentes áreas del país no son homogéneas y que, por lo tanto, existen diferentes mercados relevantes geográficos. En este caso, este argumento no tiene sentido porque como bien lo definió la misma Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) el mercado geográfico del mercado de servicios móviles en Colombia es de carácter nacional y, por lo tanto, la discriminación geográfica es eliminada por el mismo mercado en el sentido que la potencial reventa de servicios o productos en regiones de bajo precio haría que se igualen los precios con regiones donde los precios por los mismos servicios o productos sea alta promoviendo de esta manera la integración del mercado.

No obstante, el regulador podría tener la postura de que sí el mismo mercado no evitará la discriminación geográfica de precios, el operador dominante podría reaccionar a diferencias regionales en la demanda y en la intensidad de la competencia y podría, por lo tanto, explotar su poder de mercado a nivel regional (local). No obstante, no existen incentivos económicos para que un operador implemente estrategias de fijación de precios geográfica, ya que esto tiene la desventaja para los operadores en el sentido que el desarrollo de la oferta de planes tarifarios es bastante costoso, especialmente porque se tendría que adquirir información sobre las diferencias regionales en elasticidades de precios para los diferentes servicios móviles. De igual forma, diferencias en los planes tarifarios podría aumentar los costos en el mercadeo y publicidad de los planes.

Es importante recordar que la discriminación geográfica de precios solo puede existir si los consumidores difieren en sus demandas por un dado bien o servicio y la firma puede prevenir o limitar el arbitraje. Si los consumidores tienen demandas idénticas por un bien o servicio, entonces todos los consumidores demandarán la misma cantidad del bien o servicio para cada precio, y el precio y la cantidad del bien dependerán solo del número de consumidores en el mercado y la habilidad de las firmas para ofrecer el bien (la curva de oferta). De igual forma, si los consumidores pueden arbitrar diferencias en precios, cualquier intento de cobrar precios altos a algún grupo será eliminado a través de la reventa. En ese orden de ideas, los estudios desarrollados que soportaron la decisión de la CRC, en particular el estudio de hábitos desarrollado por el Centro Nacional de Consultoría encontró que las preferencias de los consumidores por servicios móviles son homogéneas a nivel nacional, es decir, que no existían diferentes curvas de demanda para diferentes consumidores dependiendo de la ubicación de éstos. En ese mismo sentido, el alcance nacional del mercado por definición elimina la posibilidad de arbitraje, ya que tiene que primar la ley de precio único para todo el territorio nacional.

Por último, los hallazgos de este estudio contrastan con los de Karacuka et al. (2013) quienes encontraron que para el mercado de Turquía existen disparidades regionales en la

⁶ En términos generales, se puede decir que existe discriminación de precios cuando dos productos “similares” que se producen al mismo costo marginal son vendidos por una firma a precios diferentes.

adopción de servicios móviles y que existen efectos de red regionales que son significativos para la elección del consumidor y que los consumidores eligen su operador móvil basados en las elecciones de otros usuarios ubicados en su área regional y no tanto por el tamaño total de la red. Por otro lado, próximos estudios pueden analizar los determinantes del poder de mercado del operador Claro.

Referencias

- Armstrong, M. (1998). Network interconnection. *Economic Journal*, 108, 545-564.
- Arthur, W.B. (1989). Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *Economic Journal*, 99, 116-131.
- Birke, D., & Swann, G. P. (2006). Network effects and the choice of mobile phone operator. *Journal of Evolutionary Economics*, 16(1-2), 65-84.
- Centro Nacional de Consultoría y Comisión de Regulación de Comunicaciones (2016). *Hábitos y Usos de Servicios Móviles*. Recuperado de: https://www.crcm.gov.co/recursos_user/2016/Actividades_regulatorias/merc_moviles/regulatoria/CRC-Habitos_Usuarios.pdf.
- Comisión de Regulación de Comunicaciones (2017). *Reporte de Industria Sector TIC*. Recuperado de: https://www.crcm.gov.co/recursos_user/reporteindustria2017.pdf.
- Corrocher, N., & Zirulia, L. (2009). Me and you and everyone we know: an empirical analysis of local network effects in mobile communications. *Telecommunications Policy*, 33(1), 68-79.
- Czajkowski, M., & Sobolewski, M. (2011). Measuring network effects in mobile telecommunications markets with stated-preference valuation methods. *International Journal of Management and Network Effects*, 2(2), 197-215.
- Doganoglu, T., & Grzybowski, L. (2007). Estimating network effects in mobile telephony in Germany. *Information Economics and Policy*, 19(1), 65-79.
- Economides, N. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization*, 14(6), 673-699.
- Farrell, J., & Klemperer, P. (2007). Coordination and lock-in: competition with switching costs and network effects. In: Armstrong, M. & Porter, R. (Eds.), *Handbook of industrial organisation* (pp. 1967-2072). Elsevier.
- Fu, W.W. (2004). Termination-discriminatory pricing, subscriber bandwagons, and network traffic patterns: the Taiwanese mobile phone market. *Telecommunications Policy*, 28(1), 5-22.
- Gandal, N. (2002). Compatibility, standardization, and network effects: Some policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 80-91.
- Grajek, M. (2010). Estimating network effects and compatibility: evidence from the Polish mobile market. *Information Economics and Policy*, 22(2), 130-143.

- Haucap, J. & Heimeshoff, U. (2011). Consumer behavior towards on-net/off-net price differentiation. *Telecommunications Policy*, 35, 325-332.
- Hoernig, S. (2007). On-net and off-net pricing on asymmetric telecommunications networks. *Information Economics and Policy*, 19, 171-188.
- Karaçuka, M., Çatık, A.N., & Haucap, J. (2013). Consumer choice and local network effects in mobile telecommunications in Turkey. *Telecommunications Policy*, 37(4), 334-344.
- Katz, M.L. & Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition, and compatibility. *American Economic Review*, 75, 424-440.
- Katz, M.L. & Shapiro, C. (1986). Technology adoption in the presence of network externalities. *Journal of Political Economy*, 94, 822-841.
- Katz, M.L. & Shapiro, C. (1994). Systems competition and network effects. *Journal of Economic Perspectives*, 8, 93-115.
- Kim, H.S. & Kwon, N. (2003). The advantage of network size in acquiring new subscribers: A conditional logit analysis of the Korean mobile telephony market. *Information Economics and Policy*, 15, 17-33.
- Klemperer, P. (1987). The competitiveness of markets with switching costs. *RAND Journal of Economics*, 18, 138-150.
- Laffont, J.J., Rey, P. & Tirole, J. (1998). Network competition: II. Price discrimination. *RAND Journal of Economics*, 29, 38-56.
- Liikanen, J., Stoneman, P., & Toivanen, O. (2004). Intergenerational effects in the diffusion of new technology: the case of mobile phones. *International Journal of Industrial Organization*, 22(8), 1137-1154.
- Luce, R.D. (1959). *Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis*. New York: Wiley.
- Maddala, G.S. (1983). *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Economics*. New York: Cambridge University Press, pp. 257-91.
- Maicas, J. P., Polo, Y., & Sese, F.J. (2009). Reducing the level of switching costs in mobile communications: the case of mobile number portability. *Telecommunications Policy*, 33(9), 544-554.
- Maicas, J. P., & Sese, F. J. (2011). Network effects in the mobile communications industry: an overview. In: Maicas, J.P. (Ed.), *Recent Developments in the Mobile Communications Industry: A Multidisciplinary Approach* (pp. 131-140). Croatia: InTech.
- McFadden, D. (1973). Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Be. In: Zarembka, P. (Ed.), *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press.
- McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics*, 3(4), 303-328.

- Rohlfs, J. (1974). A theory of interdependent demand for a communications service. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 5, 16-37.
- Sobolewski, M., & Czajkowski, M. (2012). Network effects and preference heterogeneity in the case of mobile telecommunications markets. *Telecommunications Policy*, 36(3), 197-211.
- Suleymanova, I. & Wey, C. (2011). Bertrand competition in markets with network effects and switching costs. *B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 11(1), Article 56 (Contributions).
- Valletti, T.M. (1999). A model of competition in mobile communications. *Information Economics and Policy*, 11, 61-72.

ANEXO

Tabla 4. Estimación I.

Variab	OddsRatio	P>z
Variab		
Participación regional	6,92700900	19,5%
Participación nacional	11,74565000	3,6%
Avantel	(alternativa base)	
Claro		
Región Andina	0,7370723	40,3%
Región Pacífica	1,1073590	81,8%
Región Amazonía	780814	99,1%
<u>Edad</u>	<u>1,0496900</u>	<u>0,0%</u>
<u>Sexo</u>	<u>0,5704535</u>	<u>1,5%</u>
Ocupación	0,9422330	82,6%
Estado Civil	0,9650933	87,6%
<u>Estrato</u>	<u>0,6527217</u>	<u>0,0%</u>
<u>Gasto Mensual</u>	<u>1,1750750</u>	<u>3,3%</u>
<u>Tipo de Plan</u>	<u>6,0953450</u>	<u>0,0%</u>
<u>Número de Llamadas</u>	<u>0,8367975</u>	<u>1,5%</u>
Movistar		
Región Andina	0,6765968	2,5%
Región Pacífica	1,8976030	20,8%
Región Amazonía	1097523	99,1%
<u>Edad</u>	<u>1,0577880</u>	<u>0,0%</u>
<u>Sexo</u>	<u>0,5186035</u>	<u>0,6%</u>
Ocupación	1,1475890	62,2%
Estado Civil	9,9796684	93,1%
Estrato	0,8721396	18,2%
<u>Gasto Mensual</u>	<u>1,1382300</u>	<u>9,6%</u>
<u>Tipo de Plan</u>	<u>2,2797300</u>	<u>0,4%</u>
<u>Número de Llamadas</u>	<u>0,8384347</u>	<u>2,0%</u>
Tigo		
<u>Región Andina</u>	<u>0,3472779</u>	<u>1,2%</u>
<u>Región Pacífica</u>	<u>0,3417285</u>	<u>5,0%</u>
Región Amazonía	0,2088512	99,9%
<u>Edad</u>	<u>1,0331340</u>	<u>1,0%</u>
<u>Sexo</u>	<u>0,5142716</u>	<u>0,6%</u>
Ocupación	1,1217710	68,5%
Estado Civil	0,8951088	64,2%
Estrato	0,9872830	90,2%
<u>Gasto Mensual</u>	<u>1,3855330</u>	<u>0,0%</u>
<u>Tipo de Plan</u>	<u>12,4556000</u>	<u>0,0%</u>
<u>Número de Llamadas</u>	<u>0,7830105</u>	<u>0,2%</u>

Fuente: Elaboración propia con datos de Stata 15.

Tabla 5. Estimación 2.

1	
Variab	

Participación nacional	-6,6964***
Participación local	15,7752***
Dummy regionales Claro	
Región andina	-4,1712***
Región atlantica	-2,1358**
Región Amazonía	8,9949
Dummy regionales Movistar	
Región andina	-1,8581**
Región atlantica	-0,5703
Región Amazonía	11,5683
Dummy regionales Tigo	
Región andina	-3,5412***
Región atlantica	-4,5334***
Región Amazonía	-3,0993
Dummy regionales Virgin Mobile	
Región andina	-3,0991***
Región atlantica	-3,8448***
Región Amazonía	-3,2967
Dummy regionales Uff Móvil	
Región andina	-3,6769***
Región atlantica	-3,1652***
Región Amazonía	-3.2008
Dummy regionales Avantel	
Región andina	-3,1977***
Región atlantica	-3,4096***
Región Amazonía	-3,2346
Dummy regionales Éxito	
Región andina	-3,6481***
Región atlantica	-3,2058***
Región Amazonía	-3,2832
Variables demográficas Claro	
Edad	0,02212**
Sexo	-0,5019**
Ocupación	0,1517
Estado Marital	-0,0182
Variables demográficas Movistar	
Edad	0,0311***
Sexo	-0,5991**
Ocupación	0,3284
Estado Marital	-0,006
Variables demográficas Tigo	
Edad	0,0114
Sexo	-0,5939**
Ocupación	0,3589
Estado Marital	-0,0735
Variables demográficas Virgin Mobile	
Edad	-0,014
Sexo	-0,2698
Ocupación	0,7463**
Estado Marital	-0,0129
Variables demográficas Uff Movil	
Edad	0,0244**

Sexo	-0,342
Ocupación	0,0679
Estado Marital	-0,3429
VARIABLES DEMOGRÁFICAS AVANTEL	
Edad	-0,0076
Sexo	0,1745
Ocupación	0,4696
Estado Marital	0,0568
VARIABLES DEMOGRÁFICAS ÉXITO	
Edad	0,0095
Sexo	-0,7123*
Ocupación	0,3039
Estado Marital	0,289
VARIABLES ECONÓMICAS CLARO	
Estrato	-0,1447
Gasto mensual servicios móviles	0,1261
VARIABLES ECONÓMICAS MOVISTAR	
Estrato	0,129
Gasto mensual servicios móviles	0,0926
VARIABLES ECONÓMICAS TIGO	
Estrato	0,2831**
Gasto mensual servicios móviles	0,3170***
VARIABLES ECONÓMICAS VIRGIN MOBILE	
Estrato	0,201
Gasto mensual servicios móviles	-0,0815
VARIABLES ECONÓMICAS UFF MOVIL	
Estrato	0,3136*
Gasto mensual servicios móviles	0,1286
VARIABLES ECONÓMICAS AVANTEL	
Estrato	0,3452**
Gasto mensual servicios móviles	0,0348
VARIABLES ECONÓMICAS ÉXITO	
Estrato	0,1946
Gasto mensual servicios móviles	-0,0574
USO CLARO	
Tipo de plan	2,4762***
Numero llamadas a la semana	0,1464**
USO MOVISTAR	
Tipo de plan	1,5024***
Numero llamadas a la semana	0,1468*
USO TIGO	
Tipo de plan	3,3777***
Numero llamadas a la semana	0,07264
USO VIRGIN MOBILE	
Tipo de plan	5,0692***
Numero llamadas a la semana	0,3744***
USO UFF MÓVIL	
Tipo de plan	4,2222***
Numero llamadas a la semana	0,139
USO AVANTEL	
Tipo de plan	1,1563**
Numero llamadas a la semana	0,3734***

Uso Éxito	
Tipo de plan	4,6550***
Numero llamadas a la semana	0,2251*
Preferencias del Consumidor Claro	
Cobertura	-0,1328
Calidad	-0,4958
Precio	-1,1317***
Atención cliente	0,4461
Amigos en el mismo operador	1,4072***
Ofertas	-0,3329
Experiencia con el operador	0,3961
Preferencias del Consumidor Movistar	
Cobertura	0,1892
Calidad	-0,3209
Precio	-1,0559***
Atención cliente	0,4434
Amigos en el mismo operador	1,1480***
Ofertas	-0,2506
Experiencia con el operador	0,4937
Preferencias del Consumidor Tigo	
Cobertura	0,2895
Calidad	-0,2855
Precio	-1,0285**
Atención cliente	0,7227*
Amigos en el mismo operador	1,0913***
Ofertas	-0,023
Experiencia con el operador	0,4848
Preferencias del Consumidor Virgin Mobile	
Cobertura	-0,4286
Calidad	-0,5045
Precio	-0,588
Atención cliente	0,1699
Amigos en el mismo operador	0,6270**
Ofertas	-0,1178
Experiencia con el operador	-0,1269
Preferencias del Consumidor Uff Móvil	
Cobertura	-0,565
Calidad	-0,7429
Precio	-1,0758**
Atención cliente	0,7146
Amigos en el mismo operador	-0,1044
Ofertas	0,1579
Experiencia con el operador	0,5739
Preferencias del Consumidor Avantel	
Cobertura	-0,4228
Calidad	0,8383
Precio	-0,8054
Atención cliente	0,3162
Amigos en el mismo operador	0,8366**
Ofertas	0,081
Experiencia con el operador	-0,179
Preferencias del Consumidor Éxito	

Cobertura	-0,4077
Calidad	-1,0816
Precio	-0,7679
Atención cliente	0,7646
Amigos en el mismo operador	0,1397
Ofertas	0,0087
Experiencia con el operador	0,5594
Pseudo R2	0,1602
Loglikelihood	-5199,6246

Fuente: Elaboración propia con datos de Stata 15.