

El Mercado Móvil de Telecomunicaciones en Colombia ante Externalidades de Red

Juan Pablo Vásquez Fonseca

Universidad del Rosario

Facultad de Economía

Maestría en Economía

Bogotá D.C.

2009

El Mercado Móvil de Telecomunicaciones en Colombia ante externalidades de Red

Juan Pablo Vásquez Fonseca

Proyecto de Investigación: Tesis

Línea de investigación: Organización Industrial

Tutor de Tesis

David Bardey

Profesor Investigador

Director Maestría en Economía

Universidad del Rosario

Facultad de Economía

Maestría en Economía

Bogotá D.C.

2009

ÍNDICE

Resumen.....	1
<i>Abstract</i>	1
1. Introducción	3
2. Revisión de Literatura	7
3. El enfoque utilizado (Hoernig, 2007a)	15
3.1 Descripción del Modelo.....	15
3.2 Escenario Base	17
3.3 Medidas Regulatorias adicionales.....	21
4. Simulaciones	23
4.1 Cargos de Acceso asimétricos.....	24
4.2 Restricción al diferencial de precios.....	27
4.3 Implementación de las medidas de manera complementaria	29
5. Conclusiones	35
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXO TÉCNICO	40

Resumen

Si bien la generalidad de los mercados de telefonía móvil se consideran suficientemente competidos, los mercados en los que el operador más grande supera ampliamente en participación de mercado a sus seguidores constituyen un motivo de preocupación para sus respectivas autoridades regulatorias y de competencia. El análisis económico del problema ha llevado a que exista una cantidad creciente de literatura relacionada, principalmente con el propósito de analizar la persistencia de la asimetría en las cuotas de mercado.

Tal es el caso del mercado móvil de telecomunicaciones en Colombia, donde la Comisión de Regulación de Comunicaciones ha sostenido que a la luz del problema de competencia que se origina por la unión de una participación de mercado considerablemente asimétrica y el diferencial de precios, el operador más grande adquiere una ventaja competitiva considerable frente a los demás operadores en el mercado, y por lo tanto es un operador con poder significativo de mercado, u operador con posición dominante.

Por lo anterior, el presente trabajo evalúa la imposición de algunas medidas regulatorias con el fin de verificar si estas contribuyen a generar una mayor competencia en el mercado, y mejores condiciones para los operadores competidores.

Palabras Claves: Organización Industrial, Redes Móviles, Diferenciación Precios *On-net* y *Off-net*, externalidades de red soportadas en diferenciación de precios.

Abstract

Even though most mobile markets are regarded as sufficiently competed, the markets in which the biggest operator has a considerable difference in market share compared to its competitors are a matter of concern both for regulatory and competition authorities. In fact, there's a lot of new literature that tries to explain the persistence of market share asymmetry, and the barriers that the small operators find to compete for a bigger share of the market.

Such is the case of the mobile telecommunications market in Colombia, where the National Regulatory Commission of Communications in Colombia has proved that with the combination of a

significant market share difference and a on-net / off-net price discrimination, the biggest operator has a significant position within the market, and thus is subject to the establishment of differential remedies.

This document analyses the imposition of certain remedies with the intention of verifying if they contribute to increase competition in the market, or at least improves the market conditions that face the smaller operators.

Key Words: Industrial Organization, Mobile Networks, On-net and Off-net price discrimination, tariff mediated externalities.

1. Introducción

El mercado móvil de telecomunicaciones es considerado como uno de los mercados con mayores niveles de competencia en la industria de las telecomunicaciones a nivel mundial. La presencia de entre tres y cuatro operadores de redes móviles con cobertura nacional, así como la presencia de operadores móviles virtuales ha contribuido en lograr estos calificativos. Así lo han manifestado distintas entidades Europeas, como la Comisión Europea, quien hasta la fecha ha recomendado mantenerse al margen de regular este mercado, interviniendo tan solo en el mercado mayorista de terminación. Similarmente, en Estados Unidos no existe ningún tipo de regulación para este mercado, ni siquiera a nivel del mercado mayorista de terminación, puesto que en este país opera el esquema *receiver party pays* o el que recibe una llamada paga por ella.

En primer lugar, con el propósito de dar claridad sobre la regulación tradicional aplicada en los mercados mayoristas de terminación, es importante tener en cuenta el funcionamiento de los esquemas de remuneración de redes que operan en la actualidad. En primer lugar, el más utilizado es el *caller party pays* (CPP) – el que llama paga -, en donde el usuario que hace la llamada paga la totalidad de la misma, y la red en la que se origina la llamada le paga a la red en la que termina la llamada un cargo de acceso. El segundo esquema, de menor utilización, es el *receiver party pays* (RPP) – el que recibe la llamada paga-, en el que un usuario paga por realizar una llamada y el usuario que recibe la llamada también paga. Aunque se alega que este esquema repercute en una menor penetración del servicio, lo cierto es que es un esquema que obliga a los usuarios a internalizar la externalidad de red que se origina por la recepción de llamadas. El tercer esquema es el *sender keeps all* (SKA) – el que llama se queda con todo-, donde el operador que origina la llamada no le paga nada al operador que recibe la llamada, y tampoco se le cobra al usuario por recibir llamadas.

Ahora bien, aun teniendo en cuenta que los mercados de telefonía móvil por lo general se consideran suficientemente competidos, los mercados en los que el operador más grande supera ampliamente en participación de mercado a sus seguidores se siguen observando con

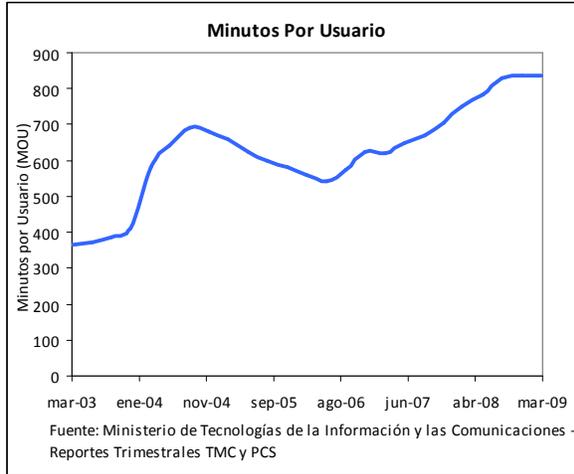
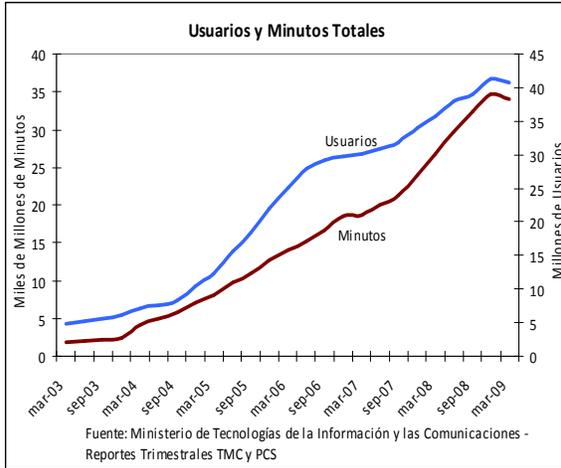
preocupación¹. Con el propósito de entender la dinámica de la competencia entre redes móviles y las particularidades de las mismas, se observa un creciente desarrollo de literatura que trata de explicar la persistencia de la asimetría de las participaciones de mercado, y la imposibilidad de los operadores pequeños para ganar una participación de mercado que lo equipare con el operador más grande, e incluso el racional detrás del establecimiento de un diferencial de precios para el tráfico que termina en la red propia (*on-net*) y para el tráfico que termina en las redes de otros operadores (*off-net*).

Documentación sobre el problema de competencia antes mencionado se encuentra por primera vez en el artículo seminal de Laffont, Rey y Tirole (1998b) donde se identifica la existencia de externalidades de red a partir de la implementación de una diferenciación de precios entre el tráfico *on-net* y el tráfico *off-net*, aun cuando los operadores están plenamente interconectados. Cuando los operadores fijan tarifas diferenciadas por destino, *off-net* y *on-net*, y las primeras son más altas que las segundas, el operador desincentiva el primer tipo de tráfico, y por lo tanto la interconexión se diluye en la práctica. Esto genera una externalidad conocida como *tariff-mediated externality*, que se refiere a una externalidad artificial originada por la diferenciación de precios, y en la que los usuarios valoran más la suscripción a un operador más grande por cuanto podrán recibir más llamadas.

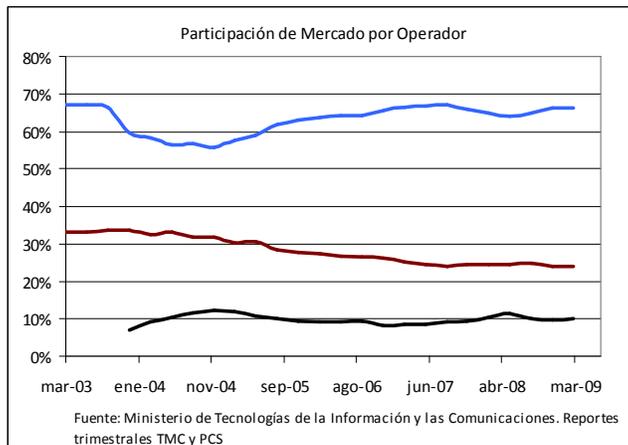
Si bien las acciones de estos operadores no constituyen una práctica anticompetitiva *per se*, la posibilidad de que el tamaño de un operador unido al diferencial de tarifas por destino tenga efectos perjudiciales para la competencia en el mediano y largo plazo debe ser motivo de preocupación tanto para los reguladores como para las autoridades de competencia.

Las características del mercado de telefonía móvil en Colombia no difieren de las observadas a nivel mundial, con un crecimiento considerable de la base de usuarios y tráfico cursado y un uso creciente del servicio medido en minutos por usuario.

¹ Dos ejemplos de esto son Chipre y Eslovenia, donde aun cuando la Comisión Europea había recomendado abstenerse de regular dicho mercado, la misma ha aceptado el análisis de mercado adelantado por las Autoridad Nacionales Regulatorias (ANR) de cada país, debido, en particular, por la alta participación del operador líder del mercado.



Sin embargo, también es un rasgo característico del mercado móvil en Colombia la elevada concentración que presenta el mismo, en particular en torno a un solo operador. Como se puede ver en la siguiente gráfica, salvo la entrada del tercer operador al mercado en el cuarto trimestre de 2003 y los tres periodos siguientes, la participación de mercado del operador más grande ha sido persistentemente superior al 60%.



La participación de mercado de cada uno de los operadores toma mayor relevancia si se tiene en cuenta que el mercado de telefonía móvil en Colombia es principalmente prepago (cerca del 85%² de los usuarios del mercado se encuentran vinculados a un operador a través de la modalidad prepagada del servicio), y los usuarios se vinculan al operador donde mayor cantidad de llamadas *on-net* pueden hacer.

² Fuente: Ministerio de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

Aparte de esta repartición del mercado particularmente asimétrica, comparable incluso con los mercados más concentrados de Europa, también se observa el establecimiento de tarifas diferenciales por parte de los tres operadores en el mercado para tráfico *on-net* y para tráfico *off-net*.

Finalmente, se debe tener en cuenta que la Comisión de Regulación de Comunicaciones, mediante las Resoluciones CRT 2062 y 2152 de 2009, ha sostenido que a la luz del problema de competencia que se origina por la unión de una participación de mercado considerablemente asimétrica y el diferencial de precios, el operador más grande adquiere una ventaja competitiva considerable frente a los demás operadores en el mercado, y por lo tanto es un operador con poder significativo de mercado, u operador con posición dominante. Por lo anterior, la Comisión ha considerado pertinente aplicar medidas regulatorias diferenciales con el propósito de fomentar la competencia en el mercado por parte de los operadores competidores.

El problema de competencia descrito se puede descomponer en dos dimensiones. En primer lugar, por el simple hecho de tener una participación de mercado más grande, dicho operador está en condiciones de ofrecer una factura esperada de menor valor para sus usuarios de lo que pueden ofrecer operadores competidores. Esto se debe a que tiene una mayor masa de usuarios, y por lo tanto una mayor cantidad de destinos para hacer llamadas *on-net* en comparación a los demás operadores del mercado. En la medida en que los operadores más pequeños no puedan replicar dicha factura esperada tienen una desventaja competitiva que los hace cada vez menos atractivos para los usuarios.

Este problema toma particular importancia si, tal y como lo manifiesta ERG (2008), la señal de costos del tráfico *on-net* es inferior a la señal de costos del tráfico *off-net*. Esto se debe a que, con la regulación vigente en los países que tienen establecido un esquema CPP, un cargo de acceso por minuto establece un costo fijo por minuto *off-net* cursado, ineludible para los operadores. En contraposición, el tráfico *on-net* no genera un costo fijo por minuto, y de hecho puede ser cursado aprovechando capacidad sin utilizar, por lo que el costo marginal por minuto es muy bajo y considerablemente más bajo que el cargo de acceso. Bajo este entendido, el problema de los

operadores competidores no es solo que no puedan replicar la factura esperada del operador más grande, sino que no pueden replicar la estructura de costos del operador más grande.

La segunda dimensión del problema de competencia es la menor utilidad que percibe un usuario de las redes más pequeñas por cuanto reciben menos llamadas que los usuarios de la red más grande. Tal y como lo afirma Berger (2005), la fijación de tarifas *off-net* más altas es una herramienta para desincentivar la vinculación de usuarios a las otras redes, con una ventaja mayor para la red más grande. En este sentido, Hoernig (2007b) afirma que si se prohíbe la diferenciación de precios, la externalidad de red ya no favorece al operador más grande por cuanto la externalidad de red se extiende a todos los usuarios del mercado.

Ante este contexto, el objeto del presente documento es evaluar la imposición de una serie de medidas regulatorias con miras a corregir el problema de competencia que se presenta a raíz de las externalidades de red originadas en el diferencial de precios que favorecen particularmente al operador más grande. Para esto, en la sección 2 se provee una revisión de literatura en torno a la competencia entre redes de telecomunicaciones, y particularmente de redes móviles y el reflejo de estas características en el mercado colombiano; en la tercera sección se expone un modelo teórico aplicado previamente por distintos autores, incorporando las medidas regulatorias; en la cuarta sección se hacen simulaciones de un escenario base similar a la actualidad colombiana y a partir de la incorporación de las medidas regulatorias y la variación de algunos parámetros, se analizan los beneficios incrementales (o pérdidas) de la imposición de las medidas regulatorias, y por último, en la sección 5 se presentan algunas conclusiones.

2. Revisión de Literatura

A partir de la serie de artículos seminales de Laffont, Rey y Tirole (1998a y 1998b), la competencia entre redes y en particular las externalidades de red soportadas en la diferenciación de precios entre las llamadas con destino a la misma red del usuario (*on-net*) y las llamadas con destino a otras redes (*off-net*) han recibido considerable atención en la literatura económica. Las características de competencia entre redes descrita por este tipo de modelación es particularmente adecuada para la competencia entre redes de telefonía móvil, y de esta manera

ha sido utilizada para entender una serie de interacciones y decisiones de operadores del servicio que a simple vista no pareciesen ser del todo racionales.

Por muchos años la discusión y los desarrollos académicos se centraron principalmente alrededor del monopolio que existe en la terminación de las llamadas en otras redes en los países donde se ha optado por el esquema CPP. Esto se debe a que bajo este esquema, el operador receptor de la llamada tenía los incentivos y las herramientas para incrementar el precio de la terminación de la llamada, conocida como el cargo de acceso, para desestimular las llamadas de las otras redes y de esta manera hacerlas menos atractivas. Esto ha llevado a que en la mayoría de los países donde opera el CPP (principalmente Europa y Sur América) los entes reguladores hayan fijado un *price cap* – tope tarifario-, para dicho cargo, y de esta manera limitar el poder monopólico de los operadores. No obstante, en años recientes se ha prestado mayor atención a la fijación de precios a usuarios finales, y en particular a los efectos sobre la competencia que tiene la diferenciación de precios entre llamadas *on-net* y *off-net*.

Como desarrollo previo al análisis de la fijación de precios minoristas óptimos para los operadores, Jeon, Laffont y Tirole (2004) introducen en la modelación previa de Laffont *et al.* (1998b) una utilidad adicional de los usuarios por recibir llamadas. En el artículo en mención, dicha utilidad justifica la imposición de un esquema en el cual los usuarios pagan tanto por hacer llamadas como por recibirlas, RPP. Sin embargo, en la práctica la utilización de este esquema se limita principalmente a Estados Unidos, Canadá, y algunos países asiáticos. En países como los pertenecientes a la Unión Europea, el Reino Unido y los países de América Latina, incluida Colombia, opera el esquema más tradicional del CPP, aunque esto no implica que los usuarios de la telefonía móvil que solo pagan por hacer llamadas no tengan una utilidad por recibir llamadas.

Posteriormente Berger (2005) muestra que la utilidad de recibir llamadas justifica la fijación de tarifas *on-net* / *off-net* diferenciadas por parte de los operadores. Esto se debe a que el establecimiento de tarifas *off-net* bajas permitiría que los usuarios de redes competidoras reciban más llamadas, lo que incrementa la utilidad de pertenecer a dichas redes. Así, una estrategia para hacer que los usuarios de los operadores competidores se cambien de red, sería disminuir la cantidad de llamadas que reciben dichos usuarios, lo que se consigue mediante la fijación de tarifas *off-net* altas para sus propios usuarios. Es decir, para cada operador que participa en el

mercado es óptimo reducir la cantidad de llamadas que reciben los usuarios que no pertenecen a su red, lo que logra elevando las tarifas *off-net*. Sin embargo, cuando hay asimetría en las participaciones, y todos los operadores desincentivan el tráfico *off-net*, los usuarios del operador más grande, quien puede generar más tráfico *on-net*, se ven más beneficiados.

Las consecuencias de las externalidades de red han sido demostradas empíricamente por Birke y Swan (2006) quienes encuentran que cuando un operador maneja externalidades de red mediante la fijación de precios diferenciados, los usuarios coordinan entre sus conocidos la suscripción a una red en particular. El estudio adelantado por estos autores comprende cerca de 500 encuestas a estudiantes universitarios en el Reino Unido, Holanda, Italia y Malasia, con el fin de determinar si los usuarios se ponen de acuerdo para la elección del operador de servicios móviles. Aun cuando los autores advierten sobre la baja representatividad de la muestra seleccionada para el estudio, el resultado que presentan los autores es concluyente; en países donde los operadores diferencian los precios *on-net* y *off-net*, los usuarios se ponen de acuerdo en la elección del operador y escogen pertenecer a una red particular (los casos del Reino Unido, Italia y Malasia), mientras que cuando el operador no diferencia por destino (el caso de Holanda), dicho acuerdo es casi imperceptible.

Así mismo, Kim y Kwon (2003), partir de encuestas telefónicas a 1335 suscriptores de los cinco operadores móviles en Corea, revelan que los usuarios tienen una tendencia a vincularse al operador más grande, y la magnitud del efecto de red depende de los descuentos para las llamadas *on-net* y de la calidad del servicio.

En resumen, y de manera similar a como lo ha identificado la Comisión de Regulación de Comunicaciones³, el problema de competencia consta de una secuencia de pasos: (i) el operador con mayor participación de mercado escoge una tarifa *off-net* más alta que la de su competencia, así como un mayor diferencial de precios; (ii) ante un mismo vector de precios *on-net/off-net*, los usuarios prefieren pertenecer a la red más grande dado que probabilísticamente una mayor cantidad de sus llamadas terminarían en la red más grande; (iii) los usuarios de otras redes reciben menos llamadas por los altos valores *off-net* de las llamadas del operador más grande, por lo que prefieren cambiarse de red hacia la más grande; (iv) se genera una inercia a favor de la

³ Resolución CRT 2062 de 2009.

participación del operador más grande que puede concluir con la conformación de un monopolio en el mercado. En definitiva, la fijación de precios diferenciales representa una barrera a la competencia para los operadores más pequeños que difícilmente puede ser superada.

Gabrielsen y Vagstad (2008) tratan el mismo problema, pero incluyen dos variantes al análisis del problema. La primera, no hay tráfico balanceado -los usuarios no asignan la misma probabilidad de llamar a cualquier otro usuario- y por lo tanto se conforman *clubes de usuarios* al interior de las mismas redes, y la segunda, contempla la existencia de costos de cambio exógenos que inhiben a los usuarios para cambiarse de red. La conformación de clubes al interior de cada una de las redes ocurre como consecuencia de las externalidades de red soportadas en los diferenciales de precios *on-net* y *off-net*. Como lo describen Birke y Swan (2007), Kim y Kwon (2003) y Grajek (2003), eso se debe a la coordinación de elección de un operador por parte de un mismo club social. En la medida en que los usuarios de un mismo club puedan hacer más llamadas entre sí, tienen una mayor utilidad, y para esto tienen una ventaja si pueden llamar a precios *on-net* relativamente más bajos que los precios *off-net*.

La presencia de costos de cambio exógenos es cuestionable en la mayoría de países europeos y aun en Colombia, aunque los mismos no representan un factor que resulte determinante en los resultados presentados por Gabrielsen y Vagstad (2008). Según argumentan los autores, los costos de cambio exógenos pueden provenir, por ejemplo, del valor que asignan los usuarios a su número telefónico, y ante la ausencia de portabilidad numérica móvil –la posibilidad de mantener el número telefónico aun con el cambio de operador-, los usuarios perciben un costo por cambiar de operador. Otros factores que pueden reducir la disposición de un usuario a cambiar de operador pueden ser la existencia de cláusulas de permanencia mínima, identificación con la marca del operador inicialmente escogido, *etc.*

Estas modificaciones al modelo de Laffont *et al.* (1998b), la contemplación de costos de cambio exógenos y la introducción de los *clubes*, justifican los incentivos de los operadores para diluir la interconexión con los otros operadores mediante la fijación de altos cargos de acceso, todo lo que reduce la competencia en el sector. No obstante lo anterior, los autores reconocen que tan solo con la presencia de costos de cambio endógenos, originados a partir de la diferenciación de precios, se justifica el alza injustificada en los cargos de acceso.

Una primera diferencia considerable con el modelo desarrollado por Hoernig (2007a), es que Gabrielsen y Vagstad no contemplan la utilidad que perciben los usuarios por recibir llamadas. Según los autores, esto aplica para mercados móviles en los que se ha establecido el esquema RPP, mas no para cuando se ha establecido el esquema CPP. Esta argumentación es bastante cuestionable, por cuanto una característica muy valiosa de los servicios de telefonía móvil es precisamente su movilidad, lo que le permite al usuario hacer y recibir llamadas en cualquier momento y en cualquier lugar. Si a los usuarios no les interesase recibir llamadas, podrían, como primera medida, apagar el teléfono. Adicionalmente, que los usuarios valoren la recepción de llamadas justifica parcialmente la alta penetración de los servicios en modalidad prepago con tarifas considerablemente más altas que las del servicio en modalidad pospago.

La segunda gran diferencia entre el modelo de Hoernig (2007a) y el presentado por Gabrielsen y Vagstad es que los segundos contemplan cuotas de mercado simétricas. En un mercado de varios operadores móviles con participaciones similares o iguales en realidad no habría mayor posibilidad de analizar problemas de competencia más allá de una posible colusión. Asimetrías *ex ante* permiten evaluar el poder de mercado del operador más grande.

El modelo desarrollado por Hoernig (2007a), contempla (i) la utilidad que perciben los usuarios al recibir una llamada, a partir del modelo de Jeon *et al.*, (ii) una asimetría *ex ante* en la participación de mercado de las firmas, (iii) múltiples esquemas de fijación de precios, lineales y en dos partes, y (iv) cargos de acceso regulados, y partir de estos elementos demuestra de manera teórica la existencia del problema en cuestión.

A partir de la identificación del problema de competencia por parte de múltiples autores, algunos otros proponen y evalúan medidas regulatorias que podrían contribuir a resolver el problema de competencia. El análisis realizado por Hoernig (2007b) evalúa las siguientes medidas regulatorias empleadas de manera independiente: (i) la reducción de cargos de acceso de manera simétrica; (ii) el establecimiento de cargos de acceso asimétricos donde el operador más pequeño recibe un cargo de acceso mayor; (iii) la regulación del diferencial de tarifas de manera gradual y hasta el punto de prohibir la diferenciación de precios y, (iv) la imposición de un límite al margen del precio de las llamadas *off-net*. Adicional a este trabajo, a partir de la revisión de literatura vigente,

Harbord y Pagnozzi (2008) concluyen que la única forma de resolver el problema que se origina a partir de la diferenciación de precios es el establecimiento de un esquema de *sender keeps all*, aunque no presentan ningún sustento teórico para esta afirmación, más allá de lo expuesto por algunos autores defensores del esquema, como Littlechild (2006). De igual forma, Gabrielsen y Vagstad concluyen, sin mayor sustento, que los entes reguladores deben prohibir la diferenciación de precios de llamadas *on-net* y *off-net*.

En este contexto, y teniendo en cuenta que el mercado móvil en Colombia cumple con todas las características antes expuestas, se considera pertinente evaluar diferentes medidas regulatorias, a saber, una reducción al cargo de acceso del operador más grande, en el sentido de lo propuesto por Geoffron y Wang (2007), y en segundo lugar, el establecimiento de un límite al diferencial de precios tal y como lo propone Hoernig (2007b). Por un lado, la primera medida se propone con el propósito de contribuir con la primera dimensión del problema de competencia, a saber, la imposibilidad que enfrenta un operador pequeño para replicar la estructura de costos y comercial del operador más grande. En la medida en que los operadores competidores puedan replicar la factura esperada del operador dominante, esta ventaja competitiva se diluye.

La segunda medida, la regulación del diferencial de precios, se propone con el propósito de atacar la segunda dimensión del problema, a saber, la menor utilidad que perciben los usuarios que se vinculan a las redes más pequeñas por cuenta de una menor cantidad de llamadas recibidas. En la medida en que se limita la capacidad que tiene el operador dominante de hacer menos atractivas a las otras redes a través de elevadas tarifas *off-net*, la fuente de poder que esto genera incrementaría las condiciones de competencia en el mercado.

En relación con la regulación del diferencial de precios, Hoernig (2007b) muestra que en la medida en la que el diferencial de precios se hace cero, la externalidad desaparece, y por lo tanto los usuarios no tienen un beneficio adicional por pertenecer a la red más grande. Sin embargo, el excedente del consumidor se reduce por una reducción en la competencia en el mercado y un incremento en los cargos fijos. Esto se debe a que en un mercado con diferenciación de precios *on-net* y *off-net*, los operadores deben competir por incrementar su participación de mercado precisamente para evitar que un operador se beneficie en mayor proporción de las externalidades de red. En la medida que se anula este incentivo, la competencia en el mercado es menos

agresiva. Esta situación representa un claro ejemplo del *trade-off* que enfrenta un regulador. Por un lado, la competencia por participaciones de mercado en el presente (competencia estática) incrementa el nivel de competencia en el mercado. Sin embargo, sí existe una tendencia a que el operador dominante gane cada vez más participación de mercado (competencia dinámica). La regulación del diferencial de precios podría eliminar esta ventaja competitiva, por lo que con el propósito de garantizar competencia en el largo plazo, se podría justificar un sacrificio de competencia en el corto plazo.

Con relación a los efectos teóricos de la medida de cargos de acceso asimétricos no se observan efectos claros sobre la competencia, y en la mayoría de los casos generan una mayor utilidad a favor de los operadores pequeños, en detrimento del bienestar de los usuarios. Geoffron y Wang (2007) indican que la regulación asimétrica de los cargos de acceso de terminación contribuye a incrementar el bienestar. Si el impacto es neutral para la industria (simple reubicación de beneficios de la firma más grande hacia la más pequeña), el excedente del consumidor se incrementa. Los autores contemplan una asimetría en la que se reduce el cargo de acceso del operador más grande.

Peitz (2005) asegura que si los operadores fijan tarifas en dos partes y discriminan tarifariamente según destino, un incremento en el cargo de acceso que paga un operador es transferido a los consumidores a través de incrementos en las tarifas *off-net*. En el caso de que los cargos de acceso se establezcan de manera asimétrica, sería de esperarse que las tarifas *off-net* más bajas sean ofrecidas para aquel operador que recibe el cargo de acceso más alto y paga el más bajo, es decir, por parte del operador más pequeño.

Según Peitz (2005), el regulador debería establecer cargos de acceso asimétricos, donde el entrante recibe el cargo de acceso más alto y paga el cargo de acceso más bajo. Esta argumentación está en línea con lo expuesto por ERG⁴ (2008), donde se argumenta que la entrada tardía al mercado es posiblemente una de las pocas razones que justifica el establecimiento de cargos de acceso asimétricos que favorezcan al operador entrante tardío, que a su vez es el operador más pequeño del mercado. Esta medida estimula la entrada garantizando beneficios *post* entrada más altos y lleva a una competencia de producto más intensa, por lo que los

⁴ Grupo de Reguladores Europeos –ERG- por sus siglas en inglés.

consumidores se benefician de esta regulación. El excedente total (beneficio social) se reduce comparado con un esquema en que los cargos de acceso se fijan a nivel de costo. Lo anterior por dos razones: la tarifa *off-net* del operador grande se distorsiona por encima del nivel socialmente eficiente y la cuota de mercado de ese operador grande se reduce por debajo del nivel socialmente eficiente.

Aun con todos los efectos positivos que describen los autores antes mencionados, todos concluyen, salvo Hoernig (2007b), que ante el establecimiento de un esquema de cargos de acceso asimétricos el operador líder del mercado incrementaría la tarifa *off-net*. Esto se debe a dos aspectos. El primero, el margen que cobra dicho operador en su llamada *off-net* se reduce (incremento en costos por minuto cursado); y el segundo, el margen de acceso (el diferencial entre el cargo de acceso recibido menos los costos de terminación de una llamada entrante) se reduce. Ante un incremento de las tarifas *off-net* la externalidad de red puede fortalecerse y reducir aún más la competencia en el mercado.

Adicionalmente, como lo ha manifestado el ERG (2008), el establecimiento de un esquema de cargos de acceso asimétricos podría tener un efecto perjudicial para los operadores pequeños o entrantes. Aparte del efecto antes mencionado sobre el incremento de la tarifa *off-net* y el fortalecimiento de la externalidad de red, existe el riesgo de que se genere un desbalance en el monto total de cargos de acceso. El incremento en la tarifa *off-net* del operador más grande vendría acompañado de una reducción del tráfico *off-net*. Por otro lado, la reducción en el cargo de acceso que pagan los operadores más pequeños y la consecuente reducción en la tarifa *off-net* incrementaría el tráfico *off-net* de estos operadores. Existe el riesgo entonces que la red más grande, que típicamente sería pagadora neta de cargos de acceso, se vuelva receptora neta de los mismos y por lo tanto la medida termine perjudicando a los operadores pequeños.

Teniendo en cuenta el potencial impacto negativo que puede tener la diferenciación de tarifas por destino por parte del operador más grande en el mercado, y que de hecho en Colombia se ha identificado a dicho operador como un operador dominante, el análisis de medidas regulatorias que puedan contribuir para disminuir el poder de mercado de dicho operador tiene total relevancia.

Con el propósito de representar la economía anteriormente descrita, y la introducción de algunas medidas regulatorias particulares, se procede a utilizar el modelo de competencia entre redes expuesto por Hoernig (2007a), que utiliza elementos de los modelos de Laffont, Rey y Tirole (1998b), Carter y Wright (1999) y Jeon, Laffont y Tirole (2004).

3. El enfoque utilizado (Hoernig, 2007a)

La introducción de medidas regulatorias por parte de un regulador implica al menos algún grado de incertidumbre sobre los efectos de la misma. Bajo este contexto cobran relevancia los modelos teóricos que puedan predecir de alguna manera los efectos que sobre el mercado tengan las distintas medidas. En las siguientes sub-secciones se presenta el modelo planteado por Hoernig (2007a), y la caracterización del equilibrio perfecto en sub-juego⁵. En la primera parte se expone el equilibrio básico, en donde la autoridad reguladora del mercado interviene de manera *ex ante* tan solo para fijar los cargos de acceso entre operadores. De hecho, en esta etapa del juego decide establecer un esquema de cargos de acceso simétricos, tal y como ocurre en Colombia. En la segunda sub-sección se presenta un desarrollo adicional del modelo, presentado en Hoernig (2007b). Teniendo en cuenta que la autoridad reguladora decide intervenir de manera más agresiva en el mercado, la misma impone una restricción adicional al problema de maximización del operador dominante en el mercado, un diferencial máximo entre las tarifas *on-net* y *off-net*. Se debe tener en cuenta que la segunda medida regulatoria propuesta, la reducción del cargo de acceso del operador dominante, implica tan solo una variación de los parámetros previamente establecidos, y por lo tanto no constituyen una restricción adicional al problema inicialmente planteado.

3.1 Descripción del Modelo

Considere la competencia entre dos operadores de telefonía móvil ubicados en los extremos de una línea a la Hotelling. Cada operador percibe unos costos fijos por usuario f_i , un costo marginal

⁵ Es importante tener en cuenta que si bien Hoernig (2007a) expone tanto el planteamiento del problema como algunas de las soluciones óptimas, el desarrollo del mismo no se expone, y por lo tanto en el presente documento se desarrolla el modelo para obtener cada uno de los resultados necesarios.

constante por originar llamadas, sin importar su destino, c_{oi} , un costo por terminar llamadas en su propia red, c_{ti} , y un costo por terminar llamadas en la red del otro operador a_j .

De esta manera se tiene que los costos para terminar una llamada *on-net* son $c_i = c_{oi} + c_{ti}$, y los costos para terminar una llamada *off-net* son $c_{fi} = c_{oi} + a_j$.

Cada uno de los operadores cobra a sus usuarios un precio por terminar llamadas en su propia red, p_{ti} , un precio por terminar llamadas en la red del otro operador, p_{tj} , un cargo fijo, F_i , y recibe del otro operador un cargo de acceso a_i por terminar tráfico de la otra red en la suya propia. Se supone que el mercado está cubierto en su totalidad, y por lo tanto $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, donde α_i es la participación de mercado de cada uno de los operadores. Teniendo en cuenta que en Colombia compiten tres operadores móviles, el operador dominante estaría representado por el operador 1, y los otros dos operadores constituyen un frente competitivo representado por el operador 2⁶.

Por su parte, una masa de usuarios, normalizados en 1, se distribuyen de manera uniforme a lo largo de una línea de Hotelling. El usuario ubicado en la posición x percibe una pérdida de utilidad $\frac{1}{2\sigma} |x - l|$ por vincularse al operador en la posición l . Adicionalmente, y recogiendo lo desarrollado por Carter y Wright, se supone que los usuarios que se vinculan al operador 1 perciben una utilidad adicional $\beta = \frac{A^7}{\sigma}$, lo que modela una ventaja de incumbencia, reputación o prestigio del operador 1, lo que recoge todas aquellas ventajas del operador 1 que se no se encuentran modeladas. La introducción de esta ventaja resulta en una participación de mercado superior para el operador 1 que para el operador 2 (a precios iguales), lo que permite evaluar la competencia entre redes de tamaños asimétricos, como es el caso en el mercado colombiano.

Por otro lado, los usuarios perciben utilidad tanto de hacer como de recibir llamadas, tal y como fue desarrollado inicialmente por Jeon *et al.* Con el objetivo de simplificar el ejercicio numérico presentado en la cuarta sección del presente documento, y de manera similar a como lo ha presentado Hoernig (2007 a y b), se supone que la función de demanda tanto por llamadas *on-net* como llamadas *off-net* depende exclusivamente del precio del correspondiente tipo de tráfico, y

⁶Este supuesto constituye una simplificación de la realidad en el sentido que supone implícitamente una perfecta coordinación entre los operadores 2 y 3 pero la misma permite analizar el mercado en Colombia.

⁷ La introducción de σ en el denominador se hace con el propósito de simplificar los cálculos en el desarrollo del modelo.

de hecho se supone una función de elasticidad constante, de tal suerte que $q_{ij}(p_{ij}) = p_{ij}^{-\varepsilon}$ ⁸. Por lo anterior resulta implícito que la función de utilidad del usuario es $u(q_{ij}) = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} q_{ij}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}$ y la función de utilidad indirecta sería $v(p_{ij}) = \frac{1}{\varepsilon-1} p_{ij}^{1-\varepsilon}$. Adicionalmente, a lo largo del ejercicio se supondrá que la utilidad de recibir llamadas es una fracción γ de la utilidad de hacer llamadas, y por lo tanto dicha utilidad es $\gamma u(q_{ji})$, donde $\gamma \in [0,1]$.

Por último se supone un patrón de tráfico balanceado, lo que significa que cada usuario asigna una misma probabilidad de llamar a otro usuario, sin importar a cual red se encuentre vinculado. Esto no implica que la cantidad de llamadas *on-net*, q_{ii} , y *off-net*, q_{ij} , van a ser proporcionales según las participaciones de mercado de cada operador, ya que la cantidad de cada tráfico que se consume también dependerá de los precios de cada tipo de tráfico.

El modelo es caracterizado como un juego de tres etapas. En la primera etapa, y de manera *ante*, el regulador del mercado establece medidas regulatorias. En la segunda etapa, y tomando como dadas las medidas regulatorias impuestas por el regulador, cada una de las dos firmas que opera en el mercado maximiza sus beneficios. Para esto, cada una de las firmas escoge sus precios *on-net*, *off-net* y el cargo fijo. Finalmente, en la tercera etapa los usuarios maximizan su utilidad escogiendo sus cantidades de consumo de minutos *on-net* y *off-net* teniendo en cuenta los precios ofrecidos por las firmas, y más importante aún, escogiendo vincularse a una de las dos firmas.

3.2 Escenario Base

El primer escenario que se modela, el escenario base, se caracteriza por una intervención limitada por parte del regulador. Tal y como se ha hecho estándar tanto en los países europeos como latinoamericanos, donde opera un esquema CPP, al crearse un monopolio en la terminación de la llamada, el operador al que se encuentra vinculado el usuario tiene incentivos para escoger un precio artificialmente elevado para la terminación de una llamada en su red, y por lo tanto, los reguladores a nivel mundial han intervenido fijando un cargo de acceso orientado a costos. Esta

⁸ Este supuesto no afecta las decisiones óptimas de las firmas en cuanto a la fijación de precios, y tan solo afecta los niveles de consumo y por ende de utilidad de los individuos. La función de demanda no contempla los precios de su competencia por cuanto una vez un usuario ha elegido al operador tan solo le interesan los precios que ofrece este. Se debe recordar que la participación de mercado de cada operador (masa de usuarios) sí depende de todos los precios en el mercado.

intervención constituye la primera etapa del juego, donde el regulador fija cargos de acceso simétricos para los dos operadores. Formalmente, esto implica que $\alpha_i = \alpha_j$.

Teniendo en cuenta la regulación de cargos de acceso, en la segunda etapa los operadores maximizan sus beneficios, estableciendo los tres precios antes mencionados, y por último, en la tercera etapa, los usuarios maximizan su utilidad escogiendo a uno u otro operador, y las cantidades de tráfico *on-net* y *off-net* que consumen. La solución del modelo se hace por inducción hacia atrás.

Teniendo en cuenta las funciones de utilidad y utilidad indirecta de los usuarios por hacer y recibir llamadas, las utilidades de suscribirse al operador 1 o al operador 2 son las siguientes:

$$U_1 = w_1 + \beta - \frac{1}{2\sigma}x$$

$$U_2 = w_2 - \frac{1}{2\sigma}(1-x)$$

donde:

$$\beta = \frac{A}{\sigma}$$

y

$$w_i = \alpha_i[v(p_{ii}) + \gamma u(q_{ii})] + \alpha_j[v(p_{ij}) + \gamma u(q_{ji})] - F_i; \quad \gamma \in [0,1]$$

El consumidor indiferente se ubica en $x = \alpha_1$, y por lo tanto:

$$\alpha_1 = \frac{1}{2} + A + \sigma(w_1 - w_2)$$

Teniendo en cuenta que la anterior expresión es una función implícita, despejando se obtiene lo siguiente:

$$\alpha_1 = \frac{\frac{1}{2} + A + \sigma(h_{12} - h_{22} - F_1 + F_2)}{1 + \sigma(h_{12} + h_{21} - h_{11} - h_{22})} = \frac{H_1}{H}$$

donde:

$$h_{ij} = v(p_{ij}) + \gamma u(q_{ji})$$

El excedente de los consumidores (CS) es igual a:

$$CS = \int_0^{\alpha_1} U_1(x) dx + \int_{\alpha_1}^1 U_2(x) dx = \alpha_1(w_1 + \frac{A}{\sigma}) + \alpha_2 w_2 - \frac{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}{4\sigma}$$

En la segunda etapa las firmas maximizan sus beneficios. El programa de las firmas consiste en maximizar sus beneficios en función de los precios *on-net*, *off-net* y el cargo fijo que cobra a los usuarios, reconociendo adicionalmente que recibe una utilidad por las llamadas que recibe del otro operador en función del diferencial entre el cargo de acceso fijado exógenamente por el regulador y el costo de terminación de la llamada.

$$\max_{p_{ii}, p_{ij}, F_i} \pi_i = \alpha_i [\alpha_i (p_{ii} - c_i) q_{ii} + \alpha_j (p_{ij} - c_{fi}) q_{ij} + F_i - f_i + \alpha_j (\alpha_i - c_{ti}) q_{ji}]$$

$$c_i = c_{oi} + c_{ti}$$

$$c_{fi} = c_{oi} + a_j$$

Cada operador escoge $\{p_{ii}, p_{ij}, F_i\}$ tal que maximiza sus beneficios. El equilibrio en este sub-juego está dado por la intersección de las funciones de reacción de los dos operadores.

Si $\alpha_i = \frac{1}{2} + A + \sigma(w_i - w_j)$, entonces se puede reescribir de la siguiente manera:

$$\alpha_i = \frac{1}{2} + A + \sigma \{ \alpha_i [v(p_{ii}) + \gamma u(q_{ii}) - v(p_{ji}) - \gamma u(q_{ij})] + \alpha_j [v(p_{ij}) + \gamma u(q_{ji}) - v(p_{jj}) - \gamma u(q_{jj})] - F_i + F_j \}$$

Siguiendo la metodología propuesta por Jeon, Laffont y Tirole (2004), Berger (2005) y Hoernig (2007), y tal y como lo exponen Jeon *et al.*⁹, se deben tener en cuenta dos aspectos. El primero, los precios p_{ii} , p_{ij} , p_{jj} , p_{ji} determinan el volumen de llamadas que hacen los usuarios hacia una u otra red. El segundo aspecto a tener en cuenta es que si bien los cargos fijos F_i y F_j no tienen un impacto sobre ese volumen de tráfico, sí determinan la participación de mercado α_i y α_j dada la mejor respuesta del otro operador. Se debe recordar que la participación de cada operador es estrictamente creciente con relación al diferencial $w_i - w_j$, y por lo tanto existe una relación uno a uno entre el cargo fijo F_i y la participación de mercado α_i . Así, la elección del vector de precios que maximiza los beneficios del operador i $\{p_{ii}, p_{ij}, F_i\}$ es equivalente a escoger unos precios por llamada p_{ii} y p_{ij} y su participación de mercado α_i para cualquier oferta del operador j . Esto es equivalente a considerar que el impacto de la elección de unos precios p_{ii} y p_{ij} para una

⁹ Jeon, Doh-Shin, Jean-Jacques Laffont y Jean Tirole. On the "receiver-pays" principle. RAND Journal of Economics Vol. 35, No. 1. 2004. Página 88.

participación de mercado α_i determinada debe ir acompañada de un cambio en F_i tal que se mantenga el atractivo relativo de la firma i .

El racional anterior permite simplificar la solución matemática del problema, dividiéndolo en dos etapas. En la primera etapa de la solución del problema se asume la participación de mercado constante en relación con los precios ($\frac{\partial \alpha_i}{\partial p_{ii}} = 0$ y $\frac{\partial \alpha_i}{\partial p_{ij}} = 0$). En la segunda etapa se escoge un cargo fijo F_i tal que maximiza los beneficios de la firma, y adicionalmente mantiene constante el atractivo relativo de la firma i .

El desarrollo del ejercicio se muestra de manera independiente en el anexo técnico. Sin embargo, los resultados de la maximización de los beneficios por parte de cada uno de los operadores son los siguientes:

$$p_{ii}^{**} = \frac{c_i}{1 + \gamma}; p_{ij}^{**} = \frac{c_{ji}}{1 - \alpha_i / \alpha_j \gamma};$$

$$F_i^{**} = f_i + \alpha_i \left(\frac{H}{\sigma} \right) - 2\alpha_i (p_{ii}^{**} - c_i) q(p_{ii}^{**}) + (\alpha_i - \alpha_j) (p_{ij}^{**} - c_{ji}) q(p_{ij}^{**}) + (\alpha_i - \alpha_j) (\alpha_i - c_{ii}) q(p_{ij}^{**})$$

Una vez seleccionados los precios por parte del operador, el equilibrio está implícitamente caracterizado por la siguiente expresión:

$$\alpha_1 = \frac{\frac{1}{2} + A + \sigma [v(p_{12}^{**}) + \gamma u(q(p_{12}^{**})) - v(p_{22}^{**}) - \gamma u(q(p_{22}^{**})) - F_1^{**} + F_2^{**}]}{1 + \sigma [v(p_{12}^{**}) + \gamma u(q(p_{12}^{**})) + v(p_{22}^{**}) + \gamma u(q(p_{22}^{**})) - v(p_{11}^{**}) - \gamma u(q(p_{11}^{**})) - v(p_{21}^{**}) - \gamma u(q(p_{21}^{**}))]}$$

donde p_{12}^{**} , p_{21}^{**} , F_1^{**} y F_2^{**} se encuentran en función de α_1 .

Finalmente, el bienestar social (W) resulta de la suma de los beneficios de las firmas 1 y 2 y el excedente del consumidor (CS).

En la sección 4 se presentan algunas simulaciones que permiten encontrar el valor de α_1 , así como del excedente del consumidor y el bienestar de la sociedad en este escenario base.

3.3 Medidas Regulatorias adicionales

El segundo escenario que se modela se caracteriza por una actitud más intervencionista por parte del regulador. Como se ha podido observar en el escenario base, si el regulador solo interviene en la fijación de cargos de acceso para la terminación de las llamadas, la elección óptima del operador más grande es fijar un diferencial de precios *on-net* y *off-net* mayor que el diferencial de precios del operador más pequeño, lo que le permite explotar en una mayor proporción la utilidad de pertenecer a dicha red, percibiendo los usuarios una mayor utilidad por hacer y recibir más llamadas, tal y como fue descrito en la sección 2 relativo al problema de competencia en el mercado móvil de telecomunicaciones en Colombia.

Teniendo en cuenta lo anterior, el regulador decide establecer dos medidas regulatorias: la primera medida regulatoria consiste en fijar un diferencial de precios *on-net* y *off-net* máximo $p_{12} = p_{11} + \Delta_p$. Se supone que el diferencial Δ_p es menor a la diferencia que se observa en la actualidad $\Delta_p < p_{12}^{**} - p_{11}^{**} = \frac{c_{f2} - c_1}{1+\gamma} + \frac{\gamma c_{f1}}{[1-\alpha_2(1+\gamma)](1+\gamma)}$. La introducción de esta medida se puede observar en Hoernig (2007b).

La segunda medida regulatoria que se emplea, de manera simultánea, consiste en establecer un esquema de cargos de acceso asimétricos en donde $a_2 > a_1 = a_2 - \Delta_a$. Esta medida se encuentra en línea con lo propuesto por Geoffron y Wang (2007) y en procura de lo expuesto por ERG, donde se le brinda la oportunidad a la firma 2 de replicar la estructura de costos y precios del operador dominante a partir de una reducción del costo por minuto *off-net* que enfrentan los operadores más pequeños. Se debe tener en cuenta que la medida de cargos de acceso asimétricos no restringe las funciones de reacción de los operadores, y por lo tanto la introducción de la misma en el modelo solo implica la variación de los parámetros a_1 y a_2 . Si bien Hoernig (2007b) evalúa distintas medidas regulatorias relacionadas con los cargos de acceso, el mismo plantea soluciones más tradicionales como una reducción simétrica de cargos de acceso o el establecimiento de un esquema de cargos de acceso asimétricos en donde el operador más grande recibe un *mark-up* de acceso sobre el cargo de acceso del operador más grande (el cargo de acceso del operador más grande se mantiene constante y el del operador más pequeño se incrementa). Por lo tanto, la medida acá propuesta no ha sido evaluada dentro del enfoque propuesto por Hoernig (2007b).

Teniendo lo anterior en cuenta, se resuelve el juego por inducción hacia atrás.

El problema del consumidor no cambia, por lo que se repite lo expuesto en el numeral anterior. Ahora, en la segunda etapa, los operadores maximizan sus beneficios. En el caso del operador 2 el problema cambia en la medida en que el cargo de acceso que paga por terminar sus llamadas en la red del otro operador disminuye en comparación con lo que pagaba anteriormente.

Para el caso del operador 1 se deben tener en cuenta dos cambios. El primero, enfrenta una nueva restricción para su problema de maximización consistente con el límite al diferencial de precios que establece el regulador. El segundo, recibe un cargo de acceso inferior por el tráfico que el operador 2 termina en su red.

$$\begin{aligned} \max_{p_{11}, p_{12}, F_1} \pi_1 &= \alpha_1 [\alpha_1 (p_{11} - c_1) q_{11} + \alpha_2 (p_{12} - c_{f1}) q_{12} + F_1 - f_1 + \alpha_2 (a_1 - c_{t1}) q_{21}] \\ \text{s. a. } p_{12} &= p_{11} + \Delta_p \end{aligned}$$

De esta manera, los beneficios que maximiza el operador 1 son:

$$\max_{p_{11}, F_1} \pi_1 = \alpha_1 [\alpha_1 (p_{11} - c_1) q_{11} + \alpha_2 (p_{11} + \Delta_p - c_{f1}) q_{12} + F_1 - f_1 + \alpha_2 (a_1 - c_{t1}) q_{21}]$$

El resultado de la optimización para el precio *on-net* es el siguiente:

$$p_{11}^R = \frac{c_1 + \frac{\alpha_2 q'_{12}}{\alpha_1 q'_{11}} [c_{f1} - (1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \gamma) \Delta_p]}{(1 + \gamma) + \frac{\alpha_2 q'_{12}}{\alpha_1 q'_{11}} (1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \gamma)}$$

En el caso extremo en el que el diferencial de precios se prohíba y por lo tanto $\Delta_p = 0$, el precio sería:

$$p_{11}^R = \alpha_1 c_1 + \alpha_2 c_{f1}$$

La ecuación anterior representa un promedio ponderado de los costos de las llamadas *on-net* y *off-net*, sin tener en cuenta la externalidad de red γ . Esto implica que si se prohíbe de tajo la diferenciación de precios, la externalidad de red desaparece, y por lo tanto se diluye la ventaja competitiva del operador más grande.

El cargo fijo resultante sería:

$$F_1^R = f_1 + \alpha_1 \left(\frac{H}{\sigma} \right) - 2\alpha_1 (p_{11}^R - c_1)q(p_{11}^R) + (\alpha_1 - \alpha_2)(p_{11}^R + \Delta_p - c_{f1})q(p_{11}^R + \Delta_p) + (\alpha_1 - \alpha_2)(\alpha_1 - c_{r1})q(p_{11}^R + \Delta_p)$$

El equilibrio de mercado por lo tanto es caracterizado por:

$$\alpha_1^R = \frac{\frac{1}{2} + A + \sigma[v(p_{11}^R + \Delta_p) + \gamma u(q(p_{22}^R)) - v(p_{22}^R) - \gamma u(q(p_{22}^R)) - F_1^R + F_2^{**}]}{1 + \sigma [v(p_{11}^R + \Delta_p) + \gamma u(q(p_{22}^R)) + v(p_{22}^R) + \gamma u(q(p_{11}^R + \Delta_p)) - v(p_{11}^R) - \gamma u(q(p_{11}^R)) - v(p_{22}^R) - \gamma u(q(p_{22}^R))]}$$

En la próxima sección se presentan algunas simulaciones que permiten encontrar el valor de α_1^R , así como del excedente del consumidor y el bienestar de la sociedad partiendo de diferentes valores para Δ_p y Δ_a y comparándolo con el resultado del escenario base con el propósito de evaluar la pertinencia de las medidas regulatorias implementadas por el regulador.

4. Simulaciones

Como se ha podido ver en la sección anterior, una serie de variables que caracterizan el equilibrio del modelo no se pueden resolver de manera analítica, y por lo tanto es necesario realizar algunas simulaciones para inferir el impacto en el equilibrio de mercado cuando se introducen las medidas regulatorias impuestas por el regulador.

En primer lugar se aclara la metodología propuesta en esta sección. El primer paso consiste en estimar el equilibrio resultante para el escenario base expuesto en el numeral 3.2. Posteriormente, se proceden a estimar los diferentes equilibrios resultantes con la introducción de las medidas regulatorias. Por último, se estima el diferencial entre algunas variables de interés estimadas con las medidas regulatorias y con el escenario base. Esto permite verificar el incremento o la reducción de cada una de las variables en comparación con el escenario base, y así concluir si la introducción de medidas es o no beneficiosa para la sociedad, los usuarios, y las firmas 1 y 2. Las simulaciones se hicieron para la implementación de las medidas por separado y de manera conjunta, lo que se muestra más adelante.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que para la estimación de un escenario base que se asemejara a la realidad del mercado móvil colombiano se tomaron los siguientes parámetros: $c_{t1} = c_{t2} = 0,8$, $c_{o1} = c_{o2} = 0$, $f_1 = f_2 = 2$, $a_1 = a_2 = 1$, $\gamma = 0,2$, $A = 1$, $\varepsilon = 2$ y $\sigma = 1$.¹⁰

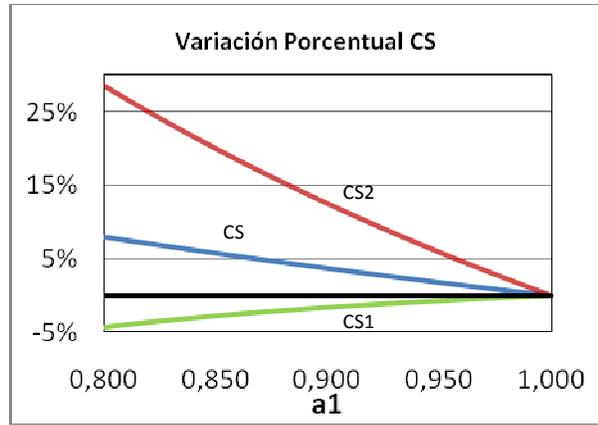
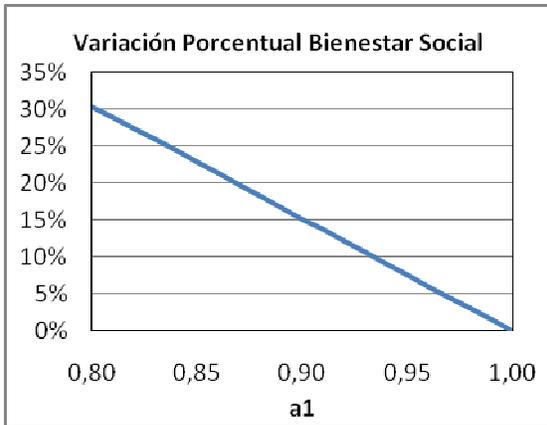
Con estos valores la participación de mercado resultante para el operador dominante es de 65%, con una participación de tráfico *on-net* dentro del total de tráfico originado en su red del 85% frente a un 75% de participación de tráfico *on-net* para el operador competidor.

4.1 Cargos de Acceso asimétricos

Con el fin de valorar la imposición de una medida de cargos de acceso asimétricos, es importante aclarar que se ha dejado intencionalmente una brecha entre el costo por terminación de los operadores y el cargo de acceso. Esto con el propósito de simular parcialmente lo expuesto por ERG en el sentido de tener señales de costos diferentes para cada tipo de tráfico.

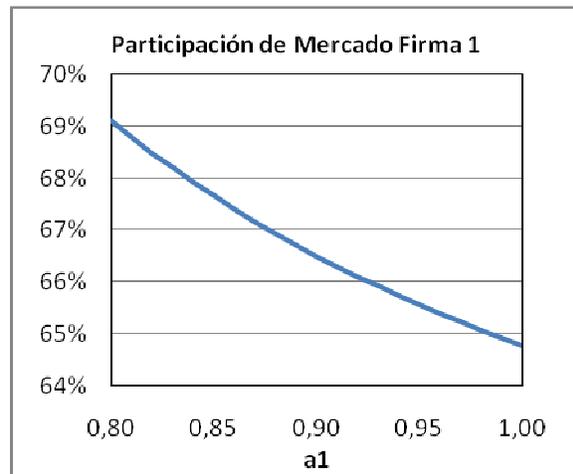
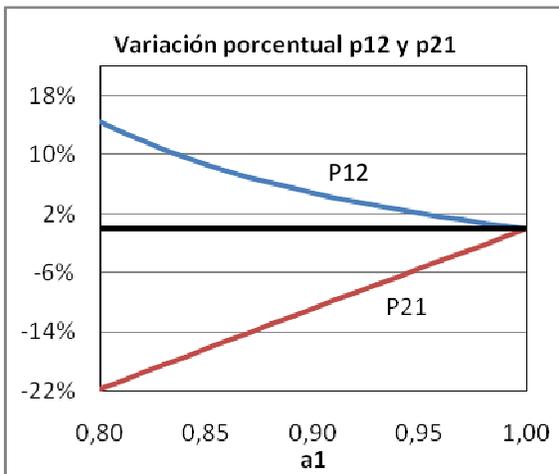
Teniendo en cuenta lo anterior, se puede observar en las siguientes gráficas el impacto de la medida sobre el bienestar de la sociedad y del excedente de los consumidores. El margen derecho de las gráficas representa el escenario base. A medida que se mueve la gráfica hacia el margen izquierdo se valora la variación de cada una de las variables analizadas. En este sentido, en la mayoría de los casos se observará que la curva graficada arranca en 0% por cuanto representa la situación inicial (el escenario base) para luego crecer o decrecer según sea la evolución de la variable.

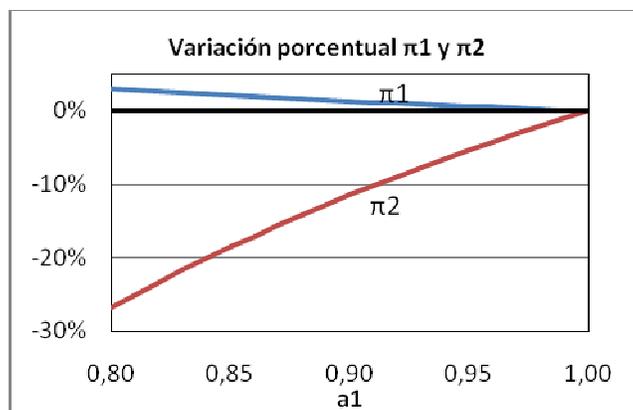
¹⁰ Si bien los resultados de precios y participación de mercado son continuos frente a variaciones de los parámetros acá establecidos, se considera pertinente mencionar que para valores menores de A el punto inicial de las simulaciones debe ser cercano al punto de equilibrio para que exista convergencia.



Como se puede ver, en la medida en que el cargo de acceso (a_1) se reduce, de 1 a 0,8, se presentan incrementos constantes tanto en el bienestar de la sociedad como del excedente del consumidor con la introducción de una medida de cargos de acceso asimétricos, por lo que desde este punto de vista la toma de esta medida sería deseable. Se nota también que el excedente de los consumidores que se vinculan al operador 1 (CS1) disminuye, debido al incremento en los precios *off-net*, pero el incremento del excedente de los consumidores que se vinculan al operador 2 (CS2) aumenta lo suficiente para que el excedente de los consumidores totales aumente.

No obstante lo anterior, se presentan también algunos efectos que se podrían catalogar como negativos para el mercado.

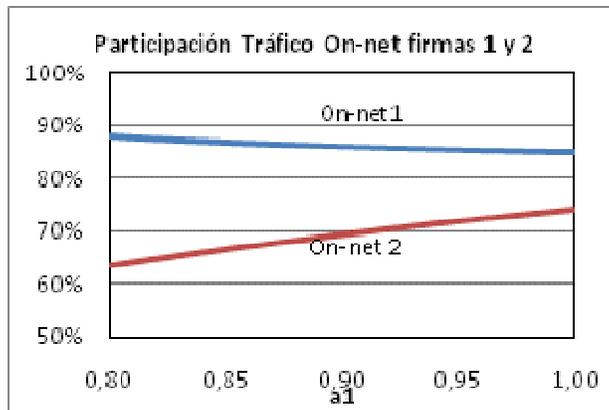




En la primera gráfica a la izquierda se observa como el operador 2 aprovecha la reducción del cargo de acceso y reduce su precio *off-net*. Sin embargo, también se observa como el operador 1 incrementa su precio *off-net*, en línea con lo manifestado por los autores analizados – en la medida en que el tráfico *off-net* se hace relativamente más costoso (recibe menos por el tráfico *off-net* de su competencia y paga lo mismo), el operador tiene incentivos para subir el precio *off-net* y reducir lo que paga por concepto de interconexión.

Esta decisión por parte del operador 1 agrava el problema de competencia ya que cierra más su propia red, e incentiva la vinculación de más usuarios a su propia red, tal y como se observa en la gráfica de la derecha. Finalmente se observa como caen dramáticamente los beneficios del operador 2, y se incrementan los del operador 1 a medida que el cargo de acceso (a_1) se reduce.

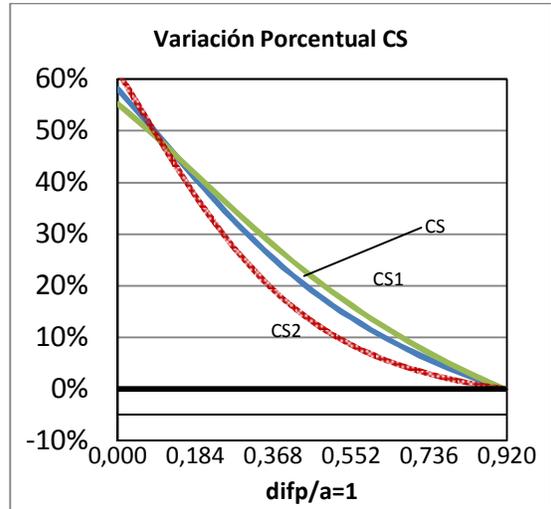
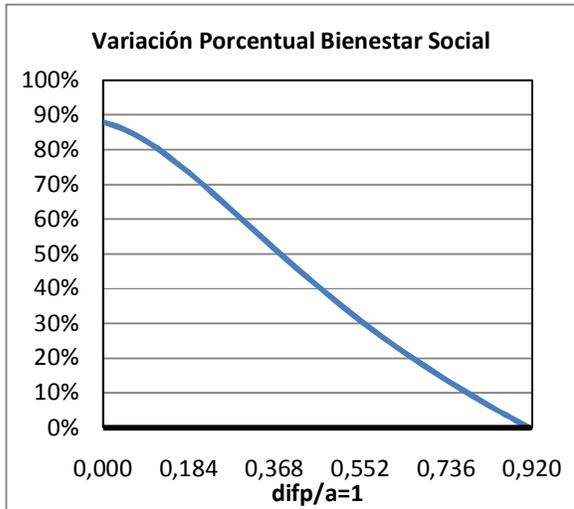
Por último, se puede observar en la siguiente gráfica como el operador 1 concentra aun más tráfico *on-net* que antes, mientras que el operador 2 abre su red y cursa más tráfico *off-net* (menos tráfico *on-net*), todo lo que favorece a los usuarios vinculados al operador más grande, en detrimento de los usuarios de la red más pequeña.



Por tanto, se puede concluir que si bien desde el punto de vista social la implementación de esta medida por si sola es deseable, la misma genera una mayor concentración del mercado a favor del operador más grande, lo que en últimas puede repercutir en el largo plazo en una menor competencia. Por lo anterior se considera que esta medida no debe ser tomada de manera independiente.

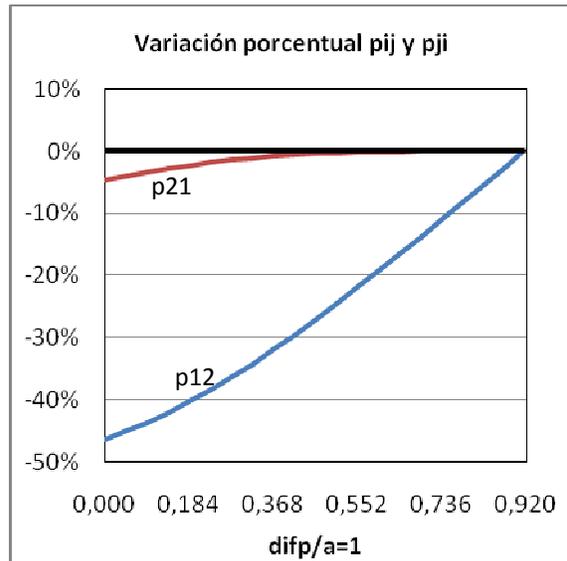
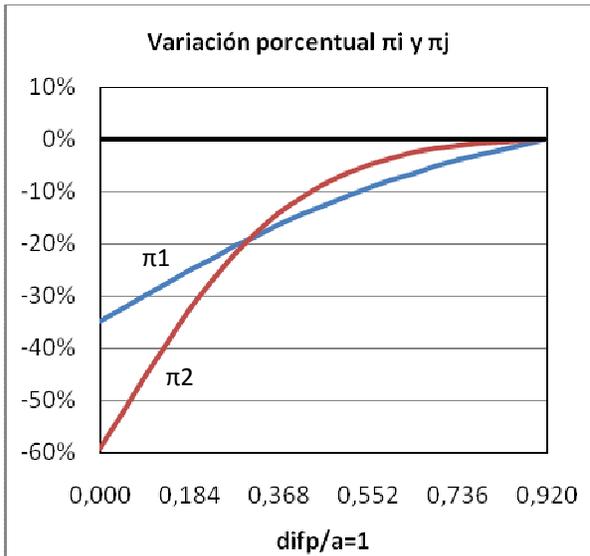
4.2 Restricción al diferencial de precios

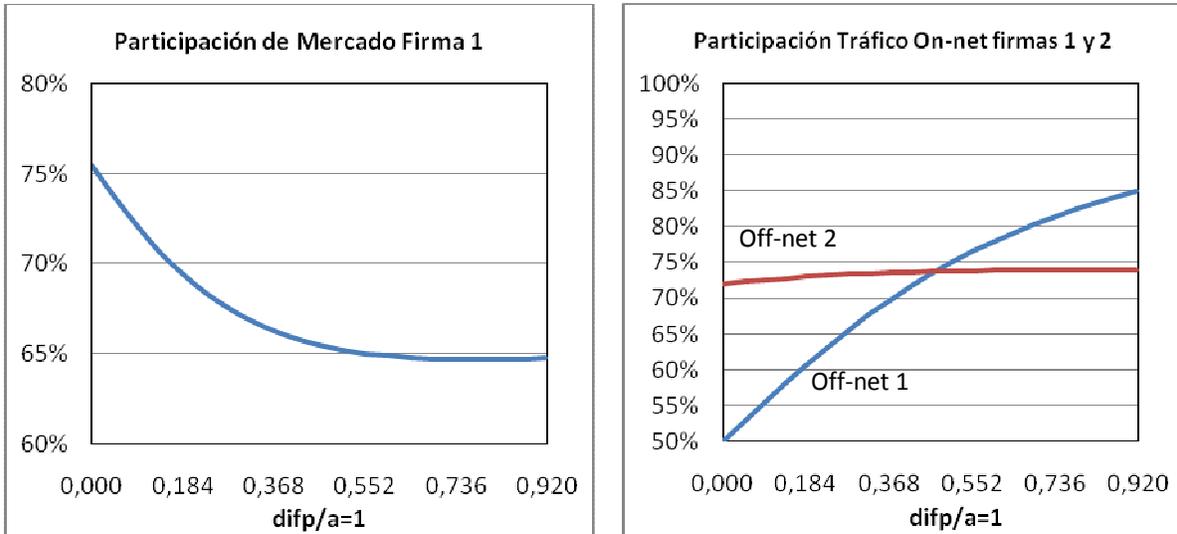
La segunda medida regulatoria consiste en establecer un límite al diferencial de precios, de tal suerte que el operador 1 no puede aprovecharse de las externalidades de red que lo favorecen a él con más fuerza. Para esto, se ha hecho una simulación en la que se toma como diferencial máximo el resultante del escenario base, y dicho diferencial se lleva a 0 para observar el impacto sobre distintas variables de interés.



Una vez más se puede observar que con la introducción de la medida regulatoria, el bienestar social y el excedente del consumidor incrementan de manera sostenida. Es importante tener en cuenta que el bienestar se incrementa en una mayor proporción a como lo hacía con la introducción de la medida de cargos de acceso asimétricos.

Sin embargo, una vez más, se observan algunas desventajas de la utilización de esta medida.





En primer lugar, los beneficios de la firma 2 caen. Esto se debe a que si bien está recibiendo más tráfico por parte del operador 1, la posibilidad de hacer más llamadas a un menor precio para los usuarios del operador 1 se vuelve atractivo y por lo tanto incrementa su participación de mercado, al menos para los valores más pequeños del límite en el diferencial de precios.

En segundo lugar, se observa también como la regulación del diferencial lleva a que el operador líder en el mercado genere una mayor cantidad de tráfico *off-net*, que si bien no contribuye a generar una mayor utilidad para los usuarios del operador 2 de manera que repercuta en su participación, al menos si contribuiría a reducir los costos de cambio endógenos que se originan por el establecimiento del diferencial de precios para una repetición del juego en un momento de tiempo futuro.

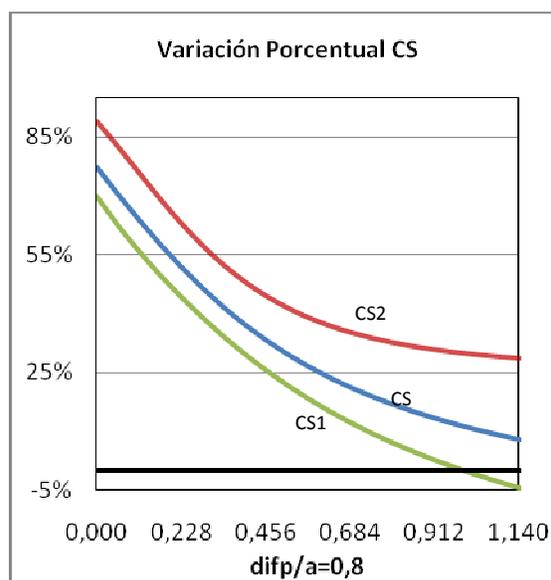
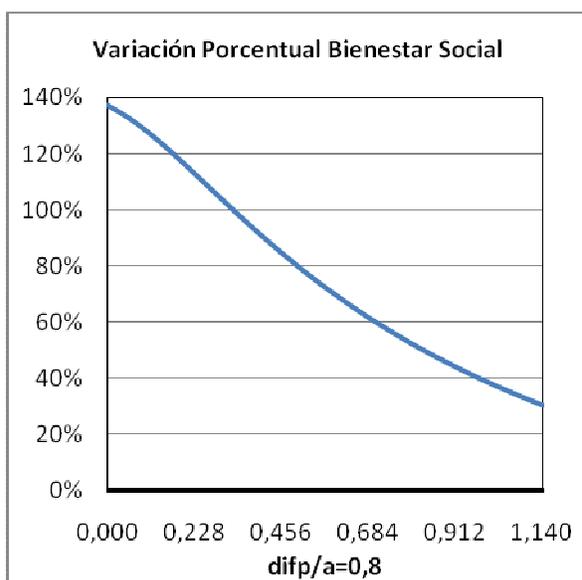
Por lo tanto, se puede concluir que si bien se observan incrementos en el bienestar social y en el excedente del consumidor, de imponerse esta medida de manera independiente el regulador debe tener en cuenta que se incrementará la concentración en el mercado aun cuando esto inicialmente genere beneficios para los usuarios. Una vez el operador dominante acabase con su competencia, se podrían esperar precios monopólicos y la consecuente pérdida de bienestar.

4.3 Implementación de las medidas de manera complementaria

Por último, se evalúa la implementación de las medidas regulatorias de manera simultánea. Para esto, en primer lugar, se debe tener en cuenta que dado que los comportamientos de las variables

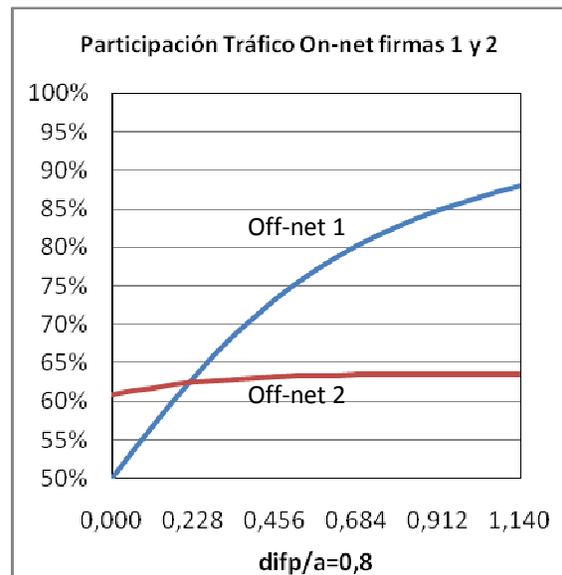
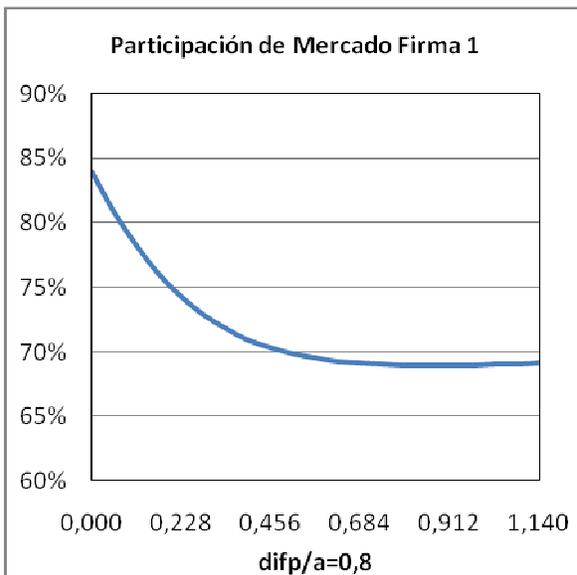
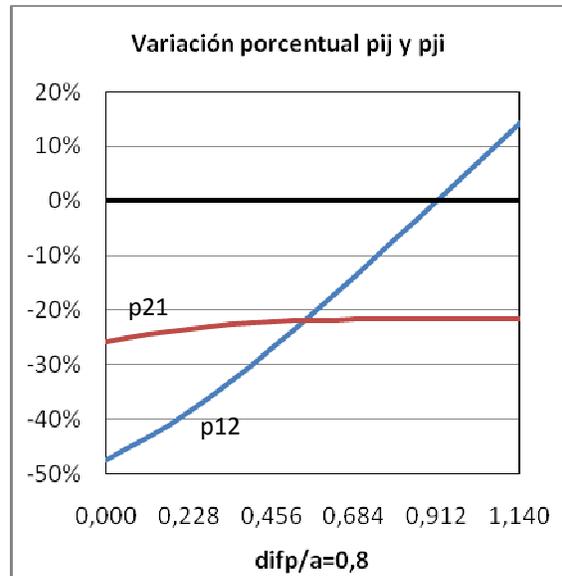
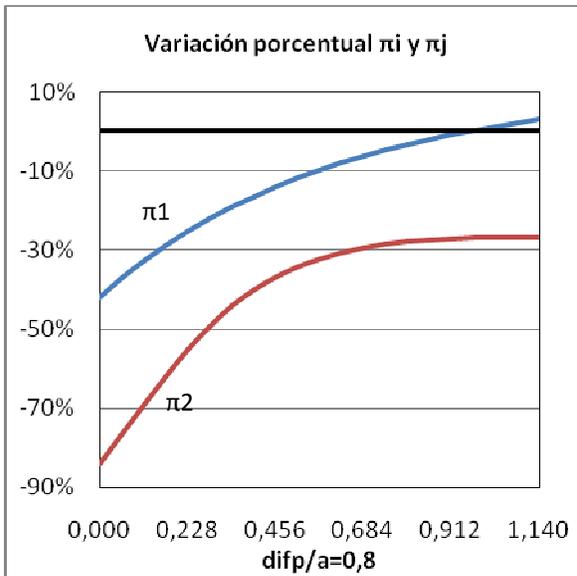
analizadas son constantes ante la imposición de la medida de cargos de acceso asimétricos, en el presente ejercicio se procede a simular la imposición de la medida de restricción del diferencial de precios de manera posterior a la reducción del cargo de acceso del operador 1. Por lo anterior, si bien en el margen derecho de las gráficas se tendrá, una vez más, el escenario base, la simulación del bienestar social y del excedente del consumidor no parte de 0 por cuanto ya se había notado el incremento en dichas variables por la imposición de la medida de cargos de acceso asimétricos.

En segundo lugar, se debe tener en cuenta que ante un cargo de acceso igual a 0,8 el diferencial de precios *on-net* y *off-net* del operador 1 es superior que cuando el cargo de acceso es igual a 1, y por lo tanto el rango dentro del cual se evalúa la medida también es superior.



Como ya es habitual en el análisis presentado hasta el momento, se observan incrementos sostenidos tanto del bienestar del consumidor como de la sociedad en general. El impacto es aún mayor que en los dos escenarios anteriores, por lo que se puede suponer que el uso de las dos medidas de manera complementaria potencia sus efectos sobre el bienestar.

No obstante lo anterior, también observan efectos negativos sobre el mercado.



Los beneficios de los operadores se reducen ahora en una mayor proporción, lo que indicaría que la competencia en precios que llevan a cabo mina sus utilidades, a favor de un mayor excedente para el consumidor.

También se observa que si bien la participación de mercado del operador dominante se mantiene constante (al nivel superior que alcanza a partir de la imposición de la medida de cargos de acceso asimétricos), para los valores más pequeños del límite del diferencial de precios la participación de mercado del operador más grande crece considerablemente, llegando a valores cercanos al 85%.

Finalmente, aun cuando la participación del operador dominante crece de manera considerable, la composición del tráfico se altera considerablemente, y para un límite en el diferencial de precios igual a 0, el operador cursa tanto tráfico *on-net* como *off-net*.

De acuerdo a lo analizado en el punto anterior, pareciese que sin importar las medidas regulatorias que imponga el regulador, la inercia generada a partir de la diferencia en las participaciones de mercado de uno y otro operador fueran suficientes para orientar la concentración del mercado siempre en sentido del operador dominante.

Sobre este punto vale la pena rescatar un parámetro que hasta ahora no ha sido analizado, el parámetro de factor de reputación (o de incumbencia - A) que fue introducido en el modelo con el propósito de generar participaciones de mercado asimétricas. Sin embargo, este factor también se puede entender como todas esas variables que hacen a un operador más atractivo para los usuarios que su tamaño o sus precios, como pueden ser la calidad del servicio, la cobertura, mejor atención al cliente, e incluso un mejor posicionamiento de marca.

Como se puede ver en las siguientes gráficas, una disminución de este factor (ya sea por que en términos relativos pierde importancia – incrementa la reputación del operador competidor) impacta directamente la participación de mercado del operador dominante. La reducción de dicho factor afecta también negativamente el bienestar de la sociedad, principalmente porque es un componente significativo al momento de calcular el bienestar de los consumidores. Su reducción impacta de dos maneras: por un lado, hay una pérdida neta de bienestar por cuenta de que el operador 1 pierde participación, y este factor de reputación está ponderado por la participación de mercado del operador 1. Este valor sin embargo es compensado por incrementos en la participación del operador 2. Adicionalmente, al ser un componente más del bienestar social, su reducción trae inmediatamente una reducción de dicho bienestar. Esta reducción constituye una pérdida neta de bienestar por cuanto la utilidad de vincularse al operador 2 no contiene elementos que hagan contrapeso.

Por lo anterior, y a diferencia de los análisis presentados hasta el momento, para analizar los impactos sobre los beneficios de los usuarios sin tener en cuenta el factor de reputación, el mismo

se descuenta del cálculo del excedente del consumidor y por ende del bienestar social. Así, el excedente del consumidor que se analiza responde a la siguiente fórmula:

$$\text{Sin descontar A: } CS = \int_0^{\alpha_1} U_1(x) dx + \int_{\alpha_1}^1 U_2(x) dx = \alpha_1(w_1 + \frac{A}{\sigma}) + \alpha_2 w_2 - \frac{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}{4\sigma}$$

$$\text{Descontando A: } CS_{-A} = \int_0^{\alpha_1} U_1(x) dx + \int_{\alpha_1}^1 U_2(x) dx = \alpha_1 w_1 + \alpha_2 w_2 - \frac{\alpha_1^2 - \alpha_2^2}{4\sigma}$$

y por lo tanto el bienestar de la sociedad sería el siguiente:

$$\text{Sin descontar A: } W = CS + \pi_1 + \pi_2$$

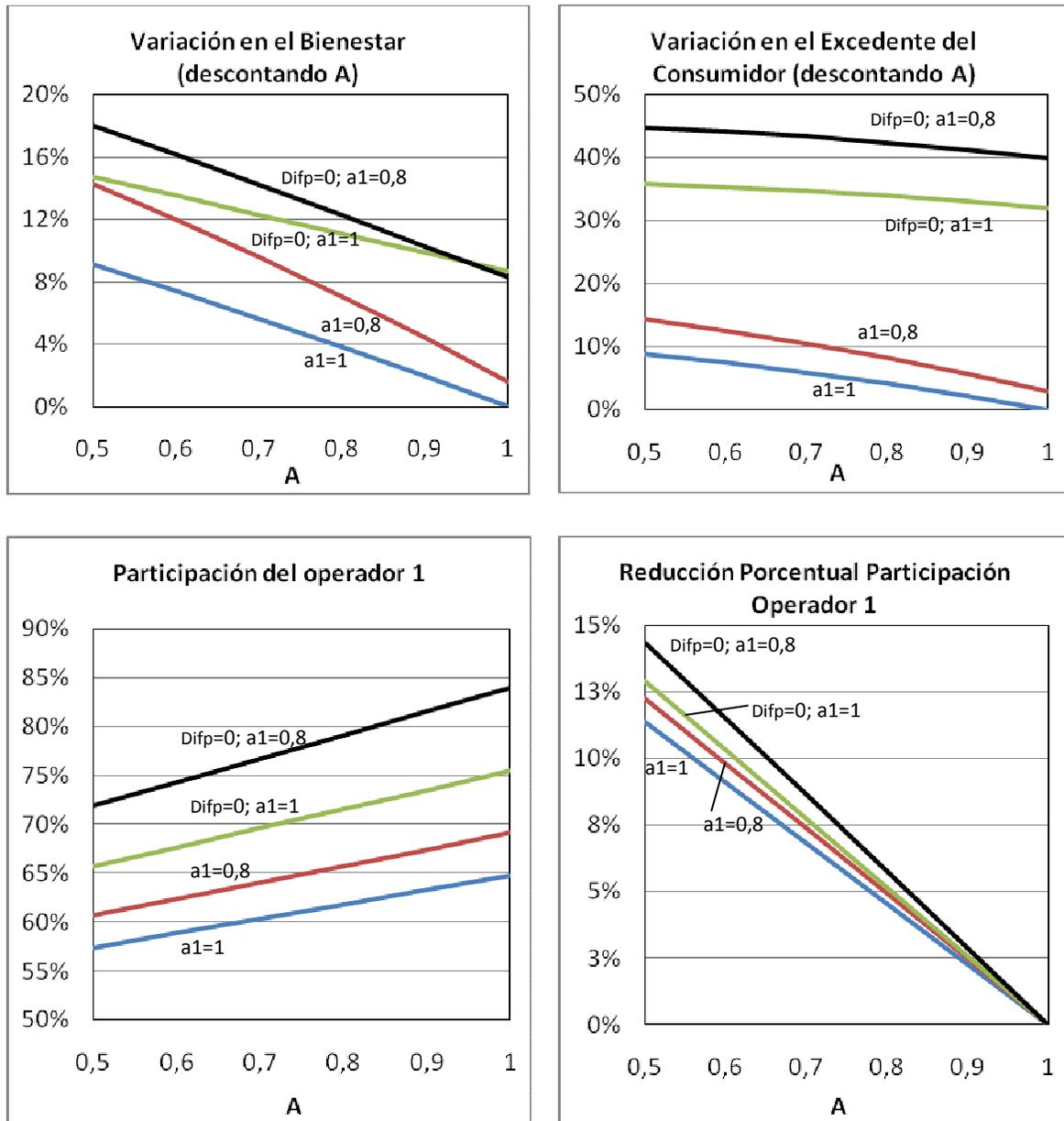
$$\text{Descontando A: } W_{-A} = CS_{-A} + \pi_1 + \pi_2$$

Hasta el momento la variable que se había analizado era tanto el bienestar social (W) como el excedente del consumidor (CS) sin descontar A, pero en adelante se analizarán cada una de las variables descontando A.

Es importante tener en cuenta que aun cuando dicho factor se descuenta del cálculo de bienestar social y excedente del consumidor, la participación de mercado y los precios *on-net* y *off-net* dependen aun de dicho diferencial. El descuento del factor se hace con el único propósito de observar en términos netos la variación de la utilidad de los consumidores por pertenecer a una u otra red por cuenta de los precios de los servicios y las cantidades consumidas.

Los resultados son considerables: en primer lugar, el bienestar de la sociedad, y el excedente del consumidor, descontando el factor de reputación, incrementan en la medida en que dicho factor disminuye. Esto se debe a que los usuarios ponderan en una menor medida esos otros factores que inclinaban su decisión inicial a favor del operador más grande, o ponderan más en términos relativos dichos factores en el operador competidor, y adicionalmente se ven beneficiados de los mejores precios que se ve obligado a ofrecer el operador competidor. Adicionalmente se observa que el establecimiento de las medidas regulatorias facilita una mayor reducción de la participación del operador dominante.

Como se observa en las gráficas de la parte inferior, la participación de mercado decrece en una mayor proporción cuando se implementan las medidas regulatorias, y en mayor medida, cuando se implementan las dos medidas de manera simultánea.



Este resultado nos lleva a concluir que un regulador puede tomar decisiones de implementación de medidas en aras de promover la competencia en el mercado, pero que no pueden atacar todas las variables de decisión de los usuarios. Sin embargo, el o los operadores competidores tienen una cuota de responsabilidad considerable en el impacto de dichas medidas, y deben competir no

solo en precios, ya que se observa que la competencia a este nivel es insuficiente para garantizar una mayor participación de mercado. Por lo tanto, resulta fundamental que los operadores no dominantes compitan en las demás variables que puedan asignar una ventaja competitiva al operador dominante. Bajo este escenario, es más probable que se dé una competencia más vigorosa en el mercado, y requiera de una menor intervención del regulador. Sin embargo, es claro que el establecimiento de las medidas complementarias sugeridas en este documento allanan el camino para que los operadores competidores puedan incrementar su participación de mercado. Es decir, se les brindan más herramientas para competir a los operadores más pequeños.

5. Conclusiones

Se ha expuesto en el presente documento un problema de competencia que se presenta en el mercado de telefonía móvil en Colombia, a causa de la ventaja competitiva que percibe un operador por la unión de dos factores: una mayor participación de mercado, y la diferenciación de precios entre tráfico *on-net* y tráfico *off-net*.

Se ha analizado también distinta literatura que ha evaluado el problema de competencia, pero que en la mayoría de los casos se ha orientado a detallar la mecánica del mismo, sin intentar resolver el problema de competencia. Algunos autores se han limitado a sugerir que se debe prohibir el establecimiento de un diferencial de precios entre los dos tipos de tráfico, y otros autores han sugerido que se debe establecer un esquema *sender keeps all* para resolver el problema. Sin embargo, algunos de los autores que han sugerido este tipo de medidas lo han hecho sin una sustentación teórica robusta, y parecen más opiniones que respuestas a un problema. Adicionalmente, cuando se propone esta medida no se analiza el impacto sobre los ingresos de los operadores pequeños al eliminar sus ingresos por interconexión, y su impacto negativo en la situación del operador, por lo que no es una medida que se pueda analizar de manera estática.

Hoernig (2007b) expone el análisis de diferentes medidas a la luz del modelo teórico desarrollado en Hoernig (2007a) para unos parámetros en particular. Siguiendo la misma metodología de este último autor, y teniendo en cuenta que el problema de competencia tiene al menos dos dimensiones, a saber, una estructura comercial y de costos más favorable para el operador más grande, y la posibilidad de garantizarle a sus usuarios una mayor utilidad por hacer y recibir

llamadas, en este trabajo se ha evaluado la imposición de una medida complementaria que ataque dos frentes.

En primer lugar, con el establecimiento de un esquema de cargos de acceso asimétricos en el que se reduce el costo por minuto observado por el operador competidor para cursar tráfico *off-net*, se le permite al operador competidor mejorar tanto su oferta comercial como su estructura de costos para reducir la ventaja competitiva del operador dominante. Sin embargo, como se pudo observar en el análisis de la implementación de esta medida de manera independiente, el operador dominante tiene los incentivos y las herramientas para bloquear el tráfico *off-net* originado en su red, y de esta manera fortalecer aun más su posición en el mercado.

En segundo lugar, con el establecimiento de un límite al diferencial de precios *on-net* y *off-net* que fija el operador dominante se pretende, en principio, hacer extensiva la utilidad de recibir llamadas a todos los usuarios del mercado, por lo que la misma no sería exclusiva de los usuarios pertenecientes a una misma red. Sin embargo, la posibilidad de hacer y recibir más llamadas hace que aun más usuarios se vinculen al operador dominante, incrementando su participación de mercado. No obstante lo anterior, esta medida limita algunos efectos negativos de la medida de cargos de acceso asimétricos, ya que no permite al operador dominante fortalecer su posición en el mercado mediante el incremento de la tarifa *off-net*. De esta manera, el operador competidor tiene más herramientas para competir por una mayor participación de mercado.

No es clara la dinámica en la competencia entre estos operadores en un momento futuro en el tiempo por cuanto se le han limitado las herramientas al operador dominante para sacar provecho de su posición en el mercado, aun cuando la misma se ve fortalecida con la introducción de las medidas. En este punto es importante notar que una fuente importante de poder de mercado del operador de mercado son esas características diferentes al precio y a su tamaño que hacen, o han hecho, que dicho operador tenga una participación de mercado mayor que la de su competencia. Por lo tanto, a parte de una participación activa por parte del regulador, es importante que los operadores competidores diluyan el diferencial del factor de reputación con el propósito de tener más posibilidades de competir por una mayor participación de mercado. De hecho, tal y como quedó en evidencia en el presente documento, la introducción de las medidas regulatorias

permite mayores reducciones de la participación de mercado del operador más grande ante reducciones en el factor de reputación.

Quedan por ser estudiadas medidas regulatorias adicionales, como el establecimiento de un esquema *sender keeps all*, más fácil de implementar, aunque seguramente enfrentará resistencia por parte de los operadores en el mercado, y en particular de los pequeños que por lo general son receptores netos de cargos de acceso. En este sentido, un análisis de esta medida no solo debe ir acompañado de los impactos sobre el bienestar y demás variables de interés, sino que debe definir una senda sobre la cual se aplique gradualmente la medida. Estos análisis se proponen como ejercicios a desarrollar en futuras investigaciones sobre la materia.

Tampoco es claro el efecto dinámico de la imposición de las medidas regulatorias anteriormente expuestas, tanto en términos de participación de mercado de los operadores como de los precios que estos establecen. Por lo anterior, una posible línea de investigación pendiente sería la de capturar el trade-off entre eficiencia estática y eficiencia dinámica que se origina en la competencia entre redes acá descrita, para poder verificar si el riesgo de introducir medidas regulatorias que sacrifiquen eficiencia estática son compensadas por beneficios de la misma de manera dinámica. Adicionalmente, el análisis de la evolución del impacto de las medidas en el tiempo resulta fundamental para el regulador para saber la duración de las medidas regulatorias, y por lo tanto, cómo reconocer cuando es momento de retirar las medidas.

Sin embargo, los ejercicios aquí presentados son ilustrativos de los efectos de medidas regulatorias, que si bien no son consideradas como tradicionales, resultan importantes de analizar dado el potencial perjuicio que puede enfrentar el mercado dadas las condiciones de competencia actuales y las decisiones de los agentes que lo conforman, en particular de aquellos que tengan un poder significativo en el mercado, o posición dominante.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, Mark y Julian Wright. Mobile Call Termination. 2007.
- Armstrong, Mark. Competition in two-sided markets. RAND Journal of Economics Vol. 37, No. 3. 2006.
- Armstrong, Mark. The theory of access pricing and interconnection en Handbook of Telecommunications Economics Vol. 1. 2002.
- Birke, Daniel y G.M. Peter Swan. Network effects, network structure and consumer interaction in mobile telecommunications in Europe and Asia. 2006.
- Cabral, Luis. Dynamic price competition with network effects. 2008.
- Calzada, Joan y Tommaso M. Valletti. Network competition and entry deterrence. 2005.
- Cambini, Carlo y Tommaso M. Valletti. Network Competition with price discrimination: “bill-and-keep” is not so bad after all. Economics Letters 81. 2003.
- European Regulators Group (ERG) “ERG’s Common Position on Symmetry of Fixed Called Termination Rates and Mobile Call Termination Rates”. Febrero del 2008.
- Gabrielsen, Tommy Staahl y Steinar Vagstad. Why is *on-net* traffic cheaper than *off-net* traffic? Access markup as a collusive device. European Economic Review 52. 2008.
- Gans, Joshua S, Stephen P. King y Julian Wright. Wireless Communications en Handbook of Telecommunications Economics, Vol. 2. 2003.
- Geoffron, Patrice y Haobo Wang. “What mobile termination regime for asymmetric firms with a calling club effect) (*Forthcoming in the International Journal of Management and Networks Economics*)
- Grajek, Michal. “Estimating Network Effects And Compatibility In Mobile Telecommunications, ESMT No. 07-001 (2007)
- Harbord, David y Marco Pagnozzi. *On-net/off-net* price discrimination and “Bill-and-Keep” vs. “Cost-Based” regulation of mobile termination rates. 2008.
- Hoernig, Steffen. Market penetration and late entry in mobile telephony. 2008.
- Hoernig, Steffen. *On-net* and *off-net* pricing on asymmetric telecommunications networks. Information Economics and Policy 19. 2007a.
- Hoernig, Steffen. Tariff-mediated network externalities: Is regulatory intervention any good? Preliminary Version. 2007b.

- Jeon, Doh-Shin, Jean-Jacques Laffont y Jean Tirole. On the “receiver-pays” principle. *RAND Journal of Economics* Vol. 35, No. 1. 2004.
- Kim, Hee-Su y Namhoon Kwon. “The advantage of network size in acquiring new subscribers: a conditional logit analysis of the Korean mobile telephony market”. *Information Economics and Policy* 15 (2003).
- Kocsis, Vyctoria, (2005) “Network Asymmetries and Access Pricing in Cellular Telecommunications” Tinbergen Institute Discussion Paper, TI 2005
- Laffont, Jean-Jacques, Patrick Rey y Jean Tirole. Network Competition: I. Overview and nondiscriminatory pricing. *RAND Journal of Economics* Vol. 29, No. 1. 1998.
- Laffont, Jean-Jacques, Patrick Rey y Jean Tirole. Network Competition: II. Price Discrimination. *RAND Journal of Economics* Vol. 29, No. 1. 1998.
- Littlechild, Stephen. Mobile Termination Charges: Calling party pays versus receiving party pays. *Telecommunications Policy*, 30. 2006
- Mitchell, Matthew F. y Andrzej Skrzypacz. Network externalities and long-run market shares. Research paper series, Stanford Graduate School of Business. 2005.
- Peitz, Martin. “Asymmetric Regulation of Access and Price Discrimination in Telecommunications”. *Journal of Regulatory Economics*; 28:3 327–343, 2005
- Shy, Oz. *The Economics of Network Industries*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2002.
- Stennek, Johan y Thomas P. Tangeras. *Intense Network Competition*. 2008.
- Valletti, Tommaso M. Differential pricing, parallel trade, and incentive to invest. *Journal of International Economics* 70. 2006.
- Valletti, Tommaso M. Mobile Call Termination: a Tale of Two-Sided Markets. *Communications & Strategies*, no. 61. 2006.

ANEXO TÉCNICO

A1. Solución Escenario Base

Teniendo en cuenta lo desarrollado por Jeon *et al.* (2004) y Berger (2005), se deriva e iguala a cero la participación de mercado del operador i , reconociendo que los desbalances que se pudieran originar en la participación de mercado relativa son compensados por variaciones de F_i y F_j , de lo que se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \alpha_i}{\partial p_{ii}} = 0 &= \sigma \left\{ \alpha_i \left[v'(p_{ii}) + \gamma u'(q_{ii}) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] - \frac{dF_i}{dp_{ii}} \right\} \\ &\Leftrightarrow \frac{dF_i}{dp_{ii}} = \alpha_i \left[v'(p_{ii}) + \gamma u'(q_{ii}) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] \\ \frac{\partial \alpha_i}{\partial p_{ij}} = 0 &= \sigma \left\{ \alpha_i \left[-\gamma u'(q_{ij}) \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \alpha_j [v'(p_{ij})] - \frac{dF_i}{dp_{ij}} \right\} \\ &\Leftrightarrow \frac{dF_i}{dp_{ij}} = \alpha_i \left[-\gamma u'(q_{ij}) \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \alpha_j [v'(p_{ij})] \end{aligned}$$

Ahora si, derivando la función de beneficios con respecto a los precios, e igualando a 0 se tiene:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i}{\partial p_{ii}} &= \alpha_i \left\{ \alpha_i \left[q_{ii} + (p_{ii} - c_i) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] + \frac{dF_i}{dp_{ii}} \right\} = 0 \\ \frac{\partial \pi_i}{\partial p_{ij}} &= \alpha_i \left\{ \alpha_j \left[q_{ij} + (p_{ij} - c_{fi}) \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \frac{dF_i}{dp_{ij}} \right\} = 0 \end{aligned}$$

Reemplazando en las condiciones de primer orden las derivadas del cargo fijo con respecto a los precios:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_i}{\partial p_{ii}} &= \alpha_i \left\{ \alpha_i \left[q_{ii} + (p_{ii} - c_i) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] + \alpha_i \left[v'(p_{ii}) + \gamma u'(q_{ii}) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] \right\} = 0 \\ &\Leftrightarrow \alpha_i \left[q_{ii} + (p_{ii} - c_i) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] + \alpha_i \left[-q(p_{ii}) + \gamma p_{ii} \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} \right] = 0 \\ &\Leftrightarrow (p_{ii} - c_i + \gamma p_{ii}) \frac{dq_{ii}}{dp_{ii}} = 0 \\ &\Leftrightarrow p_{ii}^{**} = \frac{c_i}{1 + \gamma} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \pi_i}{\partial p_{ij}} &= \alpha_i \left\{ \alpha_j \left[q_{ij} + (p_{ij} - c_{fi}) \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \alpha_i \left[-\gamma w'(q_{ij}) \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \alpha_j [v'(p_{ij})] \right\} \\
&\Leftrightarrow \alpha_j \left[q_{ij} + (p_{ij} - c_{fi}) \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \alpha_i \left[-\gamma p_{ij} \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} \right] + \alpha_j [-q(p_{ij})] = 0 \\
&\Leftrightarrow [\alpha_j(p_{ij} - c_{fi}) - \alpha_i \gamma p_{ij}] \frac{dq_{ij}}{dp_{ij}} = 0 \\
&\Leftrightarrow \alpha_j [p_{ij} (1 - \alpha_i / \alpha_j \gamma) - c_{fi}] = 0 \\
&\Leftrightarrow p_{ij}^{**} = \frac{c_{fi}}{1 - \alpha_i / \alpha_j \gamma}
\end{aligned}$$

Finalmente, para la maximización de los beneficios con respecto a F_i se tiene en cuenta que los operadores escogen F_i con el propósito de mantener sus participaciones α_i constantes tal y como se ha explicado anteriormente por Jeon *et al. et al.* y Berger.

Primero, se simplifica parcialmente la función, para luego derivar con respecto a F_i :

$$\pi_i = \alpha_i^2 (p_{ii} - c_i) q_{ii} + \alpha_i \alpha_j (p_{ij} - c_{fi}) q_{ij} + \alpha_i \alpha_j (a_i - c_{ti}) q_{ji} + \alpha_i (F_i - f_i)$$

La condición de primer orden da:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \pi_i}{\partial F_i} &= 2\alpha_i (p_{ii} - c_i) q_{ii} \frac{d\alpha_i}{dF_i} + \alpha_j (p_{ij} - c_{fi}) q_{ij} \frac{d\alpha_i}{dF_i} + \alpha_i (p_{ij} - c_{fi}) q_{ij} \frac{d\alpha_j}{dF_i} + \alpha_j (a_i - c_{ti}) q_{ji} \frac{d\alpha_i}{dF_i} \\
&\quad + \alpha_i (a_i - c_{ti}) q_{ji} \frac{d\alpha_j}{dF_i} + (F_i - f_i) \frac{d\alpha_i}{dF_i} + \alpha_i = 0
\end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que

$$\begin{aligned}
\frac{d\alpha_i}{dF_i} &= -\frac{\sigma}{H} \\
\frac{d\alpha_j}{dF_i} &= \frac{\sigma}{H}
\end{aligned}$$

y

$$\frac{d\alpha_i}{dF_i} = -\frac{d\alpha_j}{dF_i}$$

se obtiene

$$2\alpha_i(p_{ii} - c_i)q_{ii}\frac{d\alpha_i}{dF_i} + (\alpha_j - \alpha_i)(p_{ij} - c_{fi})q_{ij}\frac{d\alpha_i}{dF_i} + (\alpha_j - \alpha_i)(\alpha_i - c_{ti})q_{ij}\frac{d\alpha_i}{dF_i} + (F_i - f_i)\frac{d\alpha_i}{dF_i} + \alpha_i = 0$$

Reemplazando la derivada de la participación de mercado con respecto al cargo fijo, y multiplicando por la inversa a lado y lado de la igualdad, se tiene:

$$2\alpha_i(p_{ii} - c_i)q_{ii} + (\alpha_j - \alpha_i)(p_{ij} - c_{fi})q_{ij} + (\alpha_j - \alpha_i)(\alpha_i - c_{ti})q_{ij} + (F_i - f_i) + \alpha_i\left(-\frac{H}{\sigma}\right) = 0$$

$$\Leftrightarrow F_i = f_i + \alpha_i\left(\frac{H}{\sigma}\right) - 2\alpha_i(p_{ii} - c_i)q_{ii} + (\alpha_i - \alpha_j)(p_{ij} - c_{fi})q_{ij} + (\alpha_i - \alpha_j)(\alpha_i - c_{ti})q_{ij}$$

y por lo tanto

$$F_i^{**} = f_i + \alpha_i\left(\frac{H}{\sigma}\right) - 2\alpha_i(p_{ii}^{**} - c_i)q(p_{ii}^{**}) + (\alpha_i - \alpha_j)(p_{ij}^{**} - c_{fi})q(p_{ij}^{**}) + (\alpha_i - \alpha_j)(\alpha_i - c_{ti})q(p_{ij}^{**})$$

A2. Solución con limitación al diferencial de precios

Repitiendo la metodología expuesta en el numeral anterior, con la nueva restricción que enfrenta el operador 1, se desarrolla el modelo para replicar los resultados expuestos por Hoernig (2007b), con lo cual se obtiene lo siguiente:

$$\frac{\partial \alpha_1}{\partial p_{11}} = 0 = \sigma \left\{ \alpha_1 \left[v'(p_{11}) + \gamma u'(q_{11}) \frac{dq_{11}}{dp_{11}} - \gamma u'(q_{12}) \frac{dq_{12}}{dp_{11}} \right] + \alpha_2 v'(p_{11} + \Delta_p) - \frac{dF_1}{dp_{11}} \right\}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dF_1}{dp_{11}} = \alpha_1 \left[v'(p_{11}) + \gamma u'(q_{11}) \frac{dq_{11}}{dp_{11}} - \gamma u'(q_{12}) \frac{dq_{12}}{dp_{11}} \right] + \alpha_2 v'(p_{11} + \Delta_p)$$

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p_{11}} = \alpha_1 \left\{ \alpha_1 \left[q_{11} + (p_{11} - c_1) \frac{dq_{11}}{dp_{11}} \right] + \alpha_2 \left[q_{12} + (p_{11} + \Delta_p - c_1) \frac{dq_{12}}{dp_{11}} \right] + \alpha_1 \left[v'(p_{11}) + \gamma u'(q_{11}) \frac{dq_{11}}{dp_{11}} - \gamma u'(q_{12}) \frac{dq_{12}}{dp_{11}} \right] + \alpha_2 v'(p_{11} + \Delta_p) \right\} = 0$$

$$\Leftrightarrow p_{11}^R = \frac{c_1 + \frac{\alpha_2 q'_{12}}{\alpha_1 q'_{11}} [c_{f1} - (1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \gamma) \Delta_p]}{(1 + \gamma) + \frac{\alpha_2 q'_{12}}{\alpha_1 q'_{11}} (1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \gamma)}$$