El impacto de las políticas regulatorias sobre el comportamiento de las empresas en las industrias de telecomunicaciones

Tesis Doctoral

Autor: Ramiro Losada

Directores: M. Angeles de Frutos y Pedro Marín

Departamento de Economía
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Getafe, Septiembre 2004

A mis padres
A Margarita

Agradecimientos

Después de mucho tiempo, esta etapa de mi vida llega a su fin. Como siempre que se acaba una etapa uno tiene sensaciones contradictorias, por un lado esta muy contento con el trabajo realizado, y por otro inquieto por las nuevos retos a los que se tiene o tendrá que hacer frente.

Pero para que esta tesis haya llegado a buen puerto he tenido el apoyo, esfuerzo y trabajo de mucha gente. Primero y fundamental la ayuda de mis directores de tesis, M. Ángeles de Frutos y Pedro Marín, aunque suene a tópico sin ellos esta tesis nunca se hubiera podido terminar, la paciencia que han tenido conmigo ha sido infinita. En un país donde dirigir una tesis es altruista, es muy de agradecer que me hayan dedicado su más que valioso tiempo. Una mención muy especial se merece Tommaso Valletti, a pocos personas tan generosas conozco. Laura Ilie ha sido parte activa de esta tesis ya que uno de los capítulos de la tesis es un trabajo conjunto con ella, su ayuda ha sido de gran importancia, y su amistad todavía mas. Aparte de ellos, en esta universidad me he encontrado gente que ha merecido la pena; Ramón Xifré, Carmine Ornaghi, Santiago Fortés, Rosa Loveira, Rocio Sánchez, Angeles Carnero, José Carretero, Oscar Martinez, Andres Ubierna, Luana Gava, Alfonso Sánchez, Maria Tugores, Sara López, José Olmo, Antonio G. Zaballos, Carlos Betancourt, Yasemin Urkmez, Virginia Sánchez, Carmen Santos, Francisco Callado, Natalia Utrero. Con ellos he pasado momentos muy buenos.

También me gustaría agradecer a la gente que ha vivido conmigo estos años, sobre todo a Noemí Navarro y Eduardo López. Una mención muy especial va a la familia Izquierdo y en especial a Joseba por haberme cedido su casa durante el predoctorado, la verdad es que fue un mes inolvidable.

Me parece el mejor momento para reconocer la labor de la gente que siempre ha estado ahí, sobre todo a mis padres, solo espero poder hacerlo en el futuro la mitad de bien de lo que ellos lo han hecho. Me gustaría darle las gracias a mi mujer, Margarita Zamora, sin su continuo apoyo, sobre todo en los malos momentos, y comprensión hacia mí. Gracias por ponérmelo lo mas fácil que has podido.

También agradecer a mi abuela, a mi tía Elvira, y a mi tío Teolindo, siempre me han tratado con mucho cariño.

Agradecer a todos mis amigos de siempre, sin los momentos que he pasado con ellos estos últimos años, todo hubiera sido mucho mas complicado. Gracias al Muñoz, al Mac, al Pepi, al Tuto, a Belén, a Leire, a Fosh, a Julepe, a Pedro Fortea, a Jonas, al Macana, a Alvarito y señora, a Litus, a Carusso, a Martita, a Nuria, a Edgar y a Jorge. Y como olvidar a Jon Huete y los viajes que hemos hecho cuando yo estaba en el extranjero, en cada viaje de esos he renovado las ganas de seguir adelante un año más.

Gracias a todos de nuevo que sepáis que me siento una persona muy afortunada.

Índice general

Capítulo 1

Financiación endogena del Servicio Universal

Resumen: *Nos dedicamos a estudiar la financión endogena del de la obligaciones del Servicio Universal y lo comparamos con la financiación exogena. Se crea un fondo y se alimenta a través de impuestos pagados por las empresas. Mostramos que la forma en que se implementan estos fondos actualmente va en contra del bienestar social. Proponemos una nueva forma de implementarlos que mejora el bienestar social. Además, desafiamos el principio de pago proporcional ya que conlleva un peor bienestar.*

1.1. Introducción

En las últimas dos décadas se ha llevado a cabo una gran desregulación en sectores como telecomunicaciones, transporte, electricidad o gas. Debido a los avances tecnológicos, estas industrias de red han dejado de ser monopolios naturales y la competencia esta empezando a entrar en estos mercados. Esto es probable que afecte considerablemente a la forma en que estas industrias operan.

En los mercados de las utilities el regulador a menudo valora un .ªcceso igualitario"para todos los consumidores al servicio a una "tarifa asequible".[1] Mientras que las redes fueron operadas previamente por monopolios que estaban a cargo de las obligaciones de servicio universal, la llegada de nuevos entrantes en el mercado que esta ahora abierto a la competencia induce descremado en los segmentos rentables del mercado y hace que los antiguos monopolios no puedan financiar estas obligaciones a través de subvenciones cruzadas (ver Laffont y Tirole (2000)). La empresa no esta dispuesta a servir areas de alto coste a precios bajos o a subvencionar consumidores de rentas bajas. La industria desarrolla por tanto un conflicto de interés entre el objetivo de los operadores de maximizar beneficio y los objetivos del interés general. Este conflicto requiere la intervención de un regulador. Además, el movimiento de liberalización lleva a un resultado que podría no ser deseable desde un punto de vista social. Sin las restricciones del regulador algunos usurarios podrían ser excluidos del mercado o usuarios con diferente consumo o características tendrían diferentes tarifas. Si el regulador valora igualdad con respecto al acceso de todos los consumidores al mercado, debe imponer obligaciones de servicio universal (OSU).

En la industria de las telecomunicaciones las obligaciones de servicio universal, OSU a partir de ahora, han sido un tema central en el debate alrededor de la reforma regulatoria en la mayoría de los países. Cualquier miembro del acuerdo de la Organización de Comercio Internacional tiene el derecho de definir del tipo de obligaciones de servicio universal que quiere mantener.[2] Por tanto, la definición de OSU varia entre países. Sin embargo, diferente definiciones guardan caracteristicas comunes que permiten un concepto general de OSU. Asegurar servicio universal quiere decir que proveemos un conjunto mínimo definido de servicios a una calidad especifica a todos los consumidores finales a un precio asequible.

[1] Ver, por ejemplo, Federal Communications Commission (1996).

[2] Por ejemplo, el parlamento europeo y el consejo de la Unión Europea estipulan que las obligaciones de estados miembros *"son hacer disponible con calidad especificada a todos los consumidores finales en sus territorios, independientemente de su localización geográfica, y a la luz de las condiciones nacionales especificas, a un precio asequible".*

La directiva 2002/22/EC del Parlamento Europeo considera el siguiente conjunto de servicios:

- *Provisión de acceso a una localización fija*, de tal manera que cualquier usurario final puede estar conectado a una red de telefonía fija. La conexión permitirá a los consumidores finales hacer y recibir llamadas locales, nacionales e internacionales, además de comunicaciones facsímil y de datos.

- *Servicios de directorio y directorios.* Al menos un directorio esta disponible para los usuarios finales en una forma autorizada por una autoridad relevante, bien en papel o electrónica, o ambas, y es puesta al día regularmente, al menos una vez al ao. Al menos un directorio telefónico estará disponible para todos los consumidores finales, incluyendo usuarios de teléfonos de pago públicos.

- *Teléfonos de pago públicos.* Las autoridades regulatorias nacionales pueden imponer obligaciones de servicio universal para asegurar que los telefonos de pago públicos están provistos para cubrir la necesidad razonable de los consumidores finales en términos de cobertura geografica, numero de telefonos y calidad del servicio.

- *Medidas especiales para consumidores incapacitados* deberían ser tomadas para asegurar el acceso y a la asequibilidad de los servicios telefónicos públicamente disponibles, equivalentes a los disfrutados por otros consumidores finales.

Hay muchas razones citadas comúnmente para hacer servicios telefonicos asequibles para todo el mundo. Un consumidor no sólo se inscribe en una red para su casa, sino también para todo el mundo que esta en la red telefónica que puede contactar con el. Esta externalidad de red justifica algunos subsidios públicos para promover el uso mas extensivo de los servicios telefonicos. Que la gente puede usar el teléfono podría ser la forma mas barata para el sector público de llevar a cabo obligaciones como proveer salud, seguridad y servicios de emergencia.

La redistribución en favor de los consumidores de renta baja o de zonas de costes altos es otra de las motivaciones para el servicio universal de telefonia. OSU puede ser considerado como política de redistribución a través de precios, en vez de usar mecanismos como la imposición del ingreso o transferencias directas.

Planificación regional para promover un distribución mas armoniosa entre zonas rurales y urbanas. Esta motivación se base en la existencia de externalidades: la no internalización de la congestion en ciudades grandes.

Puede haber tambien importantes razones políticas y sociales.[3] Una sociedad democrática tiene un interés en mantener a sus ciudadanos informados sobre los desarrollos que se dan en el mundo.

OSU en mercados competitivos traen dos importante cuestiones. Primero, quien debe tenerlas (el problema de asignación) y segundo quien debería pagar por los OSU (el problema de financiación). Comparado con la competencia sin restricciones entre proveedores de red, OSU inducen distorsiones en el proceso de entrada y estructuras de equilibrio en el mercado. Estas distorsiones generan beneficios y costes sociales. La cuestión de como repartir estos costes y beneficios es una de las mayores preocupaciones para los reguladores, que intentan determinar reglas óptimas para asignar y financiar OSU.

Por el lado de la financiación existen dos métodos. La mayoría de los sistemas comparten la propiedad de que deben financiarse por si mismos, esto es, los mecanismos donde las perdidas son financiadas a través de subvenciones cruzadas y a través de impuestos pagados por los consumidores o las empresas. Los impuestos puedes ser recaudados a través de diferentes canales: impuestos unitarios deberián ser puestos a los consumidores y a las empresas, o podrían se puestos a los beneficios. Un método alternativo consiste en financiar OSU a través transferencias a tanto alzado.

El problema de asignación se refiere a la cuestión de que operador será en encargado de proveer el servicio universal. En la mayoría de los paises después de la apertura de la competencia, solo los incumbentes se les asigna OSU. Sin embargo, en algunos casos la eficiencia productiva requeriría que los competidores incurrieran en OSU. Por ejemplo a través de una subasta (ver Milgrom, (1996)).

Este artículo pertenece a una pequea pero creciente literatura en OSU bajo competencia. Los fundamentos normativos para la existencia de OSU fueron investigados en un contexto de monopolio por Riordan (2001) y Laffont y Tirole (2000). Armstrong y Vickers (1993) introducen competencia y examinan los efectos de la discriminación de precios cuando un incumbente tiene que encarar a un entrante precio aceptante en el mercado rentable mientras que el incumbente tambien tiene que servir al mercado no rentable. La imposibilidad de discrimanción de precios entre los mercados donde sirve el incumbente, que es a menudo parte de las obligaciones de servicio universal, causa que el incumbente sea menos agresivo como respuesta a la

[3]Un caso importante llevado por la Federal Communication Commission para dieñar politicas para ayudar a los sin techo y los trabajadores de temporada que están entre los norteamericanos mas desfavorecidos. Relativamente subsidios bajos les podrían haber ayudado a acceder a servicios de voz, de este modo ayudándoles a mantener el contacto con otros (familia, potenciales contratantes). El congreso nunca considero esta propuesta.

entrada.

Sorana (2000) analiza en un mecanismo de subasta para la asignación de subsidios para proveer servicio universal. El muestra ambas oportunidades y peligros que la subasta ofrece al regulador. El muestra que las subasta pueden llevar a niveles de bienestar social mas altos que los subsidios uniformes, pero tambien muestra que el diseo de las subastas que planea estimular la competencia prodría ser particularmente vulnerable a la colusión entre los pujadores.

Chone, Flochel y Perrot (2002) examinan, en un mercado abierto a la competencia, varios mecanismos para asignar OSU entre los agentes. Las obligaciones que ellos consideran son ubicuidad geografica y no discriminación. Ellos analizan desde un punto de vista de eficiencia y equidad, las ventajas de sistema de entrad restringida, donde a los entrantes no se les permite servir a los consumidores de las zonas de alto coste con respecto al sistema de "pay or play", donde el incumbente puede elegir servir a los consumidores de alto coste y no pagar impuestos. Bajos las restricciones de ubicuidad solo, la regulación "pay or play"domina la regulación de entrada restringida (lleva a niveles mas altos de bienestar, es preferida por los consumidores y para un impuesto dado, permite al regulador descentralizar la maximización de bienestar). Sin embargo, este resultado no se cumple cuando el regulador impone tambien restricciones de no discriminación.

Valletti, Hoerning y Barros (2002) y Anton, Vander Wide y Vettas (2002) muestran que bajo uniformidad de precios hay vínculos estratégicos entre los mercados. Estos útimos estudian las subastas para los subsidios debidos al servicio universal, así como el impacto de las restricciones de precios entre mercados e introduce interacción estratégica entre los competidores. Ellos analizan financiación exogena de OSU cuando se hace con un impuesto a tanto alzado, en modelo multimercado con un mercado urbano oligopolistico (rentable) y una subasta de entrada para dar servicio a un mercado rural (no rentable). Las restricciones de precios entre mercados hacen que la empresa operando en ambos mercados se convierta en un competidora mas débil, con esto la empresa consigue un desventaja estratégica. Los incentivos a la entrada deben contar para esta desventaja y la puja estrategica se convierte en un equilibrio que contiene un premio que compensa. Consecuentemente, la desventaja estrategica se vuelve ventajosa para los insiders, consiguiendo un precio y beneficios mas altos.

Ninguno de estos artículos estudia como los gobiernos financian el subsidio. Por ejemplo, Anton, Vander Wide y Vettas usan un subsidio a tanto alzado determinado exogenamente, que es simplemente una transferencia desde el gobierno. Este subsidio puede ser financiado con algún tipo de impuesto cargado a las empresas que operan en la industria, esencialmente creando un subsidio cruzado desde segmente rentable al no rentable del mercado. En principio, si la maximización de bienestar es el objetivo, el gobierno debería elegir la nivel de impuestos que minimiza la distorsión resultante.

Nuestro artículo guarda como marco de referencia el modelo desarrollado pro Anton, Vander Wide y Vettas (2002). En particular, extendemos su modelo considerando modelos de financiación endogena. La contribución principal de este artículo consiste en determinar los impuesto óptimo. Este impuesto debe producir suficiente ingreso para cubrir el subsidio, en otras palabras debe ser igual a la puja ganadora en la subasta por el mercado no rentable. Los impuestos podrían ser sobre diferentes bases: impuestos sobre la cantidad podrían ser puestos a las empresas o consumidores, o un impuesto sobre los beneficios. Otra contribución de este artículo es proveer una detallada evaluación de las diferentes formas de financiar el subsidio. Analizamos, entre otros posibles impuestos endogenos, el que supone menos distorsión y el que permite maximizar el bienestar social.

Nosotros examinamos el uso de una subasta para determinar que empresa suministrara el mercado no rentable. En mercado urbano rentable habrá una competencia oligopolistica y precio resultante en el mercado urbano determina el cielo para los precios en el mercado rural.

El mercado rural es no rentable debido a sus grandes costes fijos. De este modo, ninguna empresa estaría interesada en entrar en ese mercado. La oferta en este mercado se determina mediante una subasta, en la cual una empresa se convierte en la única suministradora del mercado rural. La puja toman la forma de un subsidio y la empresa seleccionada es la de la puja mas baja (el subsidio mas pequeño).

El ganador de la subasta tiene la obligación de proveer servicio al mismo precio que el que hay en el mercado urbano donde, después de la subasta, la empresas competirán a la Cournot. Este especificación captura en marco estático los ajustes dinámicos del precio asequible a los precios cargados en las areas de bajo coste y las correspondientes reacciones a esas empresas que podrían estar activas en ambas areas.

En resumen, comparamos un subsidio pagado por las empresas con un subsidio pagado por el gobierno para determinar cual es el preferido desde el punto de vista del regulador. Nosotros describimos, entre los metodos de financiación endogenos con un subsidio pagado por las empresas, que podría ser elegido por el regulador.

Examinamos el impacto de un subsidio endogeno bajo restricción de precios en los precios finales, cantidades y beneficios en cada uno de los mercado urbanos y rurales. Empleamos estos resultados de mercado para analizar bienestar y los incentivos para pujar en la subasta por el mercado rural. Intentamos responder la cuestión: ¿que regimen regulatorio se debería aplicar?,

¿que base impositiva produce distorsión minima? Nosotros mostramos que regimen regulatorio óptimo es aquel donde la intervención del regulador es mas fuerte que bajo los actuales regímenes regulatorios.

Analizamos dos regímenes regulatorios diferentes, el regimen regulatorio que funciona en Europa y una alternativa donde la intervención del regulador es mas fuerte. Nosotros mostramos que le regimen que nosotros proponemos da niveles de bienestar mas altos. Dada la importancia de este nuevo patron regulatorio, en el anexo proveemos una generalización en el sentido de bases impositivas.

La principal implicación de politica de nuestro artículo son que los regimenes regulatorios deberían permitir al regulador calcular el impuesto. En este contexto, el principio de de proporcionalidad no es deseable, ya que lleva a un bienestar social menor.

Esta artículo esta organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta el modelo y la sección 3 el marco de referencia. En la sección 4 describimos dos posibles elecciones del patron de regulación, que son analizados en detalle en las secciones 5 y 6. Finalmente, presentamos las conclusiones. El anexo contiene una generalización de todas las bases imponibles baja el nuevo regimen regulatorio propuesto.

1.2. El modelo

El capitulo esta basado en el modelo desarrollado por Anton, Vander Wide y Vettas (2002). Extendemos sus modelo considerando metodos de financiación endogenos.

Consideramos dos mercados, U (urbano) y R (rural), unidas a través de la restricción $p^R \leq p^U$ y dos empresas, A y B operando en el mercado urbano. Las funciones de demanda son las siguientes: $D^U(p) = a - p$ en el mercado U, y $D^R(p) = b(a - p)$, donde p es el precio de mercado y $b > 0$ es el tamaño del mercado no rentable.

El coste marginal es $c \geq 0$ y es el mismo para ambas empresas y ambos mercados. Además, $c < a$, así que, ignorando los costes fijos, es siempre rentable proveer algo en cada mercado. Los costes fijos son $F^U \geq 0$, en el mercado U y $F^R > 0$ en el mercado R. Como en Anton y otros asumimos F^R suficientemente grande tal que los beneficios de un monopolista que operara solo en el mercado R serían negativos. Este supuesto implica la necesidad de subsidios si el gobierno quiere que lo consumidores en el mercado rural estén servidos.

Una subasta determinara el suministrador del mercado rural.[4]

[4]Nuestro modelo no considera beneficios intangibles resultantes de proveer servicio

1.3. Marcos de referencia

En este capitulo definimos la situación del marco de referencia en detalle, donde consideramos un subsidio directo, que es una transferencia a tanto alzado del gobierno a la empresa que gana la subasta, calculamos las distorsiones económicas debidas al impuesto. Guardamos como marco de referencia los resultados obtenidos por Anton et al. (2002).

Llamaremos a la empresa que gana la subasta empresa 1 y a la otra que pierde la subasta empresa 2 y resolveremos el juego hacia atrás. Denotamos por q_1 la cantidad suministrada en el mercado U por la empresa que opera en ambos mercados y q_2 la cantidad suministrada en el mercado U por la empresa que solo opera en el mercado U. El problema de maximización de la empresa 1 es

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S$$

donde los beneficios de la empresa que opera en ambos mercados, la empresa 1, es $\pi_1 = [(a - q_1 - q_2)\, q_1 - cq_1] + [(a - q_1 - q_2)\, b\, (q_1 + q_2) - cb\, (q_1 + q_2)]$ o, equivalentemente, $\pi_1 = (a - c - q_1 - q_2)\, [q_1 + b\, (q_1 + q_2)]$. El problema de maximización de la empresa 2 es

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^R$$

y el beneficio de la empresa que opera solo en el mercado U, firm 2, es $\pi_2 = [(a - c - q_1 - q_2)\, q_2]$.

Tomando en cuenta la restricción de precio $p^U = p^R = a - q_1 - q_2$ y maximizando los beneficios de ambas empresas, encontramos el precio y las cantidades de equilibrio:

$$q_1 = \frac{a - c}{3 + 2b}$$

$$q_2 = \frac{(a - c)\,(1 + b)}{3 + 2b}$$

Por tanto, el beneficio operativo en equilibrio de la empresa ganadora es:

$$\pi_1 = \frac{(a - c)^2\,(1 + b)^3}{(3 + 2b)^2}$$

universal. Podríamos añadir tales beneficios y hacerlos endogenos con la introducción de externalidades de red. Introduciendo tales efectos haríamos el modelo menos general mucho mas difícil de manejar, restringimos nuestra atención a los regimenes regulatorios y la mejor forma de financiar OSU.

y para la empresa perdedora es

$$\pi_2 = \frac{(a-c)^2\,(1+b)^2}{(3+2b)^2}$$

El subsidio de equilibrio exogeno es aquel que compensa a la empresa ganadora por la desventaja de ganar la subasta, por tanto es aquel que hace que una empresa este indiferente entre ganar la subasta y no ganarla

$$S_{exo} = \pi_2 - \pi_1 + F^R$$

En lo siguiente nos referiremos a este subsidio como el subsidio exogeno, o el subsidio directo, por ser una transferencia desde el gobierno a la empresa que gana la subasta. Date cuenta que llamaremos a este subsidio exogeno desde le punto de vista del metodo en que el servicio universal esta financiado, porque esta pagado por el gobierno, no porque este determinado exogenamente.

1.3.1. El juego

Consideremos un juego de información completa con el siguiente orden de movimientos.

1. Las empresas eligen sus pujas. Estas pujas representan subsidios a tanto alzado que la empresa pide al gobierno por servir el mercado R. La puja mas baja (el subsidio requerido mas bajo) gana, y recibe un subsidio igual a la puja ganadora, incurre en el coste fijo F^R y se convierte en un monopolista en el mercado R.

2. Las empresas A y B eligen cantidades q^A y q^B para el mercado U. Entonces el precio se determina como $p^U = a - q^A - q^B$.

3. El monopolista en el mercado R puede elegir un precio que no exceda el precio determinado en el mercado U, eso es $p^R \leq p^U$.

4. Los pagos de cada empresa es la suma de sus beneficios en los dos mercados, incluyendo cualquier subsidio e impuestos.

1.4. Regulación actual

La legislación Americana y Europea contemplan la posibilidad de establecer un fondo para subvencionar a los consumidores de las areas de alto coste. Sin embargo, no se ha conseguido un consenso sobre las contribuciones al fondo y diferentes países siguen diferente reglas.[5] En algunos países (Alemania, Austria) las contribuciones al fondo son una función de las cuotas de mercado de los operadores, en otros (Francia) las contribuciones son proporcionales al trafico de los operadores. Como una alternativa al fondo, Irlanda propone un incremento en los precios de interconexión de los operadores para cubrir la financiación de las OSU. En España las contribuciones dependen de los ingresos brutos de los operadores, en GB y Portugal todavía no han creado ningún fondo pero contemplan esta posibilidad.[6]

La Directiva 2002/22/EC del Parlamento Europeo y del Consejo estipula:

Çompensating undertakings designed to provide such services (universal service) in such circumstances need not result in any distortion in competition, provided that designed undertakings are compensated for the specific net cost involved and provided that the net cost burden is recovered in a competitively neutral way."

El parlamento Europeo define la distorsión minima como sigue:

"The net cost of the universal service obligations may be shared between all or certain specified classes of undertaking. Member States should ensure that the sharing mechanism respects the principle of transparency, least market distortion, non-discrimination and proportionality. Least market distortions means that contributions should be recovered in a way that, as far as possible minimizes the impact of the financial burden falling on end-users, for example by spreading contributions as widely as possible."

Otro aspecto del actual legislación Europea es que tomaremos en cuenta el principio de proporcionalidad.

La Directiva 2002/22/EC del Parlamento Europeo y del Consejo dicta que:

"In the case of cost recoveries by means of levies on undertakings, Member States should ensure that the methods of allocation amongst them is based on objective and non-discriminatory criteria and it is in accordance with the principle of proportionality. This principle does not prevent Member States from exempting new entrants which have not yet achieved any significant

[5]La Telecommunications Act de 1996 y la Directiva 2002/22/EC del Parlamento Europeo y del Consejo.

[6]Crear un fondo podría no ser siempre la mejor solución, como argumentan Gasmi, Laffont y Sharkey (2000): *"In some countries, and this is particularly so in less developed countries, the tax system is very inefficient, sometimes even corrupt, to the point where such transfers are socially very costly. This raises the question of what is the best way to introduce competition to limit the deadweight losses due to this transfers. (...) More recently in Argentina the country has been divided into two regions, each one with an urban area and a rural area. Cross-subsidizes are maintained within each region, but some forms of yardstick competition exists between regions."*

market presence."

1.5. Posible elecciones de regímenes regulatorios

Estudiaremos métodos endogenos de financiación del servicio universal y trataremos la tasa impositiva como endongena, ya que el impuesto debe producir suficiente ingreso para cubrir el subsidio, esto es que el ingreso debería igual la puja ganadora de la subasta por el mercado no rentable. Analizamos dos posible elecciones de regulación.

La primera es el regímen regulatorio en la mayoría de países Europeos. Bajo este regímen el regulador elige la base imponible al principio del juego. La empresas eligen eligen el subsidio en la primera etapa del juego y el impuesto que las empresas deberían pagar se determina endogenamente al final del juego, una vez las cantidades óptimas de las empresas están fijadas. La tasa impositiva se ajusta como consecuencia de la resolución de los problemas de optimización de las dos empresas, el regulador no interviene para fijar la tasa impositiva. Por tanto nos referiremos a este regimen como el regimen de la no intervención. Con este tipo de regulación las empresas tienen mas grados de libertad cuando escogen sus elecciones óptimas, como consecuencia, el precio de mercado va a ser mas alto que en el caso de un subsidio directo pagado por el gobierno. Esto es debido a que las empresas usan el impuesto como un instrumento de colusión que les permite incrementar el precio de mercado final. El segundo regimen regulario es una alternativa que nosotros proponemos al regimen regulatorio actual. Bajo este regimen el gobierno determina la política fiscal y las bases impositivas al principio del juego. La diferencia con el primer patron regulatorio es que la intervención del regulador es mas fuerte, actuando como un tercer jugador en el juego. El impuesto que las empresas deberían pagar es determinado por el regulador simultáneamente con las cantidades de equilibrio de las empresas. Este regimen es mas restrictivo para las empresas, ya que la tasa impositiva es determinada por el regulador al mismo tiempo que las empresas resuelven sus problemas de optimización, las empresas no pueden usarlo mas como un instrumento de colusión. Nos referiremos a este regimen como el regimen regulado. El regulador busca el nivel de bienestar agregado mas alto, esto es la suma del bienestar de los consumidores mas los beneficios de las empresas. Si la maximización de bienestar es un objetivo, incluso la intervención del regulador es minimizada con actual regimen regulatorio, mostraremos que con el regimen que proponemos es preferido porque nos lleva a nivel de bienestar social mas alto.

Consideramos tres ejemplos de impuesto y analizamos los tres tipos de impuesto bajo ambos regimenes. La elección de estos impuestos esta justificada por las situaciones reales y por los requerimientos que hay en una serie de países.

1.6. Regimen de no intervención

Usamos aquí un de método de financiacióm engodena del servicio universal. Por tanto el tipo impositivo deber producir suficiente ingreso para cubrir el subsidio, esto es que el ingreso debería igualar a la puja ganadora por la subasta del mercado no rentable.

Comparado con el caso del subsidio pagado por el gobierno, un subsidio pagado por las empresas podría inducir distorsiones las decisiones estratégicas de las empresas y también en su comportamiento competitivo, siendo mas o menos agresivas en sus pujas por el mercado rural. Estas distorsiones generan beneficios y costes sociales. La cuestión de como repartir estos costes y beneficios se vuelve una de las principales para los reguladores y ha tenido para respuestas en diferentes países.

Bajo el regimen de no intervención, el impuesto que las empresas pagan se determina endogenamente al final de juego, una vez las empresas resuelven sus problemas de maximización. Este el regimen actual en la mayoría de los países Europeos.

El juego es similar al jugado sin impuestos. Una primer y última etapa se añden. El juego comienza con la etapa en que el regulador elige el tipo de financiación endogena, la base imponible. La empresa que va servir el mercado rural se determina por subasta y las empresas compiten a la Cournot, exactamente como en el juego descrito antes. En la última etapa del juego, todo se equilibra y la tasa impositiva t se determina.

Resolvemos el equilibrio perfecto en subjuegos del juego, después las empresas resuelven sus problemas de maximización, ellos tienen la libertad de comportarse estratégicamente usando los impuestos es su favor y subiendo sus precios.

1.6.1. Impuesto a los beneficios

Para ilustrar la dinámica de la financiación endogena, supón que le regulado introduce un tasa impositiva t en los beneficio de las empresas. Este es un ejemplo de base imponible cóncava en la variable de decisión de cada empresa. o en otras palabras, es un ejemplo de base imponible que es una función del precio p, o equivalentemente, la forma funcional de la base imponible es del tipo $g(p)h(q_1, q_2)$, donde g y h son funciones crecientes. La legislación actual de algunos países estipula este tipo de impuesto (En España e Italia, por ejemplo, la contribución al fondo es una función de los ingresos del operador, que es una función concava en la variable de decisión de cade empresa, por tanto pertenece a la misma clase de base impositivas que el impuesto al beneficio).

Cuando el subsidio se financia a través de un impuesto sobre las empresas que están presentes en el mercado, una forma de subvención cruzada se crea desde la zona rentable a la zona no rentable. La variable de decisión de cada empresa es su cantidad, pero los resultados tambien se cumplen si la variable de decisión de las empresas es el precio.

El juego de información completa es similar al juego jugado en el marco sin impuestos, la diferencia es que ahora, dado S, en la cuarta etapa del juego la competencia a la Cournot tiene lugar bajo restricciones. Los operadores maximizarán sus respectivas funciones objetivo bajo la restricción común $S = t\,(\pi_1 + \pi_2)$, como la suma de los impuestos sobre las empresas presentes en el mercado deben cubrir el subsidio requerido por la empresa ganadora. El problema de maximización de la empresa 1 es:

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S - t\pi_1$$

$$s.t.\ S = t\,(\pi_1 + \pi_2)$$

El problema de maximización de la empresa 2 es:[7]

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^R - S - t\pi_2$$

$$s.t.\ S = t\,(\pi_1 + \pi_2)$$

Sustituyendo la restricció en la función objetivo, el problema de maximización de la empresa 1 puede ser escrito como

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + \frac{\pi_2}{\pi_1 + \pi_2} S$$

lo que es equivalente a

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + \frac{q_2}{(1+b)\,(q_1 + q_2)} S$$

[7]Notad que hacer que la empresa perdedora page por el subsidio puede hacer que sea expulsada del mercado.

De la misma manera el problema de la empresa 2 es

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - \frac{\pi_2}{\pi_1 + \pi_2} S$$

que puede ser escrito

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - \frac{q_2}{(1+b)(q_1+q_2)} S$$

Resolviendo estos problemas obtenemos:

$$q_1 = \frac{(a-c)}{2(3+2b)} + \frac{\sqrt{(1+b)(2+b)^2\left((1+b)(2+b)^2(a-c)^2 - 4(3+2b)S\right)}}{2(1+b)(2+b)^2(3+2b)}$$

$$q_2 = \frac{(1+b)(a-c)}{2(3+2b)} + \frac{\sqrt{(1+b)(2+b)^2\left((1+b)(2+b)^2(a-c)^2 - 4(3+2b)S\right)}}{2(2+b)^2(3+2b)}$$

Proposición 1 *Con impuestos al beneficio el precio de equilibrio es mas alto que en caso del marco de referencia y el nivel de bienestar es mas bajo.*

Como el mercado U esta sujeto a impuestos, para la empresa que opera en ambos mercados ser vuelve mas rentable en el margen dejar de suministrar en el mercado U. En otras palabras, un impuesto al beneficio hace mas atractivo para la empresa sacrificar su beneficio del mercado U para bajar sus perdidas en el mercado R y de este modo tender a un incremento mayor de precios.

Como el regulador desea tener el mayor bienestar posible, esta claro que no escogerá un impuesto endogeno que baje el bienestar. Notad que cuando el tamaño del mercado rural es muy grande, esto es $b \to \infty$, bajo impuestos al beneficio la empresa ganadora va a pedir un subdio igual al subsidio directo.

Es también bueno señalar que si el gobierno impone un impuesto solo en el mercado rural en vez de un impuesto en todos los beneficios, este va a ser un caso particular del impuesto sobre los beneficios globales, y llevará a los mismos efectos sobre el bienestar que el impuesto sobre los beneficios totales, eso significa que llevará a un descenso de los beneficios.[8]

[8]Con un impuesto sobre los beneficios en el mercado urbano, la función objetivo de los problemas de maximización se vuelve

$$max_{q_1}\pi_1 - F^U - F^R + \frac{q_2}{q_1+q_2} S$$

y

Deberíamos enfatizar aquí la importancia de estas conclusiones. El incremento en el precio lleva a un menor bienestar y en base a este resultado deberíamos criticar duramente a la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) en España. En España un fondo fue definido pero no esta operativo aun. Las contribuciones a este fondo son función de los ingresos. Los impuestos sobre los ingresos pertenecen a la misma familia de base imponibles cóncavas que el impuesto sobre los beneficios, ya que dependen directamente del precio de mercado. La CMT pone un impuesto en los beneficios de los operadores y esto determina un bienestar social mas bajo, aunque este regimen no es deseable. Tal politica podría ser solamente justificada en un mercado emergente, ya que es una estrategia para estimular la entrada de empresas. Bajo esta politica, incluso si el perdedor de la puja podría ser expulsado del mercado, va a ser difícil que esto ocurra, debido a que su beneficio operativo es mas alto que en el caso de referencia. Podría ser el caso que la CMT usa el impuesto sobre el ingreso como un instrumento para crear incentivos a las empresas para invertir.

Notad que nuestro modelo es estático, y eso no cuenta para las decisiones a largo plazo de las empresas que afectan al bienestar social.

1.6.2. Impuesto a la cantidad en el mercado U

Supón que el regulador introduce un tasa impositiva sobre la cantidad en el mercado U. En algunos países (Alemania, Austria) las contribuciones al fondo son función de la cuota de mercado de los operadores, esto hace que tenga sentido un impuesto sobre la cantidad.

Cada empresa maximiza sus beneficios sujetos a la restricción de que le subsidio debe ser igual a la suma de los impuestos pagados por ambos operadores.

$$S = t\,(q_1 + q_2)$$

Los problemas de maximización de las dos empresas son equivalentes a

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + \frac{q_2}{q_1 + q_2} S$$

$$max_{q_2} \pi_2 - F^U - \frac{q_2}{q_1 + q_2} S$$

por tanto esta es solo una restricción del caso previo con un impuesto sobre los beneficios totales (es equivalente a coger $b = 0$ en la función objetivo de los problemas de maximización.

y

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - \frac{q_2}{q_1+q_2}S$$

Haciendo un comparación simple las funciones objetivo del impuesto al beneficio después de sustituir la restricción se puede ver que es un caso similar a la situación descrita allí. Bajo el impuesto sobre el beneficio, si $b = 0$, el impuesto sobre el beneficio. Por tanto, bajo un impuesto a la cantidad en el mercado U obtendremos el mismo efecto en los precios de equilibrio y bienestar social que bajo el impuesto al beneficio. La única diferencia es que estos efectos están escalados por el factor b. Ahora el bienestar bajo incluso mas, ya que bajo el impuesto al beneficio el facto b mitiga el descenso en bienestar. Los dos casos siguen la misma dinamica.

Ved que el incremento del precio de mercado es una consecuencia de que los incentivos de ambos operadores a bajar los precios para influenciar su propia base imponible produciendo menos para pagar un impuesto mas bajo. En terminos de bienestar, esta es el peor impuesto endogeno de los descritos hasta ahora.

1.6.3. Impuesto sobre la cantidad total del mercado U

Otro tipo de impuesto que el regulador podría imponer es un impuesto sobre la cantidad total en el mercado U. Cada empresa maximiza su beneficio sujeto a la restricción de que el subsidio debe ser igual a la suma de los impuestos pagados por ambos operadores.

El problema de maximización de la empresa 1, la ganadora de la subasta es:

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S - t(q_1+q_2)$$

$$s.t.\ S = 2t\,(q_1+q_2)$$

Bajo la misma restricción la empresa 2, la empresa perdedora de la subasta resuelve:

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - t\,(q_1+q_2)$$

$$s.t.\ S = 2t\,(q_1+q_2)$$

Proposición 2 *Bajo un impuesto sobre la cantidad total en el mercado U, el precio de equilibrio, the beneficio operativos, el bienestar y el subsidio requerido por la empresa ganadora para la provisión de OSU son iguales a los obtenidos en el caso de referencia.*

Con un impuesto sobre la cantidad total en le mercado U obtenemos el mismo bienestar que en el caso de referencia. En el caso de referencia de las directivas Europeas, el impuesto sobre la cantidad total presenta la ventaja de ser un impuesto competitivamente neutro, lo que minima distorsiones. La intuición detrás del carácter neutral es que, dado el subsidio S, las dos empresas trataran de bajar sus bases imponible para pagar menos. El subsidio S esta fijo y, al contrario que con los casos anteriores, ambas empresas tienen que pagar lo mismo. Por tanto, las empresas no pueden evitar pagar una cantidad fija por el subsidio.

Sin embargo, el regulador persigue el objetivo de conseguir el bienestar social mas alto, calculado como la suma del excedente de los consumidores y de los beneficios de las empresas. Cuando el da el mismo peso a los consumidores que a las empresas, no es ventajoso para el implementar un impuesto sobre la cantidad total del mercado U, ya que nos lleva al mismo bienestar que en el caso exogeno. Además, el perdedor de la subasta podría ser expulsado del mercado.

1.6.4. Implicaciones del regimen regulatorio actual-regimen de no intervención

El objetivo de la maximización de bienestar implica que el gobierno debería elegir algún impuesto que minimize las distorsiones resultantes. Como hemos visto, todas los impuestos considerados nos llevan a nivel de bienestar que como mucho igual al bienestar bajo el subsidio directo (el caso de referencia). Co un impuesto sobre la cantidad total en el mercado U obtenemos un bienestar igual al bienestar del caso de referencia y con los otros dos obtenemos menores niveles de bienestar. Por tanto, bajo este regimen regulatorio, cuando la tasa impositiva t esta determinada al final de juego y la intervención del regulador se minimiza, el objetivo de la financiación endogena, que es internalizar externalidades negativas a nivel social y obtener mejor bienestar social no se consigue. Lo mejor que podemos conseguir en términos de bienestar es como mucho es mismo nivel que bajo financiación endogena y en este caso hay la posibilidad de que la empresa perdedora sea expulsada del mercado, ya que el subsidio es pagado por las empresas.

1.7. Regimen regulado

Como una alternativa al actual regime regulatorio propondremos otro mostraremos que es preferido cuando el regulador persigue el objetivo del bienestar mas alto. Mostraremos, usando los mismo impuestos que hemos usado para el otro caso, que bajo el nuevo patron regulatorio es posible obtener un nivel de bienestar mas alto que con la financiación exogena. Bajo este nuevo regimen regulatorio, el impuesto se determina por el regulador simultaneamente con las cantidades de equilibrio. El juego es similar al que tenemos con el primer patron regulatorio, siendo la forma en la tasa impositiva, t, es determinada la única diferencia.

El orden de secuencia en el modelo ahora es el siguiente: primero el regulador anuncia el tipo de financiación endogena, la base impositiva. Después las empresas compiten a la Cournot y la tasa impositiva, t, es determinada por el regulador simultaneamente con la resolución de los problemas de optimización de las empresas, en la misma etapa del juego. Como antes, resolvemos el juego por inducción hacia atrás, centrandonos en los equilibrios en estrategias puras.

Bajo el regimen de no intervención las empresas tienen un instrumento mas que pueden manejar a su favor que bajo el regimen regulado, cuando la tasa impositiva es determinada, mas restrictivamente, en la misma etapa del juego que las cantidades de equilibrio. En esta nueva situación los consumidores disfrutan de una mejor situación, y el incremento en el excedente de los consumidores supera a la perdida del excedente de los productores de tal manera que el bienestar social aumenta con el nuevo regimen regulatorio propuesto.

Para mostrar la intuición descrita antes consideraremos los tres impuesto analizados con el primer regimen regulatorio. Además, daremos una generalización.

1.7.1. Impuesto competitivamente neutral: Impuesto a la cantidad en el mercado U

Supón que el regulador introduce un impuesto a la cantidad en el mercado U. El juego de información completa es similar al juego jugado en un marco de trabajo sin impuestos, la diferencia es que ahora, dado S, en la última etapa del juego la competencia a la Cournot toma lugar bajo restricciones. Cada empresa maximiza sus beneficios sujetos a la restricción de que el subsidio debe ser igual a la suma de los impuestos recaudados entre los operadores.

Cuando el subsidio esta financiado a través de un impuesto sobre la empresas que están presentes en el mercado, un subsidio cruzado desde la zona rentable a la no rentable es creado.

Sujeto a la restricción común, la empresa 1, resuelve el siguiente problema:

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S - tq_1$$

$$s.t.\ S = t\,(q_1 + q_2)$$

De la misma manera, la empresa 2, la perdedora de la subasta resuelve:

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - tq_2$$

$$s.t.\ S = t\,(q_1 + q_2)$$

Proposición 3 *Bajo un impuesto a la cantidad en el mercado U obtenemos el mismo precio de mercado y el mismo nivel de bienestar que con un subsidio exogeno.*

Además, en equilibrio el coste de oportunidad de ganar la subasta es cero, así:

$$\pi_1 - F^R + S - tq_1 = \pi_2 - tq_2$$

con lo que podemos derivar el siguiente resultado.

Proposición 4 *Bajo financiación endogena del servicio universal llevada a cabo a través de un impuesto a la cantidad en el mercado urbano, el operador a cargo de proveer el OSU recibe un subsidio mas bajo que el subsidio que reciviría bajo financiación exogena.*

En el contexto de las directivas del Parlamento Europeo la ventaja del impuesto a la cantidad sobre impuesto exogeno es inapreciable. Usando un impuesto a la cantidad obtenemos el mismo precio de mercado y por tanto un impuesto neutral a la competencia. Si el objetivo del regulador es obtener el mejor nivel de bienestar, el debería elegir un impuesto que minimize las distorsiones. Además, el subsidio que la empresa ganadora consigue es mas bajo que el caso del marco de referencia. Si suponemos que caso exogeno el subsidio es pagado por los consumidores, y que las autoridades quieren *"minimize the impact of the financial burden falling on end-users"*, el regulador preferirá estrictamente un subsidio endogeno pagado a través de un impuesto a la cantidad. El excedente de los productores es mas bajo que bajo el caso de referencia, ya que ahora las empresas internalizan el coste del subsidio que es ahora pagado por las empresas en vez de por los consumidores.

Si embargo, hay casos en unos costes fijos muy altos podrían hacer que la financiación endogendo de OSU no fuera aplicable. Cuando los costes fijos fueran extremadamente altos, el subsidio es tambien algo y la empresa que pierde la subasta no puede pagar su parte del impuesto sin tener que salir del mercado.[9] En ese caso solo la financiación exogena tiene sentido.

1.7.2. Impuesto al beneficio en el mercado U

Otro tipo de impuesto que el regulador puede imponer es un impuesto al beneficio de las empresas en el mercado urbano. El beneficio de la empresa ganadora puede ser escrito como

$$\pi_1 = \pi_1^U + \pi_1^R$$

donde π_1^U es el beneficio en el area urbano y π_1^R es el beneficio en el area rural.

El problema de maximización de la empresa 1:

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S - t\pi_1^U$$

$$s.t.\ S = t\left(\pi_1^U + \pi_2\right)$$

De la misma manera, la empresa 2, la perdedora de la subasta resuelve:

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - t\pi_2$$

$$s.t.\ S = t\left(\pi_1^U + \pi_2\right)$$

Proposición 5 *Bajo el impuesto al beneficio el precio de equilibrio es mas alto que el caso de referencia y el bienestar social menor.*

La intuición detrás de este resultado es que las empresas quieren aumentar su precio para hacer que su competidora gane mas en el mercado urbano y tengan pagar menos en impuestos. Cuanto mas gane su competidor, mas pagara. Una consecuencia directa de este resultado es que el nivel de bienestar es menor que bajo el caso de referencia, y mas bajo que en caso previo de financiación endogena (financiación a través de un impuesto a la cantidad en

[9] Para mas detalle, ver demostración de la proposición 4.

el mercado U). Otra consecuencia del precio mas alto es que, aunque todavía posible, ahora será mas difícil que la empresa que perdió la subasta salga del mercado.

El subsidio endogeno es entonces

$$S_{end} = \frac{\pi_1^U(t) + \pi_2(t)}{2\pi_2(t)} \left(\pi_2(t) - \pi_1(t) + F^R\right)$$

y es mas pequeño que el subsidio exogeno.[10]

Bajo un impuesto al beneficio en l mercado urbano, el mercado rural se vuelve mas atractivo para los operadores y tienen mas incentivos a convertirse en monopolistas en el mercado rural. La competencia se vuelve por tanto mas agresiva y el subsidio de equilibrio desciende con respecto al caso exogeno. Ambas empresas obtienen un mayor beneficio operativo que en el caso exogeno, ya que ahora internalizan el coste del subsidio y escogen proveer un cantidad menor. El excedente del consumidor baja mas que el incremento en el beneficio operativo de las empresas, por tanto el bienestar total desciende.

Como el subsidio es un función creciente de t, cuanto mayor sea el subsidio, mas alta sera la tasa impositiva impuesta por el gobierno. El coste de oportunidad de ganar la subasta es decreciente en t, esto quiere decir que cuanto mas alta es el tasa impositiva mas pequeo es el coste de oportunidad de ganar la puja. Ambas empresas tienen mas incentivos a ser la ganadora a medida que t es mas grande, ambas empresas compiten mas agresivamente y por tanto, los subsidios son mas bajos ahora que en el caso de referencia.

1.7.3. Impuesto sobre la cantidad total del mercado U

Supongamos ahora que regulador impone un impuesto sobre la cantidad total producida en el mercado urbano. Los operadores maximizarán sus respectivas funciones objetivo sujeto a esta restricción común. La empresa 1, el ganador, resuelve el siguiente problema de maximización:

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S - t\,(q_1 + q_2)$$

$$s.t.\ S = 2t\,(q_1 + q_2)$$

De la misma manera, la empresa 2, la perdedora de la subasta:

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - t\,(q_1 + q_2)$$

$$s.t.\ S = 2t\,(q_1 + q_2)$$

[10]Ver Gonzalez Gomez P. (2003).

Proposición 6 *Bajo un impuesto a la cantidad total en el mercado U el precio de equilibrio es mas bajo que en el caso de referencia y el nivel de bienestar es mas alto.*

La intuición de este resultado es que el impuesto sobre la cantidad total en el mercado U es un impuesto igualitario y los operadores internalizan de esta manera incluso mas que en le caso anterior la externalidad negativa de el competidor. Comparado con estos otros casos consiguen un excedente del consumidor mas alto y excedente del productor mas bajos.

El subsidio endogeno es este caso:

$$S_{end} = \pi_2(t) - \pi_1(t) + F^R$$

Proposición 7 *El subsidio de equilibrio cuando se impone un impuesto sobre la cantidad total es mas alto que con el subsidio exogeno.*

Hemos obtenido que bajo un impuesto a la cantidad total en el impuesto mercado U, un impuesto igualitario sobre el subsidio, el nivel de bienestar es mas alto que bajo el subsidio directo y mas alto que bajo todos los subsidios endogenos considerados hasta ahora. Este hallazgo va en contra del regimen regulatorio que funciona actualmente y que requiere que el principio de proporcionalidad sea satisfecho. La directiva 2002/22/EC del Parlamento Europeo y del Consejo estipula el principio de proporcionalidad.

Debido a un precio mas bajo que bajo el subsidio exogeno, la empresa que pierde la puja y opera solo en el mercado urbano puede ser expulsada del mercado mas fácilmente que bajo un impuesto competitivamente neutral.

1.7.4. Análisis de Bienestar

Una de las justificaciones de las obligaciones de servicio universal se basa en el hecho de que incrementa el bienestar social. Dada la restricción de las OSU, estamos buscando el mecanismo de financiación que garantice el máximo nivel de bienestar y es importante analizar los resultados desde este punto de vista.

Para los gráficos suponemos por simplicidad que los costes fijos del mercado urbano son $F^U = 0$, así como que $c = 0$ y $a = 100$.

Es bueno recordar que calculamos el bienestar social agregado como la suma del excedente neto de los consumidores y el beneficio de las empresas, dando el mismo peso a los consumidores y los productores. El gráfico 1 muestra un diagrama el bienestar en función del tamaño del mercado rural. Guardando los costes fijos del mercado rural, F^R constantes cuando el tamaño del mercado rural aumenta, el bienestar bajo el impuesto a la cantidad total en el mercado urbano es mas alto que bienestar bajo otro tipo de impuestos, incluso mas alto que el bienestar del caso de referencia. Se puede ver que bienestar social es, en cualquier caso, un función creciente del tamaño del mercado rural, b. Sin embargo, cuando es el nivel de bienestar, mas alto es el precio de mercado y por tanto, mas alta es la probabilidad de que la empresa perdedora sea expulsada del mercado.

El gráfico 2 muestra el bienestar social como función de los costes fijos del mercado R, manteniendo constante el tamaño del mercado rural, b. Bajo el impuesto competitivamente neutral (el impuesto sobre la cantidad en el mercado urbano) conseguimos exactamente el mismo bienestar que con el subsidio directo (los dos se solapan). La única diferencia es que ahora el excedente del productor es mas bajo debido a que los operadores pagan el subsidio a través del impuesto y el excedente de los consumidores es mas alto.

Considerando la importancia de un impuesto competitivamente neutro en un contexto de legislación Europea, tomamos como segundo marco de referencia el caso del impuesto neutro para la competencia (el impuesto sobre la cantidad en el mercado urbano). Bajo el impuesto a la cantidad total obtenemos un nivel de bienestar mas alto (ver gráficos 1 y 2) y bajo el impuesto al beneficio el mas bajo. Con respecto al impuesto neutral para la competencia, la imposición de un impuesto a la cantidad total reduce el excedente del productor, ya que los productores internalizan el coste del subsidio, y un excedente del consumidor mas alto. El impuesto al beneficio determina un excedente del productor mas bajo que supera la perdida en el excedente del consumidor del tal manera que el bienestar decrece.

En los gráficos 2 y 3 se muestra como el subsidio como función del tamaño del mercado rural, b, y de los costes fijos. En estos gráficos podemos observar la siguiente regularidades. Cuando mantenemos constante el cost fijo del mercado rural, con todos los impuestos analizados el subsidio requerido por la empresa ganadora es una función decreciente del tamaño del mercado rural, b. También hay que señalar que cuando mantenemos constante tamaño del mercado rural, el subsidio se incrementa con el coste fijo del mercado rural. El subsidio mas pequeo es obtiene con el impuesto al beneficio y el mas alto con el impuesto a la cantidad total en el mercado urbano. Es último es también el único subsidio que excede el subsidio directo.

En el gráfico 5 se puede ver que cuando el tamaño del mercado rural se incrementa y el coste fijo se mantiene constante, el beneficio de la perdedora se incrementa también, como pronto determinará la empresa que pierda la puja se irá del mercado. Bajo el impuesto sobre la cantidad en mercado U, la empresa perdedora tiene el beneficio mas bajo, en este caso será el impuesto que la expulse antes del mercado.

En el gráfico 6 se puede observar que, cuando el tamaño del mercado rural es constante, los beneficios de la empresa perdedora bajo un subsidio directo son planos, ya que los beneficios no dependen de los costes fijos del mercado rural. En todos los casos endogenos el beneficios de la perdedora decrece con los costes fijos del mercado rural y es mas pequeño que con el subsidio directo.

Mencionar que la legislación Europea estipula que el principio de proporcionalidad debería ser cumplido. Siguiendo este principio, en Francia, por ejemplo, las contribuciones al fondo son proporcionales al trafico de los operadores, en España son proporcionales a los ingresos. Sin embargo, de entre los tres casos que hemos analizado, el que da un bienestar social mas alto es el impuesto que no respeta el principio de proporcionalidad, el impuesto sobre la cantidad total en el mercado urbano.

Por tanto dependiendo de los objetivos del regulador y de la política que quiera seguir, tomará una decisión u otra. Si da igual peso a los consumidores que a las empresas, sin importar la localizacióm geográfica de los consumidores, entonces el regulador debería escoger el impuesto sobre la cantidad total en el mercado urbano, ya que nos lleva al bienestar social mas alto. Sin embargo, este impuesto es la que saca mas rápido a la empresa perdedora del mercado y la que requiere un subsidio mas alto para la empresa que se encarga de las OSU.

Por ultimo señalar la importancia de los impuesto competitivamente neutrales en el contexto de las directivas del Parlamento Europeo. La legislación Europea aboga porque las distorsiones en el mercado sean las mínimasCon un impuesto competitivamente neutral, un impuesto a la cantidad en el mercado U, estos objetivos se cumplen. Además, como se pueden ver en los gráficos, el subsidio que la empresa ganadora recibe es mas bajo que con el subsidio directo o que subsidio con un impuesto a la cantidad total. El impuesto a la cantidad total no maximiza el bienestar, como lo hace el impuesto a la cantidad total, pero con el es menos probable que la empresa perdedora sea expulsada del mercado.

1.8. Conclusiones

Este capitulo contribuye al debate sobre la financiación del servicio universal en el contexto de la desregulación de la telecomunicaciones y la restricciones de precios entre mercados. El subsidio requerido por la empresa a cargo de la provisión del servicio universal se determina endogenamente a través de un impuesto pagado por los operadores. El impuesto debe producir suficiente ingreso para cubrir el subsidio, el ingreso debería igualar la puja ganadora en la subasta por el mercado no rentable.

Analizamos dos posibles elecciones en los patrones de regulación. Cada posibilidad induce un juego particular entre los operadores. Estos dos escenarios difieren en el momento de elección de la tasa impositiva. En un caso, esto sucede al final del juego mientras que en el otro caso la tasa impositiva se determina simultáneamente con la cantidades de equilibrio. Bajo ambos regimenes la tasa impositiva, t, se fija de tal manera que cubre el coste de las obligaciones de servicio universal, el subsidio S. En el regimen de no intervención el gobierno solo elige la base imponible mientras que el regimen regulado elige la base imponible además de la tasa impositiva. En el primer regimen regulatorio el impuesto que las empresas deben pagar se determina endogenamente al final del juego, una vez la cantidades óptimas de las empresas se fijan. En este caso, las empresas pueden usarlo en su favor como un instrumento para incrementar sus beneficios en detrimento de los consumidores. El descenso en el excedente de los consumidores sobrepasa el incremento en el excedente de los productores y el bienestar es menor que con el subsidio directo. El segundo regimen regulatorio, cuando la tasa impositiva se determina al mismo tiempo que las cantidades de equilibrio de las dos empresas, es mas restrictivo para las empresas. En esta situación, para ciertos tipos de impuestos, los consumidores están mejor y el bienestar social es mas alto que el caso de referencia. El regulador maximiza bienestar social agregado, esto es la suma del excedente neto de los consumidores y los beneficios de las empresas. Incluso si la intervención del regulador se minimiza con el primer regimen regulatorio, el segundo regimen regulatorio es preferido ya que para ciertos impuestos lleva a un nivel mas alto de bienestar social.

Dada la importancia de los impuestos competitivamente neutrales en el marco de las directivas del Parlamento Europeo, mostramos que bajo el primer regimen regulatorio un impuesto competitivamente neutral (el impuesto a la cantidad total en mercado urbano) es el mejor desde el punto de vista del bienestar social. Para los otros dos tipos de impuestos analizados mas bajos niveles de bienestar son obtenidos. El segundo regimen regulatorio es superior al primero en términos de bienestar, de entre los mismos impuestos que antes determinaban un nivel de bienestar social mas bajo, ahora podemos encontrar impuestos y mantener el mismo nivel de bienestar (el impuesto competitivamente neutro) o incrementarlo (el impuesto sobre la cantidad total). Por tanto el mejor regimen regulatorio es aquel que determina el impuesto simultaneamente con los cantidades de equilibrio, y bajo este regimen el mejor impuesto es el impuesto sobre la cantidad total. También damos una generalización de este regimen y determinamos bajo que condiciones el bienestar puede ser mejorado con respecto al caso de referencia.

El impuesto sobre la cantidad total es un impuesto igualitario sobre el subsidio, por tanto no cumple el principio de proporcionalidad que las directivas del Parlamento Europeo recomiendan. Sin embargo, cuando los consumidores y las empresas tienen un peso igual en el bienestar social, el impuesto sobre la cantidad total lleva al nivel mas alto de bienestar. El análisis presentado aquí sugiere que, cuando los consumidores y las empresas tienen igual peso en el bienestar social el principio de proporcionalidad no es deseable.

Es también bueno mencionar que, de acuerdo con el regimen regulatorio en funcionamiento, la identidad del impuesto competitivamente neutral cambia. Bajo el primer regimen el impuesto competitivamente neutral es el impuesto en la cantidad total y bajo la segunda el impuesto competitivamente neutral es el impuesto sobre la cantidad individual. Ambos tipos de impuestos llevan al mismo precio, y por tanto, al mismo nivel de bienestar que con el subsidio directo.

También damos una generalización de el segundo regimen regulatorio y determinamos bajo que condiciones el bienestar puede ser mejorado con respecto al caso de referencia. Por supuesto, imponiendo OSU también genera beneficio en el bienestar, la representación de los cuales merecen un análisis mas profundo.

Las principales implicaciones politicas de nuestro artículo es que el regimen actual debería ser aquel en que el regulador elige la tasa impositiva y que el principio de proporcionalidad no es deseable, y lleva a niveles de bienestar mas bajo.

La financiación del servicio universal cuando un entrante se le permite pujar por el mercad rural se deja para futura investigación. La presencia de una empresa de fuera en la subasta por el mercado rural afectara la puja y estructura de mercado resultante.

Bibliografía

[1] Anton, J., Vander Weide, J.H., Vettas, N. (2002). "Entry auctions and strategic behaviour under cross-market price constraints". *International Journal of Industrial Organization*, vol 20, pag 611-629.

[2] Armstrong, M. (2000). "Regulation and inefficient entry". Oxford University working paper.

[3] Caillaud, B., Tirole, J. (2004). "Essential facility financing and market structure", *Journal of Public Economics*, vol 88, pag 667-694.

[4] Choné, P., Flochel, L., Perrot, A. (2000). "Universal service obligations and competition", *Information Economics and Policy*, vol 12, pag 249-259.

[5] Choné, P., Flochel, L., Perrot, A. (2002). "Allocating and funding universal service obligations in a competitive market", *International Journal of Industrial Organization*, vol 20, pag 1247-1276.

[6] Das Varma, G. (2003). "Bidding for a process innovation under alternative modes of competition", *International Journal of Industrial Organization*, vol 21, pag 15-37.

[7] Directive 2002/22/EC of the European Parliament and of the Council.

[8] Gasmi, F., Laffont, J.J., Sharkey, W.W. (2000). "Competition, universal service and telecommunication policy in developing countries", *Information Economics and Policy*, vol 12, pag 221-248.

[9] Gonzalo Gomez, P. (2003). "Financiación endógena del servicio universal: Implicaciones económicas", Master Thesis, Universidad Carlos III de Madrid.

[10] Klemperer, P. (1999). "Auction theory: A guide to the literature", *Journal of Economic Surveys*, vol 13(3), pag 227-286.

[11] Laffont, J.J, Tirole, J. (1993). "A theory of incentives in procurement and regulation", MIT Press, Cambridge, MA.

[12] Laffont, J.J, Tirole, J. (2000). "Competition in Telecommunications". MIT Press, Cambridge, MA.

[13] Milgrom, P.(1997). "Procuring universal service: Putting auction theory to work". Le Prix Nobel: The Nobel Prizes, pp 382-392. Lecture at the Royal Swedish Academy of Sciences in honor of William Vickery.

[14] Riordan, M. H (2001). "Universal residential telephone service", Columbia University, August 29.

[15] Sorana, V. (2000). "Auction for universal service subsidies", *Journal of Regulatory Economics*, vol 18(1), pag 33-58.

[16] Valetti, T., (2000). "Introduction: Symposium on universal service obligation and competition", *Information Economics and Policy*, vol 12, pag 205-210.

[17] Valetti, T., Hoerning, S., Barros, P. (2002). "Universal service obligation and competition. The role of uniform pricing and coverage constraints", *Journal of Regulatory Economics*, vol 21(2), pag 169-190.

1.9. anexo

Dada la importancia del regimen regulatorio que proponemos como un regimen que incrementa el bienestar y la importancia de un impuesto competitivamente neutral en el contexto de las directivas del Parlamento Europeo, proveeremos con una generalización del nuevo patron de regulación propuesto, el *regimen regulado"*. La generalización que damos nos permite ver que el comportamiento de los agentes económicos bajo diferentes tipos de bases imponibles (comprende el caso de un impuesto a la cantidad, impuesto al beneficio, o impuesto a los ingresos o cualquier otro tipo de impuesto).

Impuesto genérico en el mercado U

Hemos visto que los impuesto pueden ser recaudados a través de diferente canales y consideramos para nuestro análisis tres tipos de impuestos en el mercado U: un impuesto unitario en la cantidad producida ($\frac{\partial p}{\partial t} = 0$), un impuesto recaudado a través de los beneficios ($\frac{\partial p}{\partial t} > 0$) y un impuesto igualitario, un impuesto sobre la cantidad total ($\frac{\partial p}{\partial t} < 0$). Podríamos generalizar el análisis previo a los diferentes tipos de subsidios endogenos.

Sea t la tasa del impuesto que el gobierno imponen y sea B_i la base imponible de la empresa i (donde $i = 1, 2$), la variable sobre la que se recauda el impuesto (podría ser cantidad, beneficio, ingreso, precio on cualquier otra variable).[11]

La empresa 1, la ganadora resuelve el siguiente problema:

$$max_{q_1}\ \pi_1 - F^U - F^R + S - tB_1$$

$$s.t.\ S = t\,(B_1 + B_2)$$

La empresa 2, la perdedora de la subasta, resuelve:

$$max_{q_2}\ \pi_2 - F^U - tB_2$$

$$s.t.\ S = t\,(B_1 + B_2)$$

Las condiciones de primer orden de estos dos problemas son:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} + t\frac{\partial B_2}{\partial q_1} = 0$$

[11]Recuerda que la base imponible B_i se impone por el regulador al principio del juego.

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} + t\frac{\partial B_1}{\partial q_2} = 0$$

Por otro lado, en equilibrio el coste de oportunidad de ganar la subasta debería ser cero para cualquier empresa. Así

$$\pi_1(t) - F^U - F^R + S - tB_1(t) = \pi_2(t) - F^U - tB_2(t)$$

Nosotros deberíamos también tener en cuenta que las contribuciones de los operadores deberían sumar el valor total de subsidio, eso es:

$$S = t\,(B_1 + B_2)$$

Sustituyendo la ecuación anterior en coste de oportunidad, obtenemos

$$t = \frac{F^R + [\pi_2(t) - \pi_1(t)]}{2B_2(t)}$$

que puede ser reescrito como

$$t = \frac{\pi_2(t) - [\pi_1(t) - F^R]}{B_T(t) + [B_2(t) - B_1(t)]}$$

donde B_T es base imponible total y $\pi_2^*(t)$, $\pi_1^*(t)$ son beneficios de equilibrio. El numerador es coste de oportunidad sin impuestos. El termino $B_2(t) - B_1(t)$ indica que las empresas internalizan el hecho de que ahora las empresas pagan la provisión del servicio universal ene el mercado rural.

Sustituyendo el impuesto obtenido arriba en la ecuación del coste de oportunidad, obtenemos el subsidio endogeno

$$S_{end} = \frac{B_1(t) + B_2(t)}{2B_2(t)}\left[F^R + (\pi_2(t) - \pi_1(t))\right]$$

Recuerda que $B_1(t)$ y $B_2(t)$ tienen la misma forma funcional, ya que ellas representan la base imponible de cada una de las dos empresas. Hay que darse cuenta que diferencia fundamental entre los regímenes regulatorios analizados. Con el *regimen de no intervención"* las empresas tienen mas libertad, una empresa puede usar su propia base imponible para influenciar el precio de mercado, mientras que bajo el *regimen regulado"*, esto no se puede llevar a cabo. La única forma en que empresa puede manipular el precio de mercado en la dirección que le es conveniente es a través la base imponible de el rival. La derivada $\frac{\partial Bi}{\partial q_j}$ es por tanto esencial como muestra que si una empresa puede o no puede influenciar el precio de mercado usando la base imponible del rival.

Los tres casos estudiados antes pueden ser resumidos de la siguiente manera:

1. $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1,\ 2,\ i \neq j$. Este es el caso de un impuesto competitivamente neutral, como podría ser un impuesto a la cantidad.

2. $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} < 0$, $i = 1,\ 2,\ i \neq j$. Esta condición es satisfecha por un impuesto al beneficio de los operadores. Como el objetivo de el regulador es maximizar el bienestar social, consideraremos este caso para la generalización.

3. $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1,\ 2,\ i \neq j$. Este el caso de la impuesto a la cantidad total.

Impuesto competitivamente neutral: $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1,\ 2,\ i \neq j$

La ide a un impuesto endogeno competitivamente neutral es que la presencia de USOs se designa para no afectar a la competencia y los beneficios de las empresas con respecto al caso de referencia. Hemos ya enfatizado la importancia de los impuestos competitivamente neutrales en el contexto de las directivas del parlamento Europeo y del Consejo. Como hemos visto, las autoridades regulatorias siguen el objetivo de una *"mínima distorsión de mercado"*. Teniendo en cuenta este objetivo derivamos los siguientes resultados.

Proposición 8 *El impuesto que los operadores pagan es un impuesto competitivamente neutral para el mercado si y solo si* $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1,\ 2,\ i \neq j$.

Corolario 1 *El impuesto que los operadores pagan es un impuesto competitivamente neutral cuando las bases imponibles no dependen del precio, o son cualquier función del precio. En general las bases imponibles no deberían depender de cualquier variable de decisión de la otra empresa.*

Proposición 9 *Bajo financiación endogena del servicio universal a través de un impuesto competitivamente neutro, si la base imponible tiene una forma funcional creciente, el operador a cargo de proveer el servicio universal recibe un subsidio mas bajo o igual al subsidio que recibiría bajo financiación exogena.*

Como una consecuencia directa del resultado anterior conseguimos las siguiente proposiciones.

Proposición 10 *Cuando* $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1,\ 2,\ i \neq j$, *el subsidio requerido por la empresa ganadora se minimiza cuando el ganador no contribuye al fondo.*

Proposición 11 *Cuando* $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$, *y la empresa ganadora no contribuye al fondo, el subsidio endogeno llega a su mínimo que es la mitad del subsidio directo.*

Hay que darse cuenta también que la financiación endogena que consideramos lleva al mismo nivel de bienestar que el subsidio directo y deja sin cambios las variables de decisión de las dos empresas y también sus precio de mercado. La ventaja de la financiación endogena es que el subsidio requerido para proveer USOs es mas pequeño que en el caso exogeno. Además, si suponemos que en el caso directo el subsidio es pagado por los consumidores, y que las autoridades quieren '*minimises the impact of the financial burden falling on end-users'*, el regulador preferirá estrictamente un subsidio indirecto endogeno.

Sin embargo, hay casos en que costes muy altos pueden hacer que la financiación endogena no sea aplicable, ya que la empresa perdedora dejaría el mercado. Cuando los costes fijos son extremadamente altos solamente la financiación exogena tiene sentido.

Impuesto con bienestar creciente:$\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$

Analizaremos ahora el caso cuando $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$, que es el tercer caso de la generalización. Tal condición se satisface pore ejemplo por un impuesto a la cantidad total en el mercado U. Hemos visto que bajo un impuesto a la cantidad total obtenemos los bienestares mas altos de entre todos los casos estudiados, ya que le precio de mercado decrece con respecto a los otros regímenes de impuestos. Mostraremos ahora que este resultado puede ser generalizado para cualquier tipo de base imponible que satisface las condiciones mencionadas anteriormente.

Proposición 12 *Cuando* $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$, *y la base imponible es una función cóncava con una derivada segunda cruzada positiva, entonces el bienestar social es mas alto que bajo el impuesto competitivamente neutral* ($\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$)*, y por tanto mas alto que cuando* $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} < 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$.

Por tanto de entre todos lo regímenes de impuestos este es el que maximiza el bienestar social.

Para una forma funcional convexa de las bases imponibles, consideraremos dos formas funcionales y mostraremos que una gran clase de funciones, obtenemos, como en el caso anterior, un incremento en el bienestar con respecto al caso de referencia.

1. Supongamos ahora que la forma funcional de la base imponible es $B(q_1, q_2) = (q_1 + q_2)^{\alpha}$, donde $\alpha \geq 2$ es cualquier numero. Aplicando el mismo procedimiento de la proposición 12, mostramos que

$$\frac{dq_1 + dq_2}{dt} = \frac{2\alpha\left(q_1 + q_2\right)^{\alpha-1}}{3 + 2b - 2t\alpha\left(\alpha - 1\right)\left(q_1 + q_2\right)^{\alpha-2}}$$

   Como $3 + 2b > 2t\alpha\left(\alpha - 1\right)\left(q_1 + q_2\right)^{\alpha-2}$ es una condición necesaria para que el problema de maximización de las empresas este bien definido, obtenemos que también en este caso la desigualdad $\frac{dq_1 + dq_2}{dt} > 0$ se satisface, por tanto el bienestar social es superior al bienestar en el caso de referencia.

2. Sea la forma funcional de la base imponible $B(q_1, q_2) = q_1^{\alpha} + q_2^{\alpha}$. Resolviendo los problemas de maximización de las empresas, obtenemos

$$q_1 + q_2 = \frac{\left(2 + b\right)\left(a - c\right) + \alpha t\left(q_1^{\alpha-1} + q_2^{\alpha-1}\right)}{3 + 2b}$$

   Diferenciando con respecto a t, obtenemos

$$\frac{dq_1 + dq_2}{dt} > \frac{\alpha\left(q_1^{\alpha-1} + q_2^{\alpha-1}\right)}{3 + 2b - \alpha t(\alpha - 1)q_1^{\alpha-2}} > 0$$

   La última desigualdad es una condición para que los problemas de maximización de las empresas estén bien definidos. De ello obtenemos que un bienestar creciente.

Mostramos que bajo ciertas condiciones, cuando la base imponible satisface $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$, siempre obtenemos un bienestar mas alto que bajo un impuesto competitivamente neutral ($\frac{\partial Bi}{\partial q_j} = 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$). Sin embargo, entre todas los impuestos que cumplen esta condición ($\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$) no hay una base imponible estrictamente mejor que otras en términos de bienestar, para cualquier tamaño del mercado rural, b y para cualquier valor de los costes fijos del mercado rural, F^R.

Para dar un ejemplo de esto, en la figura 1.7 compararemos una base imponible cuadrática (QT), $B_i = (q_1 + q_2)^2$ con un impuesto lineal (LT) , $B_i = q_1 + q_2$. La figura 1.7 mostrara que, para una tamaño de mercado grande y unos costes fijos pequeños, el servicio universal podría ser provisto por un monopolista que operaria solamente en el mercado R, así en la región E de el gráfico USOs no sería necesario. En la región A de el gráfico ambos tipos de impuestos llevan a que la empresa perdedora tenga beneficios negativos, no consideraremos esta area. En la región B el impuesto cuadrático lleva también a que la empresa perdedora tenga beneficios negativos, ahí solamente el impuesto lineal podría estar operativo.

Por tanto las regiones donde ambos tipos de impuestos están operativos son C y D. Date cuenta que las bases imponible cuadráticas determinan bienestares mas altos que los lineales en la región C de el gráfico, por tanto, la base imponible cuadrática es preferible en el marco de trabajo donde los costes fijos en el mercado rural son altos y el tamaño de la zona rural es bajo. El base imponible lineal es preferible en situaciones donde el los costes fijos del mercado rural F^R son bajos y el tamaño del mercado rural, b, es muy grande (región D en el gráfico).

La cantidad agregada bajo el impuesto lineal es

$$q_1 + q_2 = \frac{(2+b)(a-c)+2t}{3+2b}$$

y bajo el impuesto cuadrático es

$$q_1 + q_2 = \frac{(2+b)(a-c)}{3+2b-2t}$$

Ambas cantidades agregadas son creciente en la tasa impositiva t. Cuando t crece, la cantidad agregada también crece y así el precio de equilibrio es mas pequeño. Como el coste fijo F^R corresponde a una tasa impositiva alta ($S_{end} = \frac{B_1(t)+B_2(t)}{2B_2(t)}[F^R + (\pi_2(t) - \pi_1(t))]$), bajo un impuesto lineal, cuando b es pequeño la cantidad agregada también pequeña, así el precio es alto y en este caso el impuesto cuadrático es preferible, ya que lleva a un bienestar mas alto. Cuando F^R es pequeño la tasa impositiva es baja, y con b alto, la cantidad agregada con el impuesto lineal es grande, así este regimen de imposición es mejor ya que lleva a un bienestar mas alto.

Como se puede ver en la figura 1.7, no hay un regimen impositivo mejor que otro para cualquier valor de b y F^R. Para ciertos valores de estos parámetros, podemos determinar si el impuesto cuadrático es mejor que el lineal, pero en general esto es difícil de decir.

Demostració proposición 1

Como $S \leq \frac{(1+b)(2+b)^2(a-c)^2}{4(3+2b)}$ es una condición necesaria para la empresa perdedora que este fuera del mercado, obtenemos cantidades de equilibrio positivas. Puede ser fácilmente verificado que $\frac{\partial q_i}{\partial S} < 0$, $i = 1, 2$, así q_1 y q_2 son funciones decrecientes del subsidio S. Cuando $S = 0$ volvemos al caso de referencia. Por tanto, para cualquier subsidio $S > 0$ obtendremos cantidades mas altas para q_1 y q_2. El precio de equilibrio es

$$p = a - q_1 - q_2$$

el precio es mas alto que cuando esta el subsidio exogeno y por ello el bienestar social decrece con respecto al nivel de referencia.

Demostración proposición 2

El problema de maximización de los dos operadores lleva a

$$max_{q_1}\pi_1 - F^U - F^R + \frac{S}{2}$$

y

$$max_{q_2}\pi_2 - F^U - \frac{S}{2}$$

Como F^U, F^R y $\frac{S}{2}$ son constantes, es claro que la solución de estos problemas de maximización es el mismo que el del caso de referencia. Por tanto obtenemos el mismo precio de equilibrio y el mismo nivel de bienestar. Además, en equilibrio el coste de oportunidad de ganar la subasta es cero, así:

$$\pi_1 - F^R + S - t\left(q_1 + q_2\right) = \pi_2 - t\left(q_1 + q_2\right)$$

de la ecuación de arriba y la restricción del problema de maximización, se puede ver que el subsidio obtenido es igual al subsidio directo.

Demostración proposición 3

Las solución del problema de maximización es:

$$q_1 = \frac{a-c}{3+2b}$$

$$q_2 = \frac{(a-c)\left(1+b\right)}{3+2b}$$

El beneficio de equilibrio de la empresa ganadora es:

$$\pi_1 = \frac{(a-c)^2 (1+b)^3}{(3+2b)^2}$$

y de la empresa perdedora es

$$\pi_2 = \frac{(a-c)^2 (1+b)^2}{(3+2b)^2}$$

El precio de mercado es

$$p = \frac{(1+b)(a+c)+c}{3+2b}$$

Date cuenta que $\frac{\partial p}{\partial t} = 0$, como el precio no depende de la tasa impositiva t. Por tanto en equilibrio obtenemos la mismas cantidades, beneficios, bienestar y precio como en el caso de referencia.

Demostración proposición 4

Sustituyendo la restricción en la función objetivo lo podemos resolver para t y conseguir el subsidio de equilibrio:

$$S_{end} = \frac{q_1 + q_2}{2q_2} \left(\pi_2 - \pi_1 + F^R \right)$$

El termino entre paréntesis es el subsidio en el caso exogeno. Como $\frac{q_1+q_2}{2q_2} = \frac{2+b}{2(1+b)} < 1$, obtenemos $S_{end} < S_{exo}$.

Demostración proposición 5

Resolviendo el problema de optimización conseguimos el precio de equilibrio

$$p = \frac{a(1+b) + (1-t)c(2+b) - at(b+t)}{3 + 2b - 2t - 2bt - t^2}$$

que es una función creciente de t, ya que $\frac{\partial p}{\partial t} > 0$.[12] Cuando $t = 0$, podemos conseguir que el precio de mercado en el caso de referencia, así el precio de equilibrio va a ser mas alto que el caso exogeno. A un precio mas alto corresponde un nivel de bienestar mas bajo.

[12] Ver Gonzalez Gómez P. (2003).

Demostración proposición 6

Resolviendo estos problemas derivamos el precio de equilibrio

$$p = \frac{a(1+b) + c(2+b) - 2t}{3+2b}$$

que es una función decreciente de t, ya que $\frac{\partial p}{\partial t} < 0$. Como $t = 0$ en la ecuación arriba lleva al precio bajo el coste de referencia, para cualquier t positivo el precio de mercado es ahora mas bajo en el caso de referencia. Por tanto, el bienestar social es mas alto con el subsidio exogeno, y mas alto que en cualquiera de los casos endogenos que hemos analizado previamente.

Demostración proposición 7
Resolviendo los problemas de maximización conseguimos los beneficios de las dos empresas en equilibrio:

$$\pi_1 = \frac{(1+b)\left((a-c)(1+b) - bt\right)^2}{(3+2b)^2}$$

$$\pi_2 = \frac{(a-c+2tb)(1+b)\left[(a-c)(1+b) - bt\right]}{(3+2b)^2}$$

Llamamos $\pi_2^{end}(t)$, $\pi_1^{end}(t)$ al beneficio de las empresas en el caso endogeno de un impuesto a la cantidad total en el mercado U y π_2^{exo}, π_1^{exo} al beneficio de las empresas bajo el subsidio exogeno. Entonces se puede comprobar que la desigualdad

$$S_{end} = \pi_2^{end}(t) - \pi_1^{end}(t) + F^R < S_{exo} = \pi_2^{exo} - \pi_1^{exo} + F^R$$

se satisface para cualquier $t < a - c + \frac{a-c}{2b}$, por tanto para cualquier $t < a - c$,, que es una condición necesaria para que las empresas no incurran en perdidas.

Demostración proposición 8

Sustituyendo las condiciones en las condiciones de primer orden en los problemas de maximización de ambas empresas conseguimos

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0, i = 1, 2$$

Demostración proposición 9

Hemos encontrado ya el subsidio bajo financiación endogena es

$$S_{end}^{neu} = \frac{B_1(t) + B_2(t)}{2B_2(t)} \left[F^R + (\pi_2^*(t) - \pi_1^*(t))\right]$$

Usando la proposición 1 conseguimos que los beneficios de equilibrio no dependen de la tasa impositiva t, y como el termino entre paréntesis es solo el subsidio exogeno, comparando los dos subsidios obtenemos que $S_{end}^{neu} \leq S_{exo}$ si y solo si

$$\frac{B_1(t) + B_2(t)}{2B_2(t)} \leq 1.$$

Considera que $f()$ es la forma funcional de la base imponible, una función creciente. Entonces la relación previa puede ser escrita como

$$\frac{f(q_1) + f(q_2)}{2f(q_2)} \leq 1$$

Como $q_2 > q_1$, entonces la desigualdad de arriba se cumple claramente para cualquier función creciente $f()$. Por tanto $S_{end}^{neu} \leq S_{exo}$.

Demostración proposición 10

El subsidio endogeno mas bajo sería alcanzado cuando el ratio $\frac{f(q_1)+f(q_2)}{2f(q_2)}$ es minimizado, así tenemos que resolver

$$min_{f(q_1),f(q_2)} \frac{f(q_1) + f(q_2)}{2f(q_2)}$$

$$s.t. \; q_1 < q_2$$

$$f(q_1) \geq 0$$

$$f(q_2) \geq 0$$

Esto es equivalente a

$$min_{f(q_1),f(q_2)} \frac{f(q_1)}{f(q_2)}$$

$$s.t. \; q_1 < q_2 f(q_1) \geq 0 f(q_2) \geq 0$$

Como suponemos que la función f es creciente, conseguimos que función objetivo en el problema de minimización pertenece al intervalo $[0, 1]$. Por tanto la solución a este problema es cualquier función creciente que hace $f(q_1) = 0$, $f(x) > 0$ para cualquier $x \neq q_1$. Esto quiere decir que el subsidio requerido por la empresa que gana la subasta es minimizado cuando la empresa no contribuye al fondo.

Demostración proposición 11

La proposición anterior muestra que cuando el subsidio se paga enteramente por el operador perdedor, el subsidio endogeno es minimizado. La ecuación de los costes de oportunidad se vuelve

$$\pi_1(t) - F^R + S = \pi_2(t) - tB_2(t)$$

y

$$S = tB_2(t)$$

se puede comprobar fácilmente que $S_{end}^{neu} = \frac{S_{exo}}{2}$.

Demostració proposición 12

Date cuenta que la forma funcional de la base imponible de el tipo $g(p)h(q_1, q_2)$, donde g y h son funciones crecientes, entonces la base imponible no cumple la condición $\frac{\partial Bi}{\partial q_j} > 0$, $i = 1, 2$, $i \neq j$. Un ejemplo de impuesto podría ser un impuesto al beneficio de los operadores o un impuesto sobre el ingreso.

El teorema de Swartz (o el teorema de Young) dice que si al menos uno de las derivadas parciales de una función $f(q_2, q_1)$ es continua, entonces $\frac{\partial^2 f}{\partial q_2 \partial q_1} = \frac{\partial^2 f}{\partial q_1 \partial q_2}$.

Diferenciando totalmente las condiciones de primer orden de los problemas de maximización de ambas empresas conseguimos las siguientes el siguiente sistema de ecuaciones

$$\left(\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial q_1^2} + t\frac{\partial^2 B_2}{\partial q_1^2}\right) dq_1 + \left(\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial q_1 \partial q_2} + t\frac{\partial^2 B_2}{\partial q_1 \partial q_2}\right) dq_2 + \frac{\partial B_2}{\partial q_1} dt = 0$$

$$\left(\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial q_2^2} + t\frac{\partial^2 B_1}{\partial q_2^2}\right) dq_2 + \left(\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial q_2 \partial q_1} + t\frac{\partial^2 B_1}{\partial q_2 \partial q_1}\right) dq_1 + \frac{\partial B_1}{\partial q_2} dt = 0$$

Date cuenta que

$$\pi_1 = (a - q_1 - q_2)(q_1 + b(q_1 + q_2))$$

$$\pi_2 = (a - q_1 - q_2)\, q_2$$

En lo que resta usamos la siguiente notación:

$$\frac{\partial B_2}{\partial q_1} = B_1', \ \frac{\partial B_1}{\partial q_2} = B_2', \ \frac{\partial^2 B_1}{\partial q_2^2} = B_{22}$$

$$\frac{\partial^2 B_2}{\partial q_1 \partial q_2} = B_{12}, \ \frac{\partial^2 B_1}{\partial q_2 \partial q_1} = B_{21}, \ \frac{\partial^2 B_2}{\partial q_1^2} = B_{11}$$

Resolviendo el anterior sistema de ecuaciones, obtenemos $\frac{dq_1}{dt}$ y $\frac{dq_2}{dt}$ y sumándolas obtenemos

$$\frac{dq_1 + dq_2}{dt} = \frac{B_2'(1 + tB_{12} - tB_{11}) + B_1'(1 + tB_{21} - tB_{22})}{A}$$

donde

$$A = 3 + 2b + tB_{21}(1 + 2b) + tB_{12} + t^2(B_{11}B_{22} - B_{12}B_{21}) - 2tB_{11} - 2t(1 + b)B_{22}$$

Como la base imponible es una función cóncava con segunda derivada cruzada positiva, esto es B_{12} y B_{21} son ambas positivas, entonces

$$\frac{dq_1 + dq_2}{dt} > 0$$

Como el precio del mercado U esta determinado por $p = a - q_1 - q_2$, la anterior desigualdad implica que

$$\frac{dp}{dt} < 0$$

Esto muestra que el precio decrece con t, por tanto el bienestar social es mas alto que en el caso de referencia. Bajo el impuesto competitivamente neutral, como bajo el subsidio exogeno el precio es plano con respecto a t.

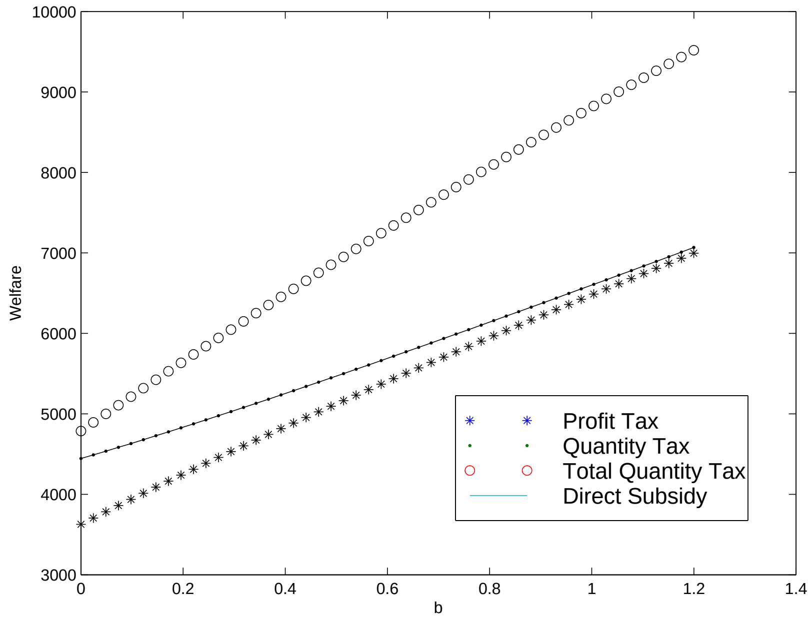


Figura 1.1: Bienestar social con respecto al tamaño de mercado (con $F^R = 3000$).

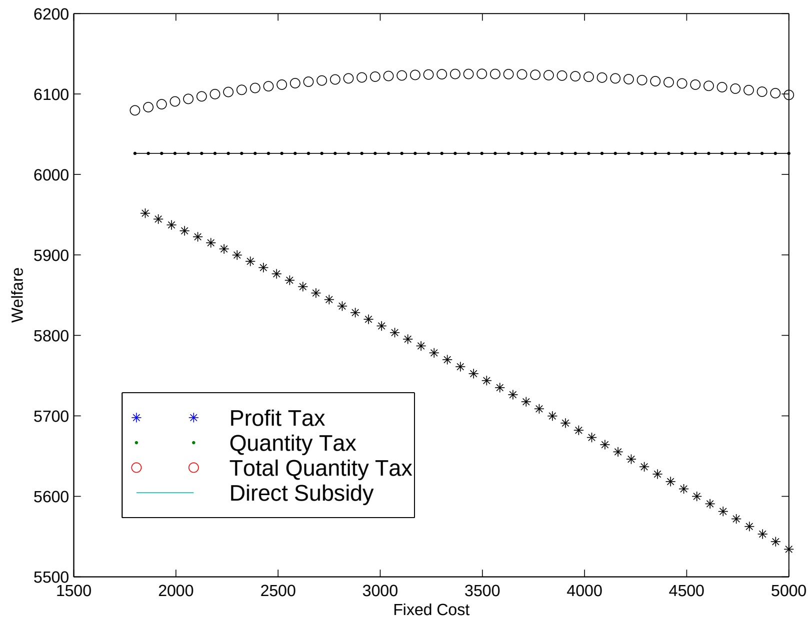


Figura 1.2: Bienestar social con respecto a los costes rurales (con $b = 0{,}75$).

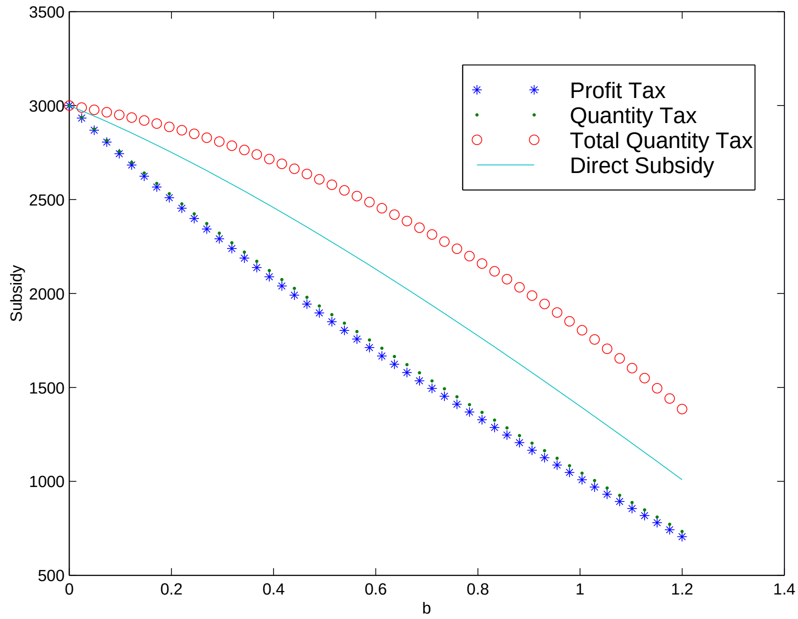


Figura 1.3: Subsidio con respecto al tamaño de mercado (con $F^R = 3000$).

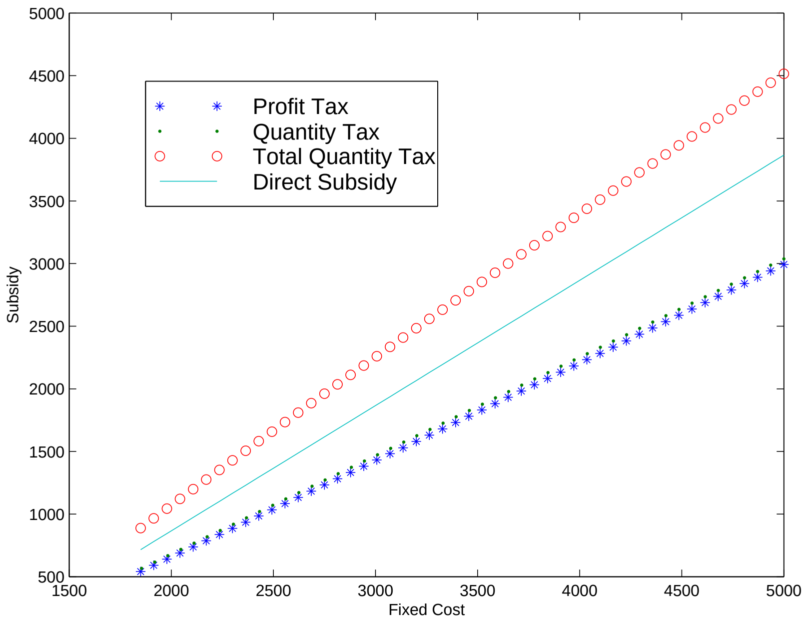


Figura 1.4: Subsidio con respecto a los costes rurales (con $b = 0{,}75$).

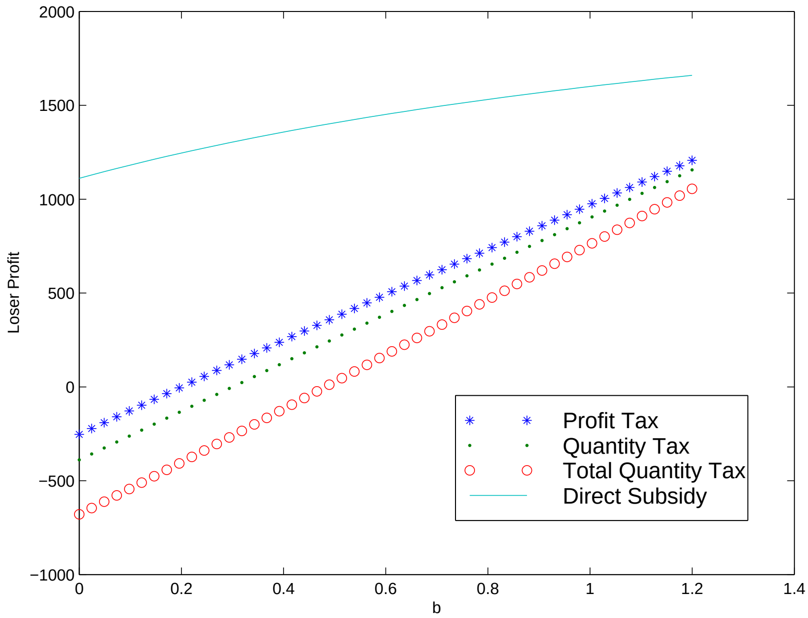


Figura 1.5: Beneficio del perdedor con respecto al tamaño de mercado (con $F^R = 3000$).

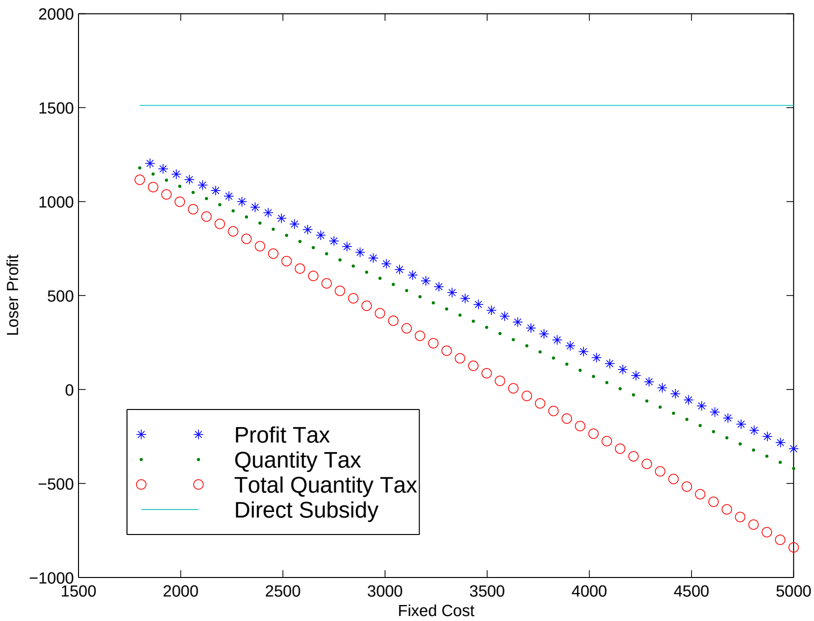
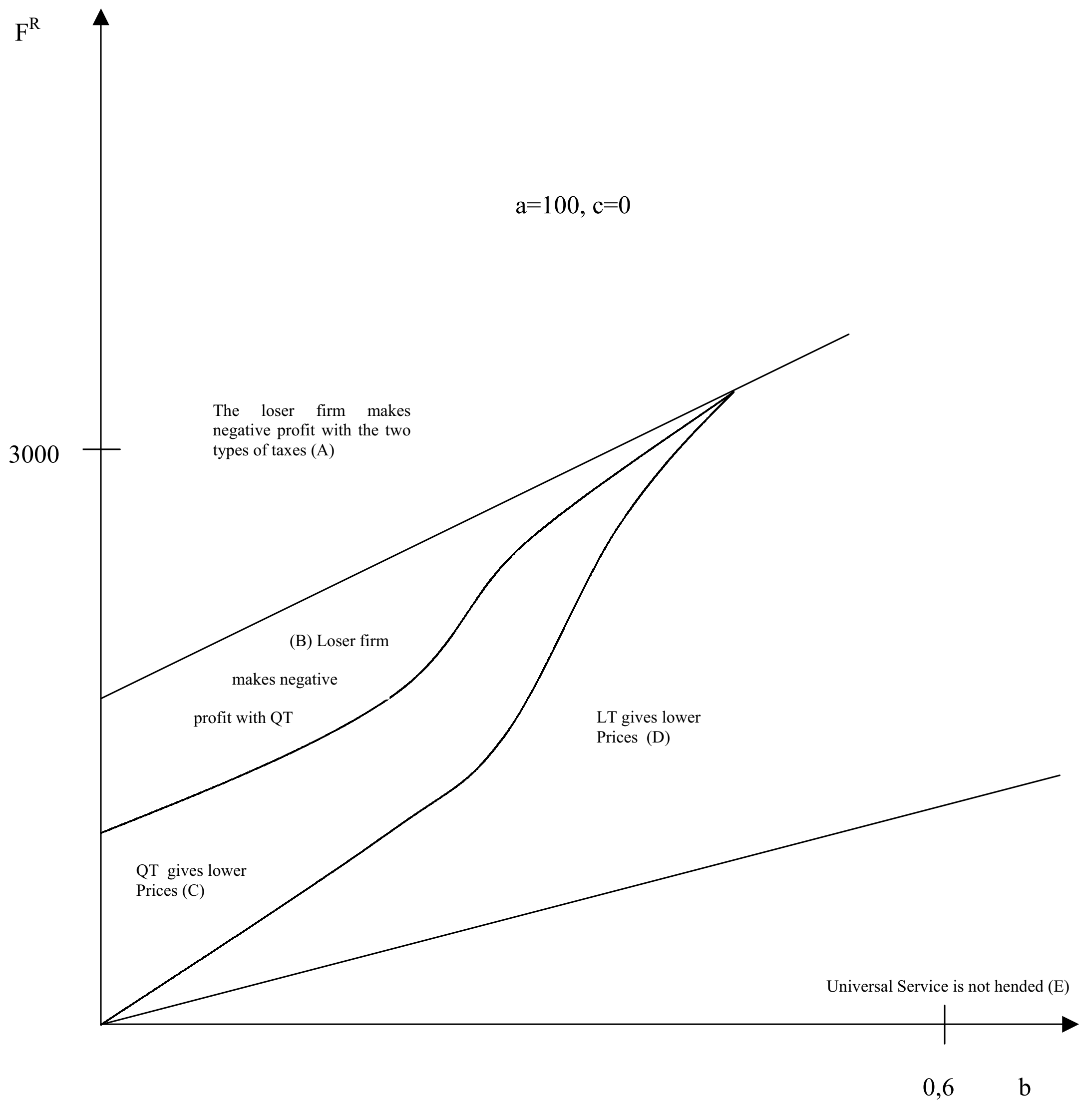


Figura 1.6: Beneficios de la perdedora con respecto a los costes rurales (con $b = 0{,}75$).

Figure 2.7: Comparison of a linear tax with a quadratic tax



Capítulo 2

On the definition of affordable prices under Universal Service Obligations

Abstract: *In this chapter, we investigate the social welfare implications of the European and American definition of affordable prices when a country is divided into independent zones. We find that the European definition is always social welfare superior, because it forces to keep lower prices. We also introduce two new definitions of affordable prices. The first definition advocates for a common price for the unprofitable area. We prove that this definition is social welfare superior to the current definitions. In the second definition denoted as "yardstick pricing", we define affordable prices for the unprofitable areas as a function that does not depend on their own zone profitable area price. We show that yardstick pricing is more efficient for social welfare when the differences in demand among zones are not very large.*

2.1. Introduction

In the telecommunications market regulators place a high value to the access of all consumers to the service. This goal has been termed Universal Service. There are several reasons why regulators may want to pursue the goal of universal service, such as equity, economic development, and even economic efficiency (due to sizeable network externalities). One of the important characteristic of the telecommunications markets is that some countries, e.g. USA or Argentina, have divided their national territory in independent zones, where each zone is a market on its own.[1]

Universal Service has been defined by European and American authorities in a similar way. The European Parliament and the Council stipulate the obligation for the member states that Universal Service is a set of services *"made available with the quality specified to all end-users in their territory, irrespective of their geographical location, and, in the light of specific national conditions, at an affordable price"*.[2] The American regulator concept of Universal Service consists in *"ensuring quality telecommunications services at affordable rates to consumers, in all regions of the nation, including rural, insular, and high-cost areas"*.[3] Thus one of the most important Universal Service goals is that all consumers must enjoy affordable prices.[4]

Although both regulations seek to set affordable prices, what the different regulators understand for affordable prices is not exactly the same. If we take the American definition of affordable prices, we find: *"the Commission shall adopt rules to require that the rates charged by providers of interexchange telecommunication services to subscribers in rural and high cost markets shall not be higher than the rates charged by each such provider to its suscriber in urban markets. Such rules shall also require that a provider of interstate interchange telecommunications services shall provide such services to its subscribers in each state at rates no higher than the rates charged to its subscribers in any other state"*.[5] Applying this definition, we find that, within USA, there may be different prices.

On the other hand, if we check the European definition of affordable prices, we find: .*Affordable price means a price defined by Member States at*

[1] There is a tendency to split up the national telecommunication markets, for example in Australia, the government has recently announced that it will introduce competition into USO provision by inviting carriers to tender for the USO in two regional pilot areas.

[2] For further details, see the Directive 2002/22/CE of the European Parliament and the Council.

[3] For further details, see Federal Communications Commission (1996), Docket n 96-45.

[4] This requirement of the Universal Service arises because the price differentials expected to prevail in an unregulated setting are deemed unacceptable by regulators.

[5] For further details, see Telecommunications act (1996)

National level in the light of specific national conditions, and may involve setting common tariffs irrespective of location or special tariff options to deal with the needs of low-income users. Affordability for individual consumers is related to their ability to monitor and control their expenditure".[6] Thus, the European Union opts for setting a unique price per country, what in principle is more restrictive. Although within EU there can be countries with the national market divided in independent zones where firms do not operate simultaneously in all zones, all firms are obliged to set the same price. We have that there are two streams about how to set affordable prices, one more restrictive, the European, and the other, the American, more concerned with the *"no intervention"* paradigm.

In order to attain the objectives of Universal Service, the regulator must impose Universal Service Obligations (USOs hereafter) on the industry.[7] In the case of affordable prices, USOs are constraints imposed by regulators on firms. These constraints take the form of either uniform pricing, which forces the firms to offer their services to all its consumers at a geographically uniform price, or a price cap, which establishes a maximum average price of firms' services. Telecommunications markets are generally characterized by a small number of networks, so that the resulting competition will be oligopolistic. This makes that constraints imposed by USOs may create strategic effects, and therefore affect competition.

The academic literature has not treated very deeply the definition of affordable prices. Few papers, Valletti et al. (2002) or Iozzi (2001), study the impact of the price constraints on competition. They compare the scenario where there is a unique zone which consists in two markets (profitable and unprofitable) with no price restrictions with a scenario where firms are forced to set a uniform price in both markets. In these papers, as in others such as Chone et al. (2002), Anton et al. (2002), Gasmi et al. (2000) or Rosston and Wimmer (2000), the key point is that they consider only an unprofitable market and a profitable market. In this context, they always consider that an affordable price for the unprofitable market is equal to the price of the profitable market.[8] With this common setup, the literature concludes that setting a common price in both, the unprofitable and profitable market, creates an strategic link between both markets that makes higher the equilibrium price.

[6]For further details, see Directive 2002/22/CE of the European Parliament and Council (2002).

[7]In the countries where the Telecommunication market was recently open to competition, for example Spain, USOs are only applied to the Incumbent Carrier, Telefonica in the case of Spain.

[8]In some of these papers, it is defined the price of the unprofitable area as lower or equal than the price in the profitable area. In equilibrium, both prices are always equal.

This is so, because one of the firms is a monopolist in the unprofitable market. This firm is always interesting in relaxing competition in the profitable market to enjoy a higher profit in the unprofitable market through a price increase.

In this paper, we address the question of which of the regulatory definitions of affordable prices at work is better from a social point of view. This needs of models which are closer to reality. We need to extend the existing models of USOs by considering a country which is divided in zones where each zone consists in an unprofitable area and a profitable area.[9] We also propose two new definitions of affordable prices. In one of these definitions, the price in all unprofitable areas in the country is a convex combination of the prices in the profitable areas. In the other definition, we propose that the price in any unprofitable area is a function, e.g. the sample mean, of the prices of all profitable areas but the profitable area the unprofitable area is attached to. We denote this definition of affordable prices *"yardstick pricing"*.

To do so, we extend the model by Anton et al. (2002). We need to consider that the country is divided in more than one independent zone, each one with one profitable area and one unprofitable area.[10] We show that the European regulation is social welfare superior to the American regulation.[11] This is because the European regulation applies to the whole country the minimum price between the different prices that the American regulation sets in the different zones of the country.

We also show that our first definition of affordable prices is welfare superior to the European. Setting the same price in all the unprofitable areas as a convex combination of the prices in the profitable areas allows us to break partially the strategic link between the profitable and unprofitable areas. We can enjoy scenarios where the social welfare is at least equal to the situation where the country enjoys the price from the European regulation for some of the areas but for one profitable area which enjoys an even lower price.

To conclude we show that with our second definition, yardstick pricing, we can break completely the strategic link between the profitable and unprofitable areas. This leads to a much lower price than under current regulatory regimes definitions and the first proposed definition. But there is a limit to

[9] All the unprofitable areas form the profitable market. All the profitable areas form the profitable market.

[10] We represent our set-up with a graph in Figure 1. Area 1 of the U market and area 1 of the R market form zone 1. Area 2 of the U market and area 2 of the R market form zone 2. This is the present situation in Argentina and USA, where the countries are divided in more than one independent zone.

[11] Under the assumption taken by the literature of only one zone (which consists in the whole unprofitable area and the whole profitable area), both regulations are identical.

this definition. We need consumers' demands in the different zones to be very similar. Otherwise, it may yield undesirable social welfare results.

This paper is organized as follows. Section 2 describes the model. Section 3 analyzes the current regulatory frameworks and their implications for Social Welfare. In Section 4, the first new definition of affordable prices is presented and analyzed. In section 5, we present and analyze yardstick pricing. Section 6 concludes.

2.2. The model

2.2.1. Costs and Demands

A country has two differentiated markets, one urban (U) and one rural (R). Demand in the U market is $D^U(p) = 1 - p$, and in the R market is $D^R(p) = b(1 - p)$, where p is the market price and $b > 0$. Both market demands have a common price intercept at $p = 1$, whereas the slope coefficient b allows the R market demand to be smaller or larger than the U market demand. In many situations, we expect the R market demand to be smaller.[12]

Each market is divided into two areas that can be of equal or different size. We denote by $D_1^U(p) = \alpha_1(1-p)$ and $D_2^U(p) = \alpha_2(1-p)$, $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, the demands of areas 1 and 2 of the U market. The demands of areas 1 and 2 of the R market are, respectively, $D_1^R(p) = \beta_1 b(1-p)$ and $D_2^R(p) = \beta_2 b(1-p)$, with $\beta_1 + \beta_2 = 1$. Each area of the R market is attached to one of the areas of the U market, to constitute a zone. More precisely, area 1 of the R market is attached to area 1 of the U market, and area 2 of the R market is attached to area 2 of the U market.[13] They constitute zone 1 and zone 2 respectively. To further clarify the country division, see figure 1.

The fixed cost of area 1 and 2 of the U market are respectively F_1^U and F_2^U. The fixed costs of area 1 and 2 of the R market are F_1^R and F_2^R.[14] There is a constant marginal cost, c, which is the same for the whole country. We

[12]This modelling strategy for the demand functions is taken from Anton et al (2002). Note that they describe a country where the differences between consumers in the two markets are not large.

[13]This set-up is consistent, for instance, with the situation in Argentina and the USA. Both countries have been divided into zones, and within zones there are profitable and unprofitable areas.

[14]In general, we may suppose that the size of the fixed costs are not perfectly correlated with the size of the demand that each area has. Under this assumption, we can model all kind of countries, with different density of population and orography.

assume, without loss of generality, that $c = 0$.[15] Finally, there is a duopoly in each zone. To simplify the analysis, we assume that no firm operates in both zones. The firms that serve the areas of the R market and the subsidies that these firms receive for being in charge of USOs are determined by a political decision, and it is here exogenously given.

2.2.2. The game

We consider a simple complete information game. The timing of the game goes as follows:

1. Firms in both duopolies choose quantities in their areas of the U market. We denote by q_{ij}, the quantity that the firm $i = S, N$ produces in the area $j = 1, 2$, where S denotes the firms which provides the service obligations and hence operates in both areas, and N denotes the firm which only operates in the U area. The prices in each area of the U market are:

$$p_j^U = 1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j},\ j = 1, 2$$

2. The prices in the areas of the R market are determined through different rules which depend on the definition of affordable prices the government adopts.

3. Each firm payoffs are realized, where firms payoffs are the sum of the profits, including any subsidy.

The Cournot competition in the U market serves to streamline the analysis and allow us to consider a homogeneous good for which the cross-area price constraints are unambiguous.[16] We look for the subgame perfect equilibrium of this game focusing on pure strategies.

[15] This assumption is consistent with the fact that variable costs in industries that support USOs are close to zero, as for example in telecommunications or water.

[16] As an alternative strategic mode, we could employ price setting competition (differentiated Bertrand). While this does not alter the basic strategic link between the U and R markets, it does introduce additional issues such as how to interpret the cross-areas price constraints when products are differentiated.

2.2.3. Social Welfare

We take two different measueres of social welfare. In the first one, SW_1, social welfare is the sum of consumers surplus plus firms profits in each zone. This is the standard definition of social welfare when analyzing regulatory problems. In the second one, SW_2, social welfare is only the sum of consumers' surplus in the R market.[17] This is an extreme representation of using USOs as a way to promote a more harmonious distribution away from large metropolitan areas.[18]

2.3. Benchmarks: Current definitions of affordable prices

We begin our discussion by studying the different definitions of affordable prices and their implications for social welfare.

As we have described in the introduction, we face two different streams on how to set affordable prices when a country has more than one profitable and unprofitable area. We study first the one leaded by the **Federal Communication Commission** in the USA. This definition advocates for a price cap in each area of the R market in such a way that the price cannot be larger than the price set in the area of the U market which it is attached to, i.e. $p_j^R \leq p_j^U$, for $j = 1, 2$.[19] In other words, within a zone, consumers in the R area cannot be charged higher prices than consumers in the U area. We introduce this constraint into our game at the third stage, and we proceed to solve it by backward induction. [20]

First, we look for the price in the areas of the R market. It is straightforward to see that the constraints $p_j^R \leq p_j^U$ are going to be binding in equilibrium. Note that the monopoly prices in the areas of the R market are

[17] SW_2 is consistent with a regulator who wants to base distributional comparisons on the well-being of the USOs target group.

[18] Alternatively, it can be argued that SW_2 represents the objective function of a regulator captured by rural consumers. In a different context than ours, it has been shown that the strong farmer unions may capture a regulator by political lobbying.

[19] For further details, see Telecommunications Act (1996), section 254.

[20] Given the resulting model, there are some remarks that should be made. First, the adopted time of events is the one that makes the cross-areas constraints operate in a natural way. If quantities in both markets were set simultaneously, it would create the problem of how to impose the price constraints in the areas of the R market. Second, the firms that provide USOs should not be viewed as price takers in the areas of the R market. Given the cross-areas price constraints, the firms are free to set any price in the areas of the R market up to the ceiling. More importantly, the ceiling is endogenous with respect to the firms actions.

higher than the equilibrium prices in the respective areas of the U market, so that $p_j^R = p_j^U$, for both $j = 1, 2$.

At the second stage, we search for the equilibrium quantities. Recall that we denote by q_{ij} the quantity that firm $i = S, N$, supplies in the U area of the zone it belongs to. Thus, given the quantities supplied in each area of the U market, prices in zone j are $p_j^U = 1 - \frac{(q_{Sj}+q_{Nj})}{\alpha_j}$ for $j = 1, 2$. Consequently, using $p_j^R = p_j^U$, profits for the firms that operate in both areas of a given zone are:

$$\Pi_{Sj} = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j})(q_{Sj} + \frac{\beta_j b(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j}) - F_j^U - F_j^R + s_j,$$

where s_j stands for the subsidy that a firm providing USOs receives from the government.

Profits for the firms that only operate in the U areas are:

$$\Pi_{Nj} = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j})q_{Nj} - F_j^U.$$

Given the profit functions, we derive the reaction functions, which are:

$$r^{Sj}(q_{Nj}) = \frac{\alpha_j}{2} - \frac{(\alpha_j + 2\beta_j b)q_{Nj}}{2(\alpha_j + \beta_j b)}$$

$$r^{Nj}(q_{Sj}) = \frac{\alpha_j - q_{Sj}}{2}.$$

The reaction functions yield the equilibrium quantities:

$$q_{Sj}^* = \frac{\alpha_j^2}{3\alpha_j + 2\beta_j b},\ q_{Nj}^* = \frac{\alpha_j(\alpha_j + \beta_j b)}{3\alpha_j + 2\beta_j b},$$

and the equilibrium prices under the American regulation:

$$p_j^{UA} = \frac{(\alpha_j + \beta_j b)}{3\alpha_j + 2\beta_j b},\ j = 1, 2.$$

From these equilibrium prices, we can derive two kind of conclusions. First, the prices across zones are different. Second, in each zone there is a strategic link between the U and R areas that makes the equilibrium prices to be higher than in a standard Cournot model.[21] If we take the derivative

[21] The existence of this strategic link is shown in Anton et al. (2002) and Valletti et al. (2002).

of the price with respect to α_j and β_j, we see that it is negative with respect to the former and positive with respect to the latter. This shows that the strategic link within a zone is stronger when the relative weight of the R area becomes larger. This is so because the firm S, which operates in both areas, is more interested in relaxing competition in the U area the larger is the R area that it can be monopolized. The question that remains unanswered is how should the areas be to obtain the maximum possible social welfare.

Proposition 1 *A regulator must set $\alpha_j = \beta_j$ to maximize social welfare under both SW_1 and SW_2.*

The implications of proposition 1 are several. First, it establishes that the R market must be divided so as to replicate the division of the U market. Consequently, the size of the U market areas must be taken into account when deciding upon the division of the R market. Second, at the optimal division, prices do not vary across geographical zone. More precisely, at $\alpha_j = \beta_j$, we have $p_1^{UA} = p_2^{UA} = p_1^R = p_2^R$.[22]

We turn now to analyze the implications of the **European Council definition** of affordable prices. This definition advocates for a common price in the whole country.[23] This definition is more restrictive, because it adds to the American definition a new constraint. This new constraint consists in forcing zone 1 to set the same price than zone 2. In principal, this opens two possibilities, depending on whether the regulator can decide on the size of the areas of the U and R markets or not. If the regulator can decide α_1 and β_1 the regulation can be trivially fulfilled without affecting the firms decisions. But, if on the contrary, α_1 and β_1 are given, then the European regulation may have a bite on welfare. In what follows we analyze these two cases.

Proposition 2 *If $\frac{\alpha_1}{\beta_1} = 1$, zone 1 and the zone 2 enjoy the same price than under the American definition.*

If $\alpha_1 = \beta_1$, the strategic link between the area 1 of the U market and area 1 of the R market is as strong as the strategic link between the area 2 of the U market and area 2 of the R market. This gives raise to equal prices in both zones.

[22] Therefore, the set-ups analyzed in papers as Anton et al. (2002) or Valletti et al. (2002) are optimal under the American Regulation.

[23] For further details, see Directive 2002/22/CE of the European Parliament and the Council.

The most likely situation for a regulator is that she cannot decide the size of the areas of the U and R markets.[24] In this case, if the regulator does not impose a new restriction on the firms, the prices in both zones would be different as it was shown when analyzing the American definition.

Proposition 3 *If* $\frac{\alpha_1}{\beta_1} \neq 1$, *the regulator introduces the price-cap* $p_j^{UE} \leq min\{P_1^{UA}, P_2^{UA}\}$, $j = 1, 2$ *to ensure the same price for the whole country.*

Note that p_1^{UA} and p_2^{UA} are the equilibrium prices that firms would choose if they were under the American definition of affordable prices, whereas p_j^{UE} is the price under the European Regulation in area 1 and 2 of the U market. The regulator needs to impose this new price-cap to ensure that the prices within the zones 1 and 2 are the same. One may think that other common prices for the country are possible by using another kind of price cap as it may be a convex combination of p_1^U and p_2^U or even the maximum of both prices. But, under either possibility, prices across zones will not be equal.

There is another alternative to ensure a unique price in the whole country. This alternative consists in the regulator setting directly the price but we do not consider it because it is too intrusive.

The remaining question that we now try to answer is which definition brings the highest social welfare. The ranking is unambiguous under either measure of social welfare. This is the content of next proposition

Proposition 4 *The European definition brings higher social welfare than the American definition.*

The intuition behind Proposition 4 is straightforward. We show in Proposition 3 that the European definition is implemented using the prices derived under the American definition and adding a new price-cap. This price-cap forces to lower the price in the zone where it was higher, keeping constant the lowest price. So, at the end of the day, with the European definition there is a zone where the price is the same as in the American definition, and a zone where the price is lower, what means that the social welfare is higher under the European definition.

2.4. An alternative definition (I): a common price for the R market

We introduce a new definition of affordable price. We propose that all consumers in the whole R market have to pay the same price regardless of

[24]There are very little chances for a regulator of diving the country as she wishes due to either political or physical reasons.

the geographic zone where they live. In other words, areas 1 and 2 of the R market share the same price. We will model this definition by imposing a price cap on the price in the R market, so that p^R cannot be larger than the convex combination of the prices in the U areas, that is $p^R \leq \theta p_1^U + (1-\theta)p_2^U$, $\theta \in [0,1]$.[25]

As in the other cases, we introduce this definition into our game in the third stage. In addition, we now need to add up a new stage prior to the first stage of the primitive game, where a regulator decides about the value of θ in order to maximize social welfare.[26] Once we have defined the game, we solve it using backward induction. As in the previous cases, it is also straightforward to see that the constraint $p^R \leq \theta p_1^U + (1-\theta)p_2^U$ will be binding in equilibrium. The monopoly prices in the areas of the R market are higher than the convex combination of the equilibrium prices in the areas of the U market. Thus $p^R = \theta p_1^U + (1-\theta)p_2^U$.

Once the price in the R market is determined, we solve for the equilibrium quantities in the U market areas. Recall that the prices in the U market are:

$$p_j^U = 1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j}, \; j = 1, 2.$$

Therefore, profits for the firm that operates in both areas of zone 1 are:

$$\Pi_{S1} = (1 - \frac{(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1} q_{S1}) +$$

$$(1-(\frac{\theta(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1} + \frac{(1-\theta)(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2}))b\beta_1(\frac{\theta(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1} + \frac{(1-\theta)(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2})$$

$$-F_1^R - F_1^U + s_1.$$

Profits for the firm that only operates in the U area of zone 1 are:

$$\Pi_{N1} = (1 - \frac{(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1})q_{N1} - F_1^U.$$

Profits for the firm that operates in both areas of zone 2 are:

[25]This definition tries to capture the regulatory police on USOs by OFTEL. In July 1997, OFTEL established the level of Universal Service for the 4 year period from 1997 to 2001 as comprising the provision of universal services at *"geographically averaged prices."*.

[26]It is worthy to point out that the equilibrium prices in the areas of the U market may be different across zones under this definition.

$$\Pi_{S2} = (1 - \frac{(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2})q_{S2} +$$

$$(1 - (\frac{\theta(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1} + \frac{(1-\theta)(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2}))b\beta_2(\frac{\theta(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1} + \frac{(1-\theta)(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2})$$

$$-F_2^R - F_2^U + s_2.$$

Finally, profits for the firm that only operates in the U area of zone 2 are:

$$\Pi_{N2} = (1 - \frac{(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2})q_{N2} - F_1^U.$$

We maximize the profits of all firms with respect to their respective quantities. The reaction functions we obtain from the maximization problems yield the following equilibrium quantities:

$$q_{S1}^{**} = \frac{\alpha_1(\alpha_1(3\alpha_2 + 3b\beta(1-\theta)^2) - 2\alpha_2 b\beta_1(1-\theta)\theta)}{3(\alpha_1(3(1-\alpha_1) + 2b(1-\beta_1)(1-\theta)^2)) + 2(1-\alpha_1)b\beta_1\theta^2))},$$

$$q_{N1}^{**} = \frac{\alpha_1(\alpha_1(3\alpha_2 + 2b\beta_2(1-\theta)^2) + \alpha_2 b\beta_1\theta(1+2\theta))}{3(\alpha_1(3(1-\alpha_1) + 2b(1-\beta_1)(1-\theta)^2)) + 2(1-\alpha_1)b\beta_1\theta^2))},$$

$$q_{S2}^{**} = \frac{\alpha_2(2\alpha_2 b\beta_1\theta^2 + 3\alpha_1\alpha_2 - \alpha_1(2b\beta_2(1-\theta)\theta))}{3(\alpha_1(3(1-\alpha_1) + 2b(1-\beta_1)(1-\theta)^2)) + 2(1-\alpha_1)b\beta_1\theta^2))},$$

$$q_{N2}^{**} = \frac{\alpha_2(2\alpha_2 b\beta_1\theta^2 + \alpha_1(3\alpha_2 + b\beta_2(3 - 5\theta + 2\theta^2)))}{3(\alpha_1(3(1-\alpha_1) + 2b(1-\beta_1)(1-\theta)^2)) + 2(1-\alpha_1)b\beta_1\theta^2))}$$

and the equilibrium prices:

$$p_1^U = \frac{\alpha_1(3\alpha_2 + 2b\beta_2(1-\theta)^2) + \alpha_2 b\beta_1\theta(1+2\theta)}{3(\alpha_1(3\alpha_2 + 2b\beta_2(1-\theta)^2) + 2\alpha_2 b\beta_1\theta^2)},$$

$$p_2^U = \frac{\alpha_1(\alpha_2 + b\beta_2(3 - 5\theta + 2\theta^2)) + 2\alpha_2 b\beta_1\theta^2}{3(\alpha_1(3\alpha_2 + 2b\beta_2(1-\theta)^2) + 2\alpha_2 b\beta_1\theta^2)},$$

$$p^R = \frac{\alpha_1(\alpha_2 + b\beta_2(1-\theta)^2) + \alpha_2 b\beta_1\theta^2)}{3(\alpha_1(3\alpha_2 + 2b\beta_2(1-\theta)^2) + 2\alpha_2 b\beta_1\theta^2)}.$$

Finally, given the equilibrium prices and quantities, the regulator chooses θ so that the social welfare is maximized. Next proposition characterizes the regulator choices under SW_1.

Proposition 5 *Under SW_1, for a given α_1 and b, in the unique subgame perfect equilibrium, the regulator chooses:*

1. $\theta^* = 1$, *for all* $\beta_1 \in [0, \underline{\beta}_1 1]$
2. $\theta^* = 0$, *for all* $\beta_1 \in [\overline{\beta}_1, 1]$
3. $\theta^* \in (0, 1)$, *for all* $\beta_1 \in [\underline{\beta}_1, \overline{\beta}_1]$

where $\underline{\beta}_1$ is an increasing function on α_1 and b, and $\overline{\beta}_1$ is an increasing function on α_1 and decreasing on b.

To analyze deeply the implications of this new definition we focus on three cases: $\theta^* = 0$, $\theta^* = 1$ and $\theta^* = \frac{1}{2}$. We only study these three cases for two reasons. First, because $\theta^* = 0$, $\theta^* = 1$ are the most likely equilibria. Second, we have also chosen $\theta^* = \frac{1}{2}$ as a representation of an interior equilibria because if we consider all possible equilibria, the analysis becomes rather complex as to allow us to get any conclusive result.

Note that, in equilibrium, this definition of affordable prices can be easily redefined when we consider only the equilibria $\theta^* = 0$ and $\theta^* = 1$, either as $p^R = min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ or as $p^R = max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$.[27]

Without lost of generality, we suppose that $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\} = p_1^{UA}$, or equivalently, $min\{\frac{\beta_1}{\alpha_1}, \frac{\beta_2}{\alpha_2}\} = \frac{\beta_1}{\alpha_1}$. In this case, if the regulator wishes to set p^R as $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, he would choose $\theta^* = 1$. This means that the profits of the firm that operates in both areas of zone 1 are given by:

$$\Pi_{S1} = (1 - \frac{(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1})(q_{S1} + \frac{\beta_1 b(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1}) - F_1^U - F_1^R + s_1,$$

and for the firm that operates only in the urban area of zone 1 are:

$$\Pi_{N1} = (1 - \frac{(q_{S1} + q_{N1})}{\alpha_1})q_{N1} - F_1^U.$$

These profit functions are identical to those under the American definition of affordable prices.

We turn now to analyze zone 2. In this case, the profit function of the firm that operates in both areas is:

$$\Pi_{S2} = (1 - \frac{(q_{S2} + q_{N2})}{\alpha_2})q_{S2} +$$

[27] Recall that the prices p_1^{UA} and p_2^{UA} are the equilibrium prices under the American definition.

$$+(1-\frac{(q_{S1}+q_{N1})}{\alpha_1})(\frac{\beta_2 b(q_{S1}+q_{N1})}{\alpha_1})-F_2^U-F_2^R+s_2,$$

and for the firm that operates only in the area 2 of the U market:

$$\Pi_{N2}=(1-\frac{(q_{S2}+q_{N2})}{\alpha_2})q_{N2}-F_2^U.$$

If we look at the profit functions, we can see that firm S2 profit function depends upon quantities q_{S1} and q_{N1}. Taking into account this fact, the maximization problem reduces to a symmetric Cournot problem where only area 2 of the U market matters. This means that consumers in area 2 of the U market enjoy a lower price. To summarize, the R market and area 1 of the U market share the same price which is p_1^{UA}. Firms in the area 2 of the U area set the symmetric Cournot price which is lower.[28]

We can make a similar analysis for the case where $p^R=max\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$, so that $p^R=max\{\frac{\beta_1}{\alpha_1},\frac{\beta_2}{\alpha_2}\}$. If we suppose that $max\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}=p_2^{UA}$, in equilibrium, firms in the R market and in the area 1 of the U area set an equal price which is higher than the symmetric Cournot price which is set in the area 2 of the U market.[29]

Now, we analyze under what conditions a regulator decides to choose $p^R=max\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$ ($\theta^*=0$) instead of $p^R=min\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$ ($\theta^*=1$) or the equilibrium price that comes out from $\theta^*=\frac{1}{2}$.

We analyze first when the regulator chooses $p^R=max\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$ instead of $p^R=min\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$. At first sight, we may think that a regulator should always choose $p^R=min\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$, because it ensures the minimum price for three out of the four areas, and in addition, the remaining area enjoys the symmetric Cournot price. This may be a reasonable argument, but it is not always right. For example, one can imagine an scenario where the opposite holds. Consider a situation as the one described graphically in the figure 3 of the appendix. For this case $\alpha_1<\alpha_2$, and $\alpha_1<\beta_1<\beta_2$. In this scenario $p_1^{UA}>p_2^{UA}$, but $p_1^{UA}-p_2^{UA}$ can be arbitrarily small. If the regulator chooses the minimum prices then $p^R=p_2^{UA}=p_2^U$ and $p_1^U=p^C$, if the regulator chooses the maximum prices then $p^R=p_1^{UA}=p_1^U$ and $p_2^U=p^C$, where p^C is the symmetric Cournot price.

If the regulator chooses p_1^{UA}, she gets the symmetric Cournot price for the area 2 of the U market, which is much larger than the area 1 of the U market. Thus, the regulator prefers to set $p^R=max\{p_1^{UA},p_2^{UA}\}$, because the

[28]Even though $p_2^U<p_1^U=p_1^{UA}=p^R$, it is still true that $p_2^{UA}\geq p_1^{UA}$

[29]Now $p^R=p_2^{UA}=p_2^U\geq p_1^{UA}>p_1^U$

loss in social welfare in the whole R market and in area 1 of the U market is more than overcome by the price drop in the area 2 of the U market.

This example has shown that the optimal decision may involve to choose the maximum price. To analyze this issue further, assume without loss of generality that the area 1 of the R market is always bigger than the area 1 of the U market, so that $\alpha_1 < \beta_1$.[30] Then, a regulator chooses $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ when the following condition holds:

$$\alpha_1 p^C + \alpha_2 p_1^{UA} + b p_1^{UA} < \alpha_1 p_2^{UA} + \alpha_2 p^C + b p_2^{UA}.$$

This condition means that a regulator chooses $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ instead of $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ when the sum of the prices, weighted by the size of the areas where they are set, is lower under $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$.[31] If we operate the latter condition, we obtain that it can be written as:

$$\frac{\alpha_1 + b}{\alpha_2 + b} < \frac{\beta_2(3\alpha_1 + 2\beta_1 b)}{\beta_1(3\alpha_2 + 2\beta_2 b)}.$$

Choosing between $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ and $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ depends only on the values taken by α_1, β_1 and b. This fact allow us to plot when regulator chooses either $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ or $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$. We can see the result in the graph in figure 2.

Before we analyze the graph, let us explain the role of the curved lines. They can be interpreted as *"level curves"*. Each one has an associated level of b. For instance, if we take the curved line associated to $b = 4$, we know that for the pairs (α_1, β_1) in the level curved if $b \in [4, \infty)$ a regulator chooses $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, and if $b \in [0, 4)$, he chooses $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$. The first curved line does not have any associated b. From this curved line upwards, up to the line where $\alpha_1 = \beta_1$, a regulator always chooses maximum no matter how big is the R market.

The first important issue is why a regulator always chooses $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ whenever $\alpha_1 > \frac{1}{2}$.[32] The reason is quite simple, he chooses so because if she takes $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ the social welfare is reduced for two reasons. First, the U market area where the symmetric Cournot price is set is the smallest. Second, the price in the whole R market and in the other U market area is higher.

[30] This condition implies that $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\} = p_1^{UA}$ and $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\} = p_2^{UA}$. The results for the case when $\alpha_1 > \beta_1$ are symmetric to the result found when $\alpha_1 < \beta_1$ with respect to the point $(\alpha_1 = 0{,}5, \beta_1 = 0{,}5)$.

[31] In this case, looking for the minimum weighted price is equivalent to look for the highest social welfare, because α_1, β_1 and b are given.

[32] Recall that when $\alpha_1 > \frac{1}{2}$, $\beta_1 > \frac{1}{2}$ too.

On the other hand, we find a region where a regulator always sets a price equal to $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$. This region starts in the line where $\alpha_1 = \beta_1$, and continues downwards until the first curved line is reached. If we take the extreme case, $\alpha_1 \to \beta_1$, we easily see that the social welfare is always higher when the regulator takes $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$. The symmetric Cournot price is in the largest U market area, while the increase in the price of the other three areas is negligible. The same occurs in the whole region, although the preference for $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ becomes weaker as we move towards the curved line. This region is wider when α_1 is about $\frac{1}{4}$. This is because, as α_1 goes to $\frac{1}{2}$ the gains from setting the symmetric Cournot price in the area 2 of the U market decrease and at the same time, the losses in the other areas increase.

Finally, the region that goes from the curved line we have referred in the paragraph above to the line $\beta_1 = \frac{1}{2}$ is the region where, depending on the size of the R market, a regulator chooses either $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ or $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$. It is important to point out that the value of b needed for making the minimum the optimal choice decreases as β_1 gets close to 1/2. For fixed α_1, when $\beta_1 \to \frac{1}{2}$ the loss in social welfare of shifting from $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ to $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ is very high because the increment in the price is very significant.

To end the discussion on the regulator optimal choice for θ, we introduce now into our analysis the choice $\theta^* = \frac{1}{2}$. Then the regulator has three possible choices: $\theta^* = 0$, $\theta^* = 1$ and $\theta = \frac{1}{2}$. When $\theta^* = \frac{1}{2}$, the price in the R market takes an intermediate value between the prices from $\theta^* = 0$ and $\theta^* = 1$. Therefore the regulator chooses $\theta^* = \frac{1}{2}$ in the regions where, in the previous analysis, she shifts her choice from $\theta^* = 1$ to $\theta^* = 0$. For example, if we take the case where $\alpha_1 = \beta_1$, we know that if the regulator can only choose between $\theta^* = 1$ and $\theta^* = 0$, he shifts from $\theta^* = 1$ to $\theta^* = 0$ when $\beta_1 = \frac{1}{2}$. But, if we introduce the possibility for the regulator of choosing $\theta^* = \frac{1}{2}$, there will be a segment including $\beta_1 = \frac{1}{2}$ where the regulator chooses $\theta^* = \frac{1}{2}$.

We observe that for a given b, it is more likely that $\theta^* = \frac{1}{2}$ is chosen when both, α_1 and β_1, are close to either $\frac{1}{2}$ or zero. As one of them is close to zero or 1 and the other takes intermediate values, it is more likely that the regulator is only interested in choosing $\theta^* = 1$, i.e. $p^R = max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$.

To conclude this discussion, we now study if this definition is superior to the the American and European definitions of affordable prices.

Proposition 6 *Under SW_1, if a regulator sets prices $p^R \leq \theta p_1^U + (1-\theta)p_2^U$, the social welfare is higher than under the American and European definition of affordable prices.*

If we think about what happens when a regulator chooses $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, we see that in one of the areas of the U market and in the whole R market the $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ is set, the same happens to theses areas when the European definition is applied. But, in the other area of the U market, with the definition we propose, the symmetric Cournot price is set instead of the $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, which would be set under the European definition.[33] As the symmetric Cournot price is lower, the social welfare improves under the new definition. Given this, and taken into account that a regulator only chooses his other possible options for θ when they give larger social welfare than $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, we can conclude that the new definition is superior to the American and the European definition of affordable prices.

We turn now to study the regulator choice under SW_2.

Proposition 7 *Under SW_2, for a given α_1 and b, in the unique subgame perfect equilibrium, the regulator chooses:*

$$\theta^{**} = \frac{\alpha_1(1-\beta_1)}{(1-\alpha_1)\beta_1 + \alpha_1(1-\beta_1)}.$$

When the second definition is at work, she only takes interior values for θ, because she is not internalizing the U market consumers prices. By definition, the U market prices are one higher and the other lower than the R market price. Thus, when the R market is not very large, the regulator is interesting in setting the Cournot price in the largest U market area, what is very often achieved choosing a corner solution. Either $\theta = 0$ or $\theta = 1$. By contrast, under SW_2 no area of the R market can hold the Cournot price, making $\theta \in (0, 1)$ the optimal choice, see figure 6.

Regarding the comparison with the European and American definitions of affordable prices, it is easy to see that this definition is superior from a welfare viewpoint. As the regulator takes always interior solution for θ, this means that she always chooses a better choice than $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$(either $\theta = 0$ or $\theta = 1$), because it is an available option for her and he does not choose it.

2.5. An alternative definition (II): yardstick pricing

We introduce a second new definition of affordable prices. We propose that the price in any of the R market areas has to be lower or equal than

[33] We refer only to the European definition, because we have proved that the European definition is superior in terms of social welfare to the American definition.

a function of the prices in the U market areas excluding the price of the U market area it is attached to.[34] If we apply this definition to our model, the price of the areas 1 and 2 of the R market cannot be higher than the price in the areas 2 and 1 of the U market respectively, $p_j^R \leq p_k^U$, for $j = 1, 2$, such that $k \neq j$.[35]

Once we have described our new definition of prices for the R market areas, we introduce it into our game in the third stage and we start solving the game by backward induction. So, first, we figure out the prices set by the firms for the different areas of the R market. The constraint $p_j^R \leq p_k^U$, for $j = 1, 2$ such that $k \neq j$ is binding in equilibrium. The monopoly price in any R market area is always higher than the equilibrium prices of any U market area. Thus, $p_j^R = p_k^U,\ k \neq j$.

The second stage is to find the equilibrium quantities in the U market areas. The prices in the U market areas are determined by:

$$p_j^U = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j}),\ j = 1, 2.$$

Given this and $p_j^R = p_k^U$ for $j = 1, 2$, such that $k \neq j$, the profits of the firms that operate in both areas j of the U and R markets are:

$$\Pi_{1j} = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j})q_{Sj} +$$

$$+(1 - (\frac{(q_{Sk} + q_{Nk})}{\alpha_k}))(\frac{\beta_j b(q_{Sk} + q_{Nk})}{\alpha_k}) - F_j^U - F_j^R + s_j,$$

$$j = 1, 2,\ k \neq j.$$

The profits of the firms that only operate in the areas of the U market are:

$$\Pi_{Nj} = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j} - c)q_{Nj} - F_j^U,\ j = 1, 2.$$

Given all profit functions, if we maximize them, we obtain the following result:

[34] This definition is inspired in the concept of *"yardstick competition"*, as defined in Shleifer (1985).

[35] If we extend our model to N areas in the R and U markets, $p_j^R \leq f(p_1^U, ..., p_{j-1}^U, p_{j+1}^U, ...P_N^U),\ j = 1, ..., N$. The most likely functional form for $f(.)$ would be the sample mean of all prices expect p_j^U.

Proposition 8 *Under yardstick pricing, the symmetric Cournot price,* $p^C = \frac{1}{3}$*, is set in the whole R and U markets.*

With this new regulation, we can set the lowest possible price in the whole country, given that firms compete a la Cournot in their respective areas of the U market. We have reached such a good result for the social welfare because we were able to break the strategic link that the American and the European definition of affordable prices create between the areas of the U and R markets. This strategic link made the equilibrium prices higher than the symmetric Cournot price.[36]

This regulatory regime has a negative aspect. In order to be worthy to apply it, we need that the differences in demand between the different zones of the country be small enough. For example, consider a situation where the demands in areas 1 and 2 of the U market are $D_1^U(p) = 1 - p$ and $D_2^U(p) = (a - p)$ the demand in area 1 and 2 of the R market are $D_1^R(p) = b(1 - p)$ and $D_2^R(p) = b(a - p)$ where $a < 1$.[37] If we apply the proposed definition, we find that the symmetric Cournot equilibrium for the area 1 of the U market is $p^C = \frac{1}{3}$, which is even bigger than the monopoly price in the area 2 of the U market if $a < \frac{2}{3}$.[38]

2.6. Conclusions

In this paper, we have analyzed different definitions of affordable prices under Universal Service Obligations focusing on their implications on social welfare. We have studied the different definitions under the assumption that a country is divided into independent zones. Each of these zones consists on a profitable and an unprofitable area.

We have studied first, the definition of affordable prices that come from the American and the European regulatory regimes. The American regulatory regime advocates for a common price within each zone, whereas the European regulatory regime advocates for a common price for the whole country. We have shown that these two definitions of affordable prices are equivalent when the zones are designed in such a way that the ratio between the demands of the areas within each zone is constant. If this does not happen, the European definition is social welfare superior to the American

[36] For further details, see Anton et al. (2002) or Valletti et al. (2002).

[37] This could describe a situation where the R market consumers are poorer than the U area consumers.

[38] This may happen in Spain or Italy if we divide the countries in such a way that the zone 1 is the northern half of the countries (richer) and zone 2 is the southern half of the countries (poorer).

definition. This is because the European definition obliges to set a unique price in the country.

We have also presented two new definitions of affordable prices. In the first definition, the price in all the unprofitable markets is the same and it cannot be higher than a convex combination of the prices in the profitable areas. We have proved that this definition is always social welfare superior to the European definition, and by extension to the American. Under this definition, when the welfare function is the standard, in many cases, the regulator chooses the maximum or the minimum of the available prices to apply it to the unprofitable market. This implies that there are profitable areas which enjoy the symmetric Cournot price (the lowest in our context). In the other cases, the regulator chooses convex combinations of the unprofitable market areas prices. It may sound strange that when the regulator opts for the maximum, this definition can be superior to the European definition. This is so, because under some circumstances (when the total unprofitable demand is small compared to the total demand), the best for social welfare is to set the symmetric Cournot price to as many consumers as possible in the profitable market, and to do so, the regulator has to impose the maximum. When the welfare function is only the unprofitable consumers surplus, the regulator choices change and she only chooses convex combinations of the unprofitable market area prices. This is for two reasons. First, because the unprofitable market consumers enjoy different prices than the profitable market consumers, and second, because the regulator does not internalize the profitable market consumers surplus.

The other definition we have presented is what we denote *ȥardstick pricing”*. In this definition, the prices of the unprofitable areas can never be higher than a function of the prices of all profitable areas expect the price of its own zone profitable area. With this definition, we break the strategic link that firms use to raise the price. Thus, we can implement the symmetric Cournot price all over the country which yields the maximum social welfare. The problem with this last definition is that to work properly we need consumers' demands not to be very different between the different zones. For example, this definition can yield very bad results from a social point of view when the differences in income between zones are very high.

Given our results. National Regulatory Board should implement our first definition when differences in demand between markets are very large, and yardstick pricing when the differences are not significant.

Bibliografía

[1] Anton J.J., Vander J.H. and Vettas N. (2002). *"Entry auctions and strategic behavior under cross-market price constraints.* International Journal of Industrial Organization, vol 20, pp 611-629.

[2] Chone P., Flochel L. and Perrot A. (2000). *Üniversal service obligations and competition".* Information Economics and Policy. vol 12(3). pp 249-259.

[3] Chone P., Flochel L. and Perrot A. (2002). *.Allocating and funding universal service obligations in a competitive market".* International Journal of Industrial Organization. vol 20(9). pp 1247-1276.

[4] European Parliament and the Council of the European Union. (2002). *"Directive 2002/22/CE"*

[5] Federal Communication Commission (1996). *"Telecommunication Act"*

[6] Federal Communication Commission (1996). *"In the matter of Federal-State Joint Board on Universal Service".* CC Docket no 96-47.

[7] Gasmi F., Laffont J.J. and Sharkey W.W. (2000). *Çompetition, universal service and telecommunication policy in developing countries".* Infomation Economics and Policy, vol 12(3), pp 221-248.

[8] Iozzi. A. (2001). *"Who gains from Universal Service Obligations? A welfare analysis of the rule 'One price for everywhere'".* Studi Economici, vol 74(2), pp 131-152.

[9] Laffont J.J. and Tirole J. (2000). *Çompetition in Telecommunications".* Cambridge, MA, MIT Press.

[10] Rosston G. and Bradley S. (2000). *"The 'state' of universal service"* Information Economics and Policy, vol 12(3), pp 261-283.

[11] Shleifer A. (1985). .*A theory of yardstick competition"* RAND Journal of Economics, vol 16(3), pp 319-327.

[12] Valletti T. (2000). *"Introduction: Symposium on universal service obligation and competition"* Information Economics and Policy, vol 12(3), pp 205-210.

[13] Valletti T., Hoernig S. and Barros P.P. (2002). *Üniversal Service and Entry: The Role Of Uniform Pricing and Coverage Constraints".* Journal of Regulatory Economics, vol 21(2), pp 169-190.

2.7. appendix

Proof Proposition 1

We first show the result under the proviso that the regulator maximizes SW_1. In this case, she chooses α_1 and β_1 as to:

$$max_{\alpha_1,\beta_1}\ SW_1(\alpha_1,\beta_1) = (\alpha_1 + b\beta_1)\frac{(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1))^2}{2}+$$

$$((1-\alpha_1)+b(1-\beta_1))\frac{(1-p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1))^2}{2}+(\alpha_1+b\beta_1)p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1)(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1))+$$

$$+((1-\alpha_1)+b(1-\beta_1))p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1)(1-p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1)),$$

where the first two terms are consumers surplus and the remaining two terms are firms profits.

Now,

$$p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1) = \frac{\alpha_1+\beta_1 b}{3\alpha_1+2\beta_1 b}$$

is the price in area 1 of the U market under the American regulation, and

$$p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1) = \frac{(1-\alpha_1)+(1-\beta_1)b}{3(1-\alpha_1)+2(1-\beta_1)b}$$

is the price in area 2 of the U market under the American regulation.

Differentiating the social welfare function with respect to α_1 and β_1 we have:

$$\frac{\partial SW_1(\alpha_1,\beta_1)}{\partial\alpha_1} = \frac{(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1))^2}{2}-(\alpha_1+b\beta_1)(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1))\frac{\partial p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1)}{\partial\alpha_1}-$$

$$\frac{(1-p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1))^2}{2}-((1-\alpha_1)+b(1-\beta_1))(1-p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1))\frac{\partial p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_2)}{\partial\alpha_1}+$$

$$p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1)(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1))+(\alpha_1+b\beta_1)(\frac{\partial p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1)}{\partial\alpha_1}(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1)))-$$

$$(\alpha_1 + b\beta_1)(p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)\frac{\partial p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \alpha_1}) - p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)(1 - p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)) +$$

$$((1 - \alpha_1) + b(1 - \beta_1))(\frac{\partial p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \alpha_1}(1 - p_2(\alpha_1, \beta_2)))$$

$$-((1 - \alpha_1) + b(1 - \beta_1))(p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)(\frac{\partial p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \alpha_1}),$$

and

$$\frac{\partial W(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \beta_1} = b\frac{(1 - p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1))^2}{2} - (\alpha_1 + b\beta_1)(1 - p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1))\frac{\partial p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \beta_1}$$

$$-b\frac{(1 - p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1))^2}{2} - ((1 - \alpha_1) + b(1 - \beta_1))(1 - p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1))\frac{\partial p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_2)}{\partial \beta_1} +$$

$$bp_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)(1 - p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)) + (\alpha_1 + b\beta_1)(\frac{\partial p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \beta_1}(1 - p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)))$$

$$-(\alpha_1 + b\beta_1)(p_1^{UA}(\alpha_1, \beta_1)\frac{\partial p_1^{UA}(\beta_1, \beta_1)}{\partial \beta_1}) - bp_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)(1 - p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)) +$$

$$((1 - \alpha_1) + b(1 - \beta_1))(\frac{\partial p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \beta_1}(1 - p_2(\alpha_1, \beta_2)))$$

$$-((1 - \alpha_1) + b(1 - \beta_1))(p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)(\frac{\partial p_2^{UA}(\alpha_1, \beta_1)}{\partial \beta_1}).$$

Both derivatives equal zero at $\alpha_1 = \beta_1$. Since, further, the function is concave in both variables, see figure 5, we can conclude that $\alpha_1 = \beta_1$ are the maxima of the social welfare function.

We now analyze the regulator choice when she maximizes SW_2. The programme she faces is to maximize

$$b\beta_1 \frac{(1-p_1^{UA}(\alpha_1,\beta_1))^2}{2} + b(1-\beta_1)\frac{(1-p_2^{UA}(\alpha_1,\beta_1))^2}{2},$$

where the social welfare function is the sum of the consumers' surplus in the R market.

Differentiating the social welfare function with respect to α_1 and β_1 we have:

$$\frac{\partial SW_2(\alpha_1,\beta_1)}{\partial \alpha_1} = \beta_1 b(1-p_1(\alpha_1,\beta_1))\frac{\partial p_1(\alpha_1,\beta_1)}{\partial \alpha_1} + (1-\beta_1)b(1-p_2(\alpha_1,\beta_1))\frac{\partial p_2(\alpha_1,\beta_1)}{\partial \alpha_1}$$

and

$$\frac{\partial SW_2(\alpha_1,\beta_1)}{\partial \beta_1} = b\frac{(1-p_1(\alpha_1,\beta_1))^2}{2} + \beta_1 b(1-p_1(\alpha_1,\beta_1))\frac{\partial p_1(\alpha_1,\beta_1)}{\partial \beta_1}$$

$$-b\frac{(1-p_1(\alpha_1,\beta_1)^2}{2} + (1-\beta_1)b(1-p_2(\alpha_1,\beta_1))\frac{\partial p_2(\alpha_1,\beta_1)}{\partial \beta_1}.$$

As for the other social welfare function, both derivatives equal 0 at $\alpha_1 = \beta_1$. As the function is concave, $\alpha_1 = \beta_1$ are maxima.

Proof Proposition 2

If $\frac{\alpha_1}{\beta_1} = 1$ then $\frac{\alpha_2}{\beta_2} = 1$ as well, as $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ and $\beta_1 + \beta_2 = 1$. Given the equilibrium prices under the American definition:

$$p_j^{UA} = \frac{(\alpha_j + \beta_j b)}{3\alpha_j + 2\beta_j b},\ j = 1,2$$

The following condition has to hold in order to ensure that they are equal:

$$\frac{\alpha_1 + \beta_1 b}{3\alpha_1 + 2\beta_1 b} = \frac{\alpha_2 + \beta_2 b}{3\alpha_2 + 2\beta_2 b}.$$

Note that $\alpha_1/\beta_1 = \alpha_2/\beta_2 = 1$ is a sufficient condition to guarantee that they are equal as:

$$\frac{1+b}{3+2b} = \frac{1+b}{3+2b}.$$

Proof Proposition 3

We know that the price-cap $p_j^R \leq p_j^U,\ j = 1, 2$ is binding in equilibrium. This means that within each zone, there is a unique price. If we introduce the price-cap $p_j^U \leq min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, we can guarantee that it is also binding in equilibrium by the definition of minimum. This means that both zones share the same prices.

Proof Proposition 4

The proof under SW_1 goes as follows: under the European definition, $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ is applied to all areas of the U and R markets. Assuming without loss of generality that $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\} = p_1^{UA}$, the weighted price for the whole country becomes:

$$\alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p_1^{UA} + \beta_1 b p_1^{UA} + \beta_2 p_1^{UA}.$$

Under the American definition zone 1 enjoys price p_1^{UA} and zone 2 enjoys price p_{2A}^U. Thus, the weighted price for the whole country is:

$$\alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p_2^{UA} + \beta_1 b p_1^{UA} + \beta_2 p_2^{UA}$$

The European definition is social welfare superior when the weighted price for the whole country is lower under this definition than under the American definition, i.e., when the inequality below holds:

$$\alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p_1^{UA} + \beta_1 b p_1^{UA} + \beta_2 p_1^{UA} < \alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p_2^{UA} + \beta_1 b p_1^{UA} + \beta_2 p_2^{UA}$$

or, rearranging, when:

$$p_1^{UA} < p_2^{UA}$$

which is true by the assumption of $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\} = p_1^{UA}$.

Under SW_2, it is trivial that the same result holds. We only need to remove U market areas sizes from the weighted prices, and we see easily that the weighted prices under European definition is lower than under the American definition.

Proof Proposition 5

Under SW_1, the regulator chooses θ to maximize:

$$\alpha_1 \frac{(1 - p_1^U(\theta))^2}{2} + \alpha_2 \frac{(1 - p_2^U(\theta))^2}{2} + b\frac{(1 - p^R(\theta))^2}{2} + \alpha_1 p_1^U(\theta)(1 - p_1^U(\theta)) +$$

$$+\alpha_2 p_2^U(\theta)(1-p_2^U(\theta))+bp^R(\theta)(1-p^R(\theta))$$

where the first three terms are the consumers' surpluses from areas 1 and 2 of the U market and R market respectively, and the last two terms are the profits of firms, and where

$$p_1^U(\theta)=\frac{\alpha_1(3\alpha_2+2b\beta_2(1-\theta)^2)+\alpha_2 b\beta_1\theta(1+2\theta)}{3(\alpha_1(3\alpha_2+2b\beta_2(1-\theta)^2)+2\alpha_2 b\beta_1\theta^2)},$$

is the price in area 1 of the U market,

$$p_2^U(\theta)=\frac{\alpha_1(\alpha_2+b\beta_2(3-5\theta+2\theta^2))+2\alpha_2 b\beta_1\theta^2}{3(\alpha_1(3\alpha_2+2b\beta_2(1-\theta)^2)+2\alpha_2 b\beta_1\theta^2)},$$

is the price in area 2 of the R market, and

$$p^R(\theta)=\frac{\alpha_1(\alpha_2+b\beta_2(1-\theta)^2)+\alpha_2 b\beta_1\theta^2)}{3(\alpha_1(3\alpha_2+2b\beta_2(1-\theta)^2)+2\alpha_2 b\beta_1\theta^2)},$$

is the price in the R market. Recall further that $\alpha_1+\alpha_2=1$, and $\beta_1+\beta_2=1$.

Differentiating the social welfare function, we have:

$$\frac{\partial SW_1(\theta)}{\partial\theta}=-\alpha_1(1-p_1^U(\theta))\frac{\partial p_1^U(\theta)}{\partial\theta}-\alpha_2(1-p_2^U(\theta))\frac{\partial p_2^U(\theta)}{\partial\theta}-b(1-p^R(\theta))\frac{\partial pR(\theta)}{\partial\theta}+$$

$$+\alpha_1(1-p_1^U(\theta))\frac{\partial p_1^U(\theta)}{\partial\theta}+\alpha_2(1-p_2^U(\theta))\frac{\partial p_2^U(\theta)}{\partial\theta}+b(1-p^R(\theta))\frac{\partial p^R(\theta)}{\partial\theta}-$$

$$-\alpha_1 p_1^U(\theta)\frac{\partial p_1^U(\theta)}{\partial\theta}-\alpha_2 p_2^U(\theta)\frac{\partial p_2^U(\theta)}{\partial\theta}-bp^R(\theta)\frac{\partial p^R(\theta)}{\partial\theta}=0$$

Straightforward computations result in the first order conditions for maximum:

$$\frac{\partial W(\theta)}{\partial\theta}=-\alpha_1 p_1^U(\theta)\frac{\partial p_1^U(\theta)}{\partial\theta}-\alpha_2 p_2^U(\theta)\frac{\partial p_2^U(\theta)}{\partial\theta}-bp^R(\theta)\frac{\partial p^R(\theta)}{\partial\theta}=0$$

From this first order condition, we cannot obtain a close form solution for θ. Nevertheless, numerical resolution shows that for given α_1 and b, the optimum for θ is unique. Further, we get

1. $\theta^* = 1$ if $\beta_1 \in [0, \underline{\beta_1}]$
2. $\theta^* = 0$ if $\beta_1 \in [\overline{\beta_1}]$
3. $\theta^* \in (0,1)$ if $\beta_1 \in [\underline{\beta_1}, \overline{\beta_1}]$

as it is shown in figure 3 and 4. From figure 3, we can also see how $\underline{\beta_1}$ and $\overline{\beta_1}$ are increasing function of α_1. From figure 4, we can see that $\underline{\beta_1}$ is an increasing function of b while $\overline{\beta_1}$ is a decreasing function of b. Finally, we have checked that these optima are indeed maxima.

Proof Proposition 6

Under SW_2 the regulator's objective function becomes:

$$SW_2(\theta) = b\frac{(1-p^R(\theta))^2}{2}$$

Solving the first order condition for maximum we get:

$$\frac{\partial SW_2(\theta)}{\partial \theta} = b(1-p^R(\theta))\frac{\partial p^R(\theta)}{\partial(\theta)} = 0 \Rightarrow \theta^{**} = \frac{\alpha_1(1-\beta_1)}{(1-\alpha_1)\beta_1 + \alpha_1(1-\beta_1}.$$

Since $SW_2(\theta)$ is a concave function as we can see in Figure 7, we can conclude that θ^{**} is an optimal solution.

Proof Proposition 7

We start from the case when in equilibrium $p^R = min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ and we suppose that $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\} = p_1^{UA}$. Therefore areas 1 and 2 of the R market enjoy a price p_1^{UA}, as well as area 1 of the U market. Area 2 of the R market enjoys the symmetric Cournot price which is lower than p_1^{UA}. We can construct a weighted price for the whole country under this definition:

$$\alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p^C + b p_1^{UA}.$$

where p^C is the symmetric Cournot price. On the other hand, the European definition applies p_1^{UA} to the whole country. Thus, the weighted price for the whole country is:

$$\alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p_1^{UA} + b p_1^{UA}.$$

The new definition is superior in terms of social welfare if it gives a lower weighted price than the European definition. This happens if

$$\alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p^C + b p_1^{UA} < \alpha_1 p_1^{UA} + \alpha_2 p_1^{UA} + b p_1^{UA}$$

or equivalently, if $p^C < p_1^{UA}$, what is true. Therefore, the new definition is superior to the European definition, whenever we apply $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$. If we take into account that we only apply either $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ or $\theta^* \in (0,1)$ when they are social welfare superior to $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$, we can conclude that this definition is always social welfare superior to the European definition, and by extension to the American as we have shown previously.

Proof Proposition 8

The firms that operate in both areas maximize:

$$\Pi_{Sj} = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j})q_{Sj} +$$

$$(1 - (\frac{(q_{Sk} + q_{Nk})}{\alpha_k}) - c)(\frac{\beta_j b(q_{Sk} + q_{Nk})}{\alpha_k}) - F_j^U - F_j^R + s_j$$

$$j = 1, 2,\ k \neq j.$$

If we take the derivative of the profit function with respect to q_{1j}, we obtain the first order conditions:

$$\frac{\partial \Pi_{Sj}}{\partial q_{sj}} = (1 - (\frac{2q_{Sj} + q_{Nj}}{\alpha_j})) = 0,\ j = 1, 2$$

The firms that only operate in the areas of the U market maximize:

$$\Pi_{Nj} = (1 - \frac{(q_{Sj} + q_{Nj})}{\alpha_j})q_{Nj} - F_j^U,\ j = 1, 2$$

If we take the derivative of the profit function with respect to q_{Nj}, we obtain the first order conditions:

$$\frac{\partial \Pi_{Nj}}{\partial q_{Nj}} = (1 - (\frac{q_{Sj} + 2q_{Nj}}{\alpha_j})) = 0,\ j = 1, 2$$

These first order conditions yield the following equilibrium quantities:

$$q_{Sj}^* = \frac{\alpha_j}{3},\ q_{Nj}^* = \frac{\alpha_j}{3},\ j = 1, 2$$

If we substitute the equilibrium quantities in the demand function, we obtain the equilibrium price for the areas of the U market which is the symmetric Cournot price:

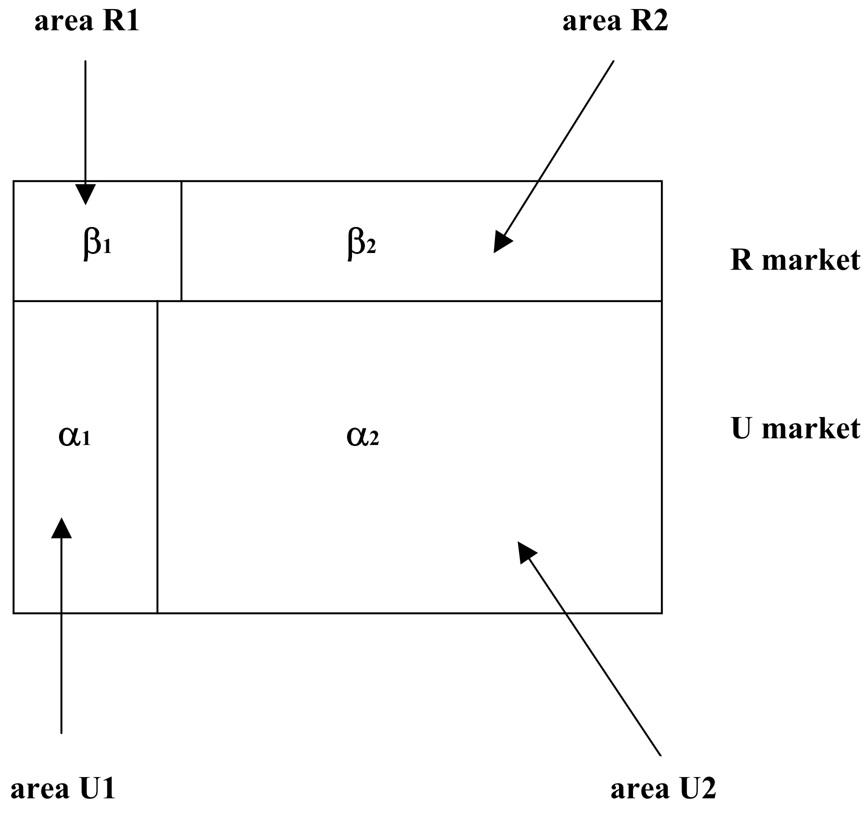
$$p_j^{U*} = (1 - \frac{q_{Sj}^* + q_{Nj}^*}{\alpha_j}) = \frac{1}{3},\ j = 1, 2$$

As we have seen previously, the prices in the zones are the same for both areas, therefore, the symmetric Cournot price is also set in the areas of the R market.

Figure 3.1

Zone 1= area R1 + area U1

Zone 2= area R2+ area U2



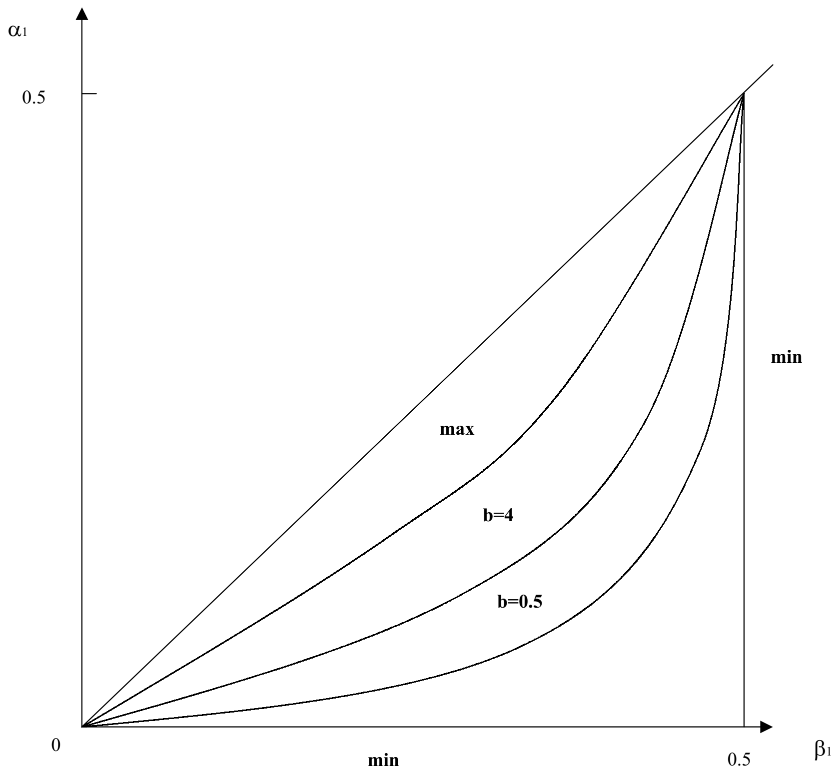


Figura 2.2: The regulator optimal choice between $max\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$ and $min\{p_1^{UA}, p_2^{UA}\}$

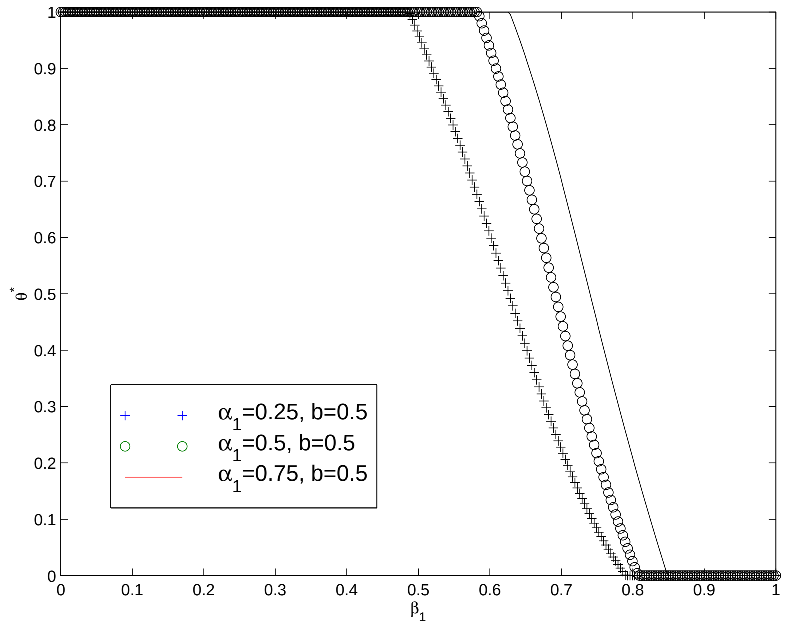


Figura 2.3: Equilibrium path for θ^* under different values of α_1.

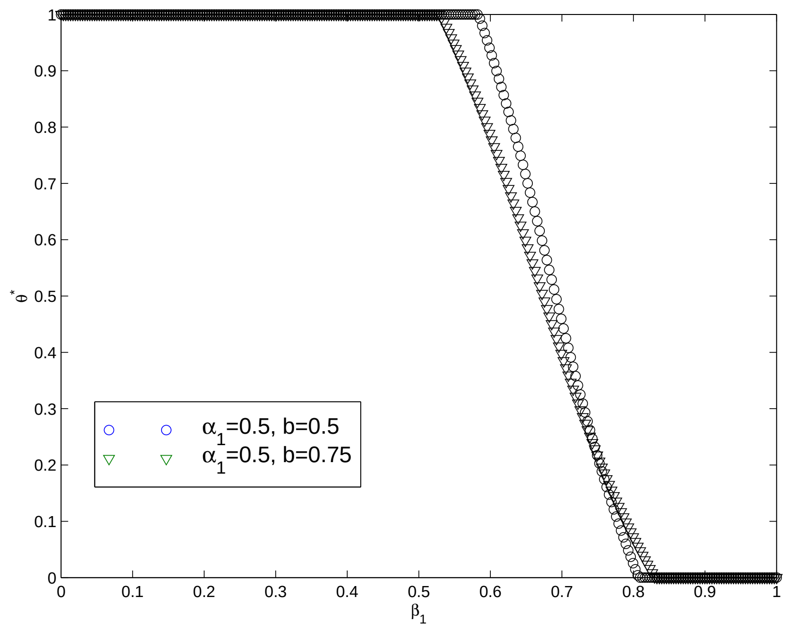


Figura 2.4: Equilibrium path for θ^* under different values of b.

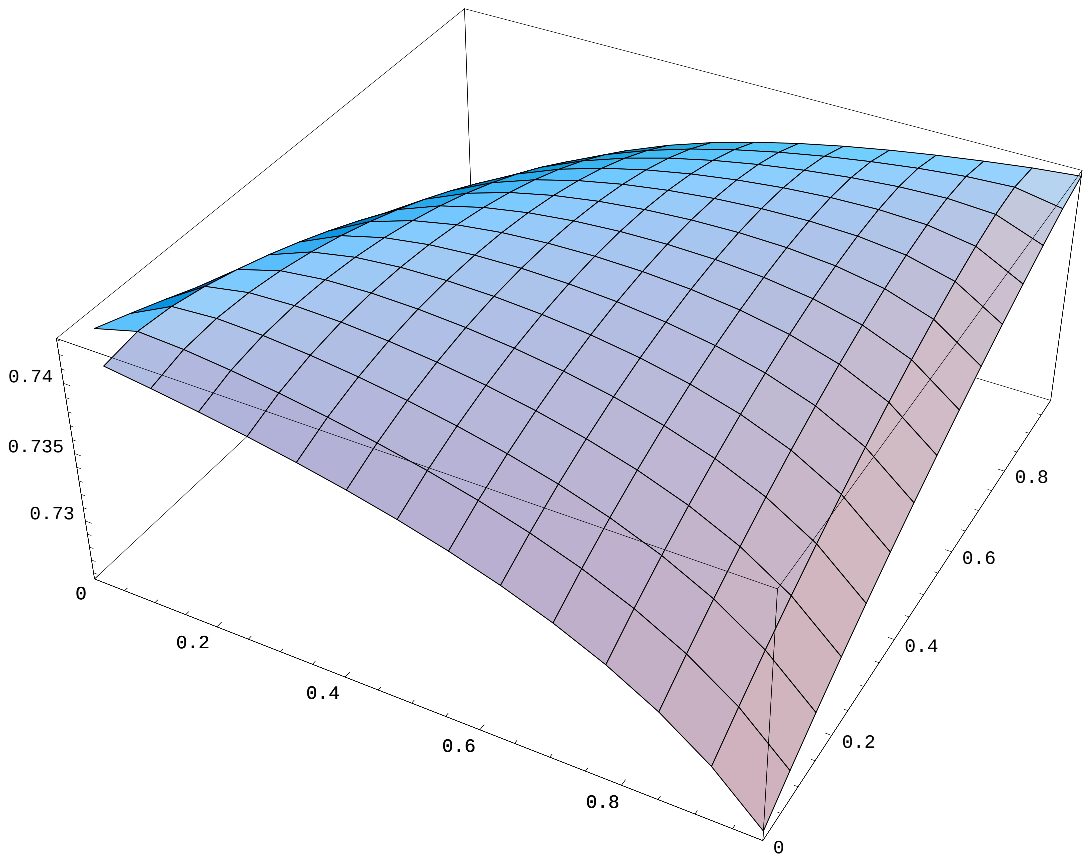


Figura 2.5: Social Welfare Function SW_1.

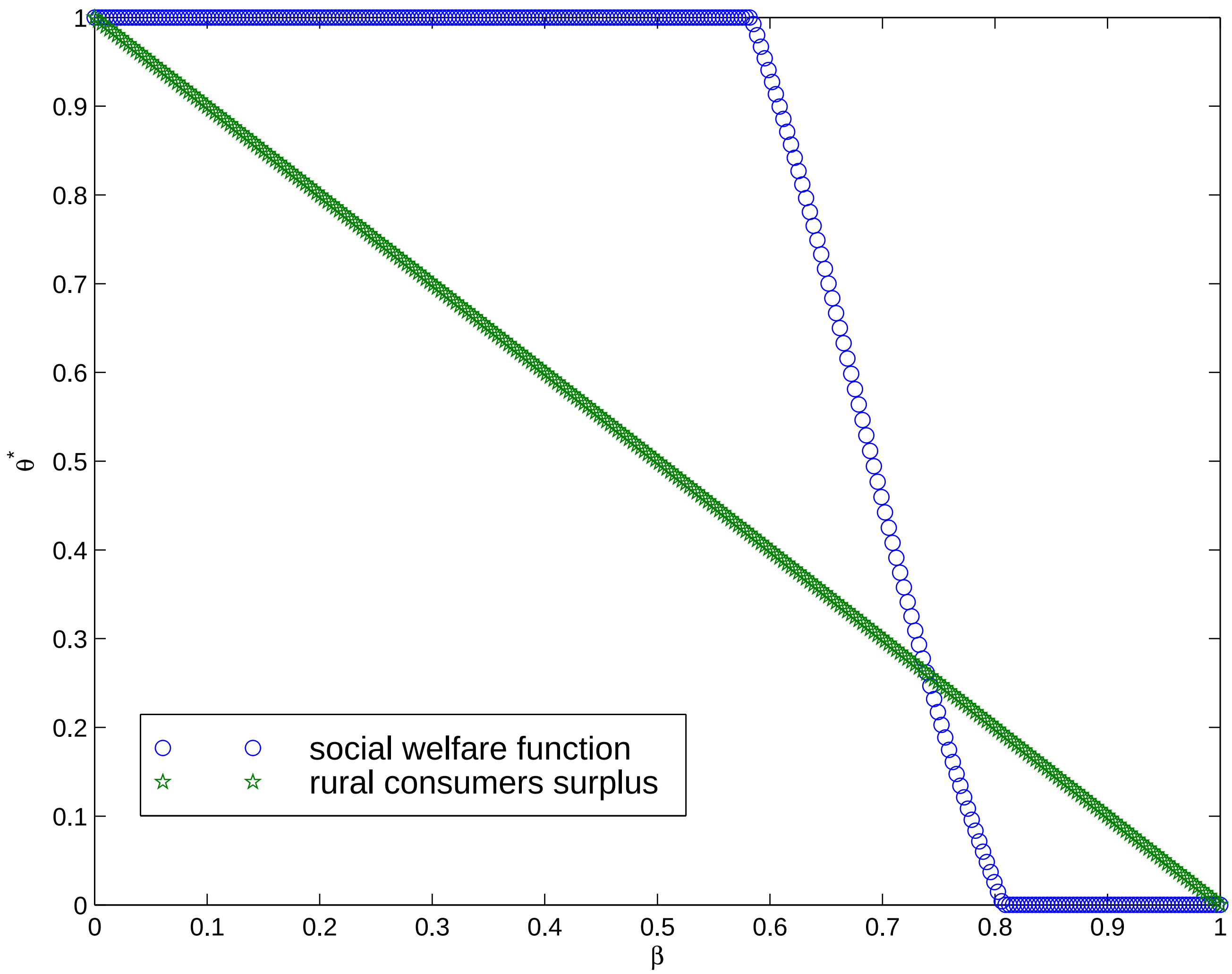


Figura 2.6: Equilibrium path for θ^{*} and θ^{**} under both definitions of Social Welfare.

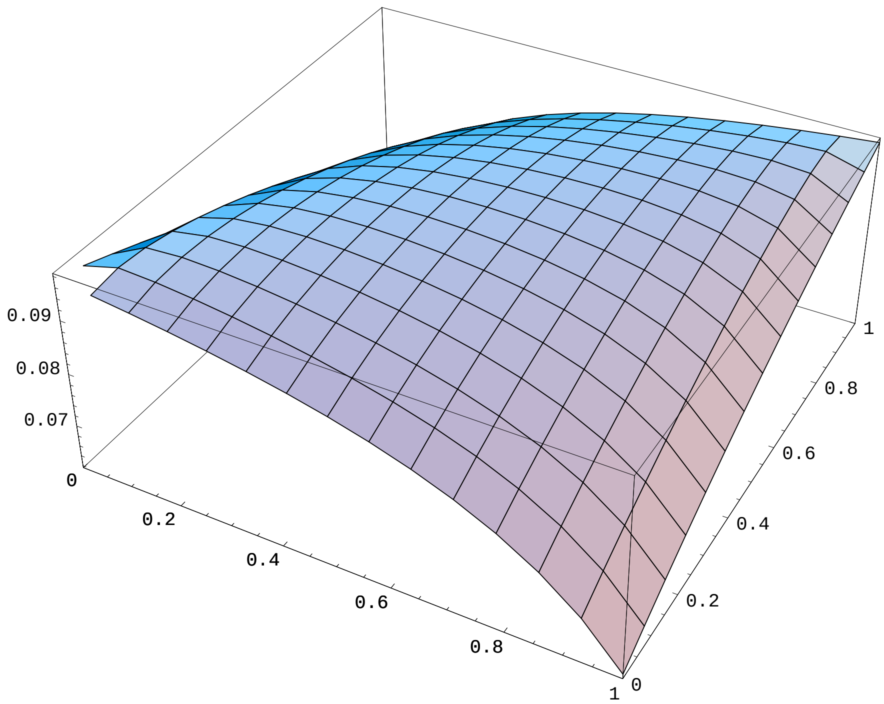


Figura 2.7: Social Welfare Function SW_2.

Capítulo 3

¿Se debería permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente?

Resumen:*Este capitulo lo dedicamos a conocer como afecta a los operadores de red la posibilidad de construir instalaciones conjuntamente, especialmente a sus calidades de red, a sus beneficios y al bienestar social. Nosotros mostramos que permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente puede hacer que los operadores de red aumenten su calidades de red cuando las deciden simultáneamente. Cuando analizamos la entrada, solo el operador incumbente incrementa su calidad de red. El resultado principal que obtenemos es que los operadores de red y el regulador coinciden en sus decisiones sobre la cantidad que los operadores de red deben construir conjuntamente. Esto sucede cuando los operadores de red deciden simultneamente sus calidades de red. El mismo resultado aparece cuando analizamos la entrada y los operadores de red están suficientemente diferenciados. Pero, si hay entrada y los operadores de red no están suficientemente diferenciados, se necesita la intervención del regulador para forzar a los operadores de red a construir instalaciones conjuntamente, lo que es sorprendente del punto de vista actual de los Organismos Reguladores.*

3.1. Introducción

En este capitulo, nos proponemos conocer mas sobre la posibilidad de acuerdos entre operadores de red para construir instalaciones conjuntamente y como afecta ello a sus calidades de red, sus beneficios y al bienestar social.

El siguiente ejemplo recoge una situación donde se da este tipo de acuerdos. Hay dos operadores que disfrutan de cobertura plena en un pais. Los operadores tienen que decidir sus calidades de red. Estas pueden ser medidas por intensidad media de la seal que los consumidores tienen disponible dentro del pais. Los consumidores viajan a través del pais con alta frecuencia. La intensidad media de la señal que los consumidores perciben es proporcional a la cantidad de instalaciones que el operador de red construye. Hasta ahora, los operadores de red pueden construir las instalaciones solo por si mismos. Eso conlleva que cada operador de red tiene que decidir no-cooperativamente la cantidad de instalaciones que construye. Pero, es menos costoso si los operadores de red pudieran construir, al menos, algunas instalaciones conjuntamente. Esto es debido a que pueden evitar duplicar algunos costes. Por ejemplo, es mas caro disear dos redes en lugar de una, y porque si tomamos un area del pais, es mas barato generar una intensidad dada con solo una gran red que generar la misma intensidad con dos.[1] Si miramos fuera de la industria de las telecomunicaciones podemos encontrar mas ejemplos.[2]

Sobre el asunto que nosotros estudiamos hay dos visiones antagónicas. Por un lado, los propios operadores de red dicen que *"los consumidores se beneficiaran a través de unos servicios mas rápidos e innovadores a precios mas bajos"*.[3] Por otro lado, entre los organismos reguladores, encontramos puntos de vista diferentes, por ejemplo, OFTEL ha expresado su vision en

[1]La formula de Erlang nos da el tamao necesario de una red para dar servicio a los consumidores de un operador de telecomunicaciones.

[2]Un ejemplo posible podría ser el de dos departamentos académicos que da sus seminarios independientemente. Ellos quieren invitar al mismo catedrático para dar uno de sus seminarios. Este catedrático vive en EE.UU. y los departamentos están en Europa. Si cada departamento invita al catedrático por si mismo, cada departamento deberá pagar un billete de ida y vuelta de EE.UU a Europa. En cambio, si ambos departamentos le invitan a dar un seminario un día en un departamento o al día siguiente en el otro departamento, los departamentos solo tienen que pagar un billete de ida y vuelta de EE.UU a Europa y otro billete de avion para volar dentro de Europa en vez de pagar dos billetes de ida y vuelta de EE.UU. Otro ejemplo se podría encontrar en las líneas aéreas. En esta industria, algunas aerolineas que operan en la misma ruta, por ejemplo British Airways e Iberia en la ruta Madrid-Londres, comparten aviones. Es mas barato para ellos llevar a los pasajeros de ambas aerolineas en avion grande que llevar cada uno sus pasajeros en un avion mas pequeo.

[3]OFTEL (2002): .º2/T-Mobile 3G infrastructure sharing agreement: case CMP/C1/N.38.370".

estos tèrminos *"el acuerdo podría facilitar la colusión tacita entre las partes y podría haber un efecto "spill-over"que debilitaría la competencia a nivel minorista".*[4]

De momento, los efectos de estos acuerdos sobre la construcción de instalaciones no son muy claros en la calidad de las redes y los precios. La literatura académica sobre telecomunicaciones tampoco ayuda mucho. Esta literatura ha estudiado intensivamente asuntos como el Servicio Universal con importante contribuciones en Valleti et al. (2002), Anton et al. (2002) y Chone et al. (2002), o como el papel de los precios de interconexión en la competencia entre operadores de red, ejemplos de ellos son Laffont et al. (1998) y Armstrong (1998), pero se esta empezando a estudiar el tema de la inversion. Hasta ahora, el articulo mas relevante sobre inversion en telecomunicaciones es el realizado por Valletti and Cambini (2003). Ellos estudian la influencia de los precios de interconexión en las inversiones que realizan los operadores de red. Ellos cuestionan el resultado de neutral al beneficio que aparece en el articulo de Laffon et al. (1998).[5] Ellos muestran que los incentivos a invertir están influenciados por la forma en que fijan los precios de interconexión. Cuando la calidad de la red tiene influencia en la cantidad de llamadas iniciadas por sus propios consumidores, ellos demuestran que pueden obtener un resultado de colusión tacita en un modelo con tarifas en dos partes en el mercado final.

Aparte de la literatura sobre telecomunicaciones, encontramos similitudes entre nuestro asunto de interés y la literatura en I+D cooperativo. Ejemplos de esta literatura son d'Aspremont and Jacquemin (1998) and Katz (1986). En estos articulos, las empresas deciden si llevar a cabo tareas de investigación separadamente o conjuntamente a través de joint venture. La principal diferencia entre el escenario que nosotros estudiamos y el de la I+D cooperativa es que el nuestro es mas general. Nosotros permitimos a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente y separadamente al mismo tiempo. Además, Nosotros también les dejamos que decidan cuanto de las instalaciones las construyen separadamente y cuanto conjuntamente.[6]

Para estudiar nuestro problema, usamos un modelo similar al usado en Valletti y Cambini (2003), con la diferencia importante de que, en nuestro modelo, los precios de interconexión están fijados y que los operadores de red

[4]OFTEL (2002): .º2/T-Mobile 3G infrastructure sharing agreement: case CMP/C1/N.38.370".

[5]En el articulo de Laffon et al. (1998), los beneficios de los operadores de red no dependen de los precios de interconexión que se pagan si los operadores de red compiten en el mercado final con tarifas en dos partes.

[6]En Katz (1986), el autor dice: *"It is important to recognize that in a more general setting allowing independent R&D may change the results dramatically".*

pueden construir instalaciones conjuntamente. Estudiamos tres casos. En el primero, analizamos un escenario donde los operadores de red son simétricos y deciden sus calidades de red simultáneamente. En el segundo caso, analizamos un escenario similar al anterior pero suponiendo que los operadores de red son asimétricos. Dicha asimetría es por el lado de la demanda, suponemos que los consumidores tienen una calidad percibida por uno de los operadores de red. Finalmente, analizamos la entrada.

Nosotros mostramos que los puntos de vista antagónicos sobre el impacto de permitir que los operadores de red construyan instalaciones conjuntamente puede ser correcto. Los resultados dependen del orden en que los operadores de red toman sus decisiones. Si los operadores de red deciden primero sus calidades y segundo la cantidad de instalaciones que van a construir conjuntamente, el permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente hace que los operadores de red incrementen sus calidades de red. Esto es porque se vuelve *"mas barato"* para ellos invertir en la calidad de su red. Lo contrario sucede cuando los operadores de red deciden primero sobre la cantidad de instalaciones que van a hacer conjuntamente y segundo sobre sus calidades de red. Cuando los operadores de red son simétricos, ellos pueden usar el acuerdo cooperativo para neutralizar la competencia en calidades. Para ambos operadores de red no es beneficio desviarse de la cantidad que han decidido construir conjuntamente. Por tanto, ambos operadores de red acuerdan elegir la calidad minima para sus redes. Si los operadores de red son asimétricos, el acuerdo colusivo es menos fuerte. El operador de red con mejor consideración por parte de los consumidores quiere que le otro operador de red sea lo mas débil posible mientras que el el operador peor considerado quiere ser un competidor mas fuerte. Finalmente, ambos operadores de red acaban invirtiendo menos que con el otro orden en sus decisiones.

Cuando analizamos la entrada, mostramos que el incumbente incrementa su calidad, al contrario que el entrante. El incumbente se beneficia de que ahora invertir es mas barato para el, pero el entrante siempre prefiere mantenerse en el nivel de inversión que le garantiza la minima calidad.

Con respecto al impacto en los precios finales, encontramos que si los operadores de red son simétricos, los precios de ambos operadores de red son los mismos que cuando los operadores tenían que construir sus redes solo por si mismos. Esto es debido a que aunque los operadores de red eligen diferentes cantidades cantidades a los que eligen cuando no pueden construir instalaciones conjuntamente, ellos siempre eligen la misma cantidad que el contrario, por lo que ambos siempre tienen la misma calidad de red. Esto no sucede cuando analizamos el caso asimétrico y la entrada. En caso asimétrico tenemos dos posibilidades. Si los operadores de red deciden primero la cantidad de instalaciones que van a construir conjuntamente y segundo la calidad de sus redes, el operador de red mejor considerado disfruta de precio mayores y el peor considerado de precios menores, si el mejor considerado tiene suficiente poder de negociación. Cuando consideramos la entrada, el incumbente disfruta de mayores precios y el entrante menores precios.

Pero el resultado mas importante que hemos encontrado es que los operadores de red y el regulador coinciden en su decision sobre la cantidad que los operadores de red deberían construir conjuntamente cuando los operadores de red deciden simultáneamente sus calidades de red. Esto se cumple para el caso simétrico y para el asimétrico. Este resultado se restringe a cuando los operadores de red deciden primero sus calidades de red y después la cantidad de instalaciones que van a hacer en conjuntamente. En este caso, permitirles que hagan instalaciones conjuntamente es buena desde el punto de visto social. Además, no necesitaríamos un regulador para velar por el proceso de decisiones, ya que los operadores de red deciden lo correcto desde el punto de vista social. Lo contrario sucede cuando el orden de decisiones de los operadores es el contrario. En ese contexto, permitir a los operadores de red que construyan conjuntamente instalaciones les ayuda a *çoludir"* ya que construyen redes de mucha menor calidad.

Finalmente cuando analizamos la entrada, si los operadores de red están suficientemente diferenciados en los productos que ofrecen, la decision que toman y la del regulador sobre cuanto deben construir conjuntamente coincide. Pero, si no están suficientemente diferenciados, los operadores de red deciden una cantidad menor que el óptimo social. En este caso, se necesitaría un regulador para forzar a los operadores de red a que construyan instalaciones conjuntamente. Como hemos visto al inicio de la introducción, esto es muy sorprendente desde el actual punto de vista de los organismos reguladores.

El capitulo se organiza de la siguiente manera. En la Secciónn 2, describimos el modelo básico y resolvemos la última etapa del juego (competencia en precios). En la Sección 3, resolvemos el caso para operadores de red simétricos. En la Sección 4, resolvemos el caso para operadores de red asimétricos. En la Sección 5, analizamos la entrada. Con la Sección 6, concluimos.

3.2. El modelo básico

3.2.1. Demanda y Estructura de Costes

Usamos un modelo similar al usado en Valletti y Cambini (2003), con las diferencias de que en nuestro modelos los precios de interconexión están fijados, las demandas de los consumidores son inelásticas y que los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente.

Hay dos operadores de red, A y B, localizados en los extremos, $x_A = 0$ y $x_B = 0$ de un segmento $[0, 1]$ que representa un pais. Cada operador de red compite por las llamadas de los consumidores.

Los operadores juegan un juego de tres etapas. En la primera etapa, los operadores de red deciden simultáneamente y no cooperativamente el nivel de infraestructura para sus redes. Denominamos al nivel de infraestructura del operador de red A como I_A y al nivel de infraestructura del operador de red B como I_B. Los niveles de infraestructura miden la calidad de las redes.[7] Suponemos que por regulación hay un mínimo para el nivel de infraestructuras que llamamos $\underline{I}$.

Los operadores de red pueden construir conjuntamente parte de las instalaciones. Suponemos que hay economías cuando construyen conjuntamente las instalaciones. Llamamos I_s a los niveles de infraestructura que cada operador de red disfruta de las instalaciones que han construido conjuntamente. Este nivel nunca puede exceder a ninguno de los niveles de infraestructura decididos por los operadores de red para sus redes, $I_s \leq min\{I_A, I_B\}$.[8]

En la segunda etapa, la cantidad de I_s es decidida bien por cooperativamente por los operadores de red o por un regulador. En la tercera etapa, dadas las configuraciones de red que resultan de las etapas precedentes, los operadores de red eligen simultaneamente e independientemente los precios, $p_i,\ i = A, B$, y los operadores de red logran sus pagos finales.[9]

Suponemos, por simplicidad, que los costes marginales de los operadores de red son 0. Para los costes de los niveles de infraestructura, suponemos la función $F_i(I_i, I_s) = (I_i - \gamma I_s)^\alpha,\ \alpha > 1,\ \gamma < 1$.[10] Ambas funciones son crecientes y convexas con respecto a I_i, decreciente con respecto a I_s y derivada cruzada negativa con respecto a I_s e I_i.

[7] Siguiendo el ejemplo de la introducción I_A y I_B se pueden interpretar como la intensidad media de la seal que los consumidores tienen disponible de cada uno de los operadores de red dentro del pais.

[8] $I_s leq min\{I_A, I_B\}$ refleja el hecho de que ningún operador de red puede ser forzado a construir mas instalaciones que las necesarias para lograr el nivel de infraestructuras que considera necesario.

[9] Para estudiar el problema mas profundamente, usamos otros juegos con las mismas etapas pero con diferentes ordenes en las decisiones de los operadores de red.

[10] Construimos la función de costes para los niveles de infraestructura de la siguiente manera: Consideramos I_i como el nivel de infraestructura total del operador de red i. Así, $I_i = k_i + I_s$, donde k_i es la cantidad de infraestructura que el operador de red i construye por si mismo y I_s es la parte de inversión que construyen conjuntamente. La función de costes para el nivel de infraestructura es $F_i(k_i, I_s) = (k_i + \delta I_s)^\alpha$, $\delta < 1$. Es bueno darse cuenta que cuando ellos construyen conjuntamente es mas barato por las economías de escala. De la ecuación $I_i = k_i + I_s$, sabemos que $k_i = I_i - I_s$. Si sustituimos la expresión en la función de costes obtenemos una nueva función de costes $F_i(I_i, I_s) = (I_i - (1 - \delta)I_s)^\alpha$. Si llamamos $\gamma = 1 - \delta$, obtenemos nuestro función de costes $F_i(I_i, I_s) = (I_i - \gamma I_s)^\alpha$.

Los consumidores son una masa unitaria localizados uniformemente a lo largo del segmento $[0, 1]$. Suponemos que cada consumidor tiene demanda unitaria para las llamadas. Cuando un consumidor localizado en x en el segmento decide unirse al operador de red localizado en x_i, entonces consigue una utilidad:

$$u(I_i) + v_0 - \frac{1}{\sigma} \mid x - x_i \mid - p_i \; i = A, B, \; x \in [0, 1]$$

donde v_0 es un excedente que siempre logra por suscribirse a alguno de los operadores de red. Suponemos que v_0 es suficientemente grande para que todos los consumidores se conecten a alguno de los operadores. La utilidad los niveles de infraestructura de los operadores de red a los consumidores es $u(I_i)$, (a partir de aquí u_i).[11] Cualquier incremento en el nivel de infraestructuras da mas utilidad a sus consumidores, sin embargo el aumento es menor a media que el nivel de infraestructuras es mas alto. Para ser consistente con estos supuestos, suponemos que u_i es creciente y concavo con respecto a I_i. Finalmente σ mide el grado de sustitución entre los operadores de red, es decir, la intensidad de la competencia en precios.[12]

Buscamos los Equilibrios Perfectos de Nash en Subjuegos en estrategias puras del juego.

3.2.2. Cuotas de Mercado

De lo escrito arriba podemos deducir que un consumidor localizado en x si se suscribe al operador de red A consigue una utilidad:

$$u_A + v_0 - \frac{1}{\sigma} x - p_A$$

y si se suscribe al operador de red B, el obtiene una utilidad:

$$u_B + v_0 - \frac{1}{\sigma}(1 - x) - p_B$$

El consumidor indiferente es aquel que esta localizado en θ de tal manera que:

$$u_A + v_0 - \frac{1}{\sigma}\theta - p_A = u_B + v_0 - \frac{1}{\sigma}(1 - \theta) - p_B$$

[11] Es bueno sealar que la utilidad de los niveles de infraestructura de los operadores de red, u_i, solo es función de I_i, I_s no aparece. Esto significa que suponemos que los consumidores solo se preocupan sobre el nivel de infraestructuras que disfrutan y no les preocupa como se han construido.

[12] σ esta relacionada con el inverso de los costes de transporte, es decir, los costes que los consumidores pagan cuando tienen que comprar una variedad distinta de su ideal.

De esta manera:

$$\theta = \frac{1}{2} + \sigma(\frac{(u_A - u_B) + (p_B - p_A)}{2})$$

Dado que el consumidor indiferente esta localizado en *theta* en el segmento y la localización de los operadores de red ($x_A = 0$ y $x_B = 1$), el operador de red A tiene una cuota de mercado $\theta_A = \theta$ y el operador de red B tiene una cuota de mercado $theta_B = 1 - theta$.

3.2.3. Competencia en precios

En esta última etapa, los niveles de infraestructura están fijos, por tanto, el operador de red i tiene que resolver el siguiente problema de maximización:

$$max_{p_i}\ \Pi_i = p_i(\frac{1}{2}+\sigma(\frac{(u_i - u_j) + (p_j - p_i)}{2}))-(I_i-\gamma I_s)^{\alpha},\ for\ i = A, B\ and\ j \neq i$$

Tomando las derivadas con respecto a p_i, obtenemos:

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial p_i} = \frac{1}{2} + \sigma(\frac{(u_i - u_j) + (p_j - 2p_i)}{2}) = 0,\ i = A, B$$

del sistema de ecuaciones, vemos que los precios de equilibrio son:

$$p_i^* = \frac{1}{\sigma} + \frac{(u_i - u_j)}{3}\ i = A, B$$

Los precios de equilibrio reflejan las dos fuentes de diferenciación que hay en la industria. Cuando el grado de sustitución, σ, es mas pequeo, ambos operadores de red pueden cargar precio mas altos. Si los operadores de red tienen un nivel diferente de nivel de infraestructuras, los operadores de red con el nivel mas alto cargan precios mas altos que su rival.

3.3. Operadores de red simétricos

3.3.1. Marco de referencia del planificador social

Un marco de referencia muy útil es dado por los niveles de infraestructura, I_i, y por los niveles de infraestructura de las instalaciones que se construyen conjuntamente, I_s, que serían elegidas por planificador social benevolente. Un planificador social benevolente resuelve el siguiente problema de maximización:

$$max_{I_i,s}\, W = \frac{u_i + v_0}{2} - (I_i - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_i, I_j\}$$

Como ambos operadores de red son simétricos, cada operador de red sirve a la mitad de los consumidores, además cualquier consumidor disfruta de una utilidad $u_i + v_0$ de consumir de cualquiera de los dos operadores de red cuando sus niveles de infraestructura son I_i. Entonces, utilidad total de los consumidores por operador de red es $(u_i + v_0)/2$. Ambos operadores de red tienen que pagar un coste $(I_i - \gamma I_s)^\alpha$ para poder ofrecer un nivel de infraestructura I_i a sus consumidores cuando una parte, I_s, de sus niveles de infraestructura viene de las instalaciones que han construido conjuntamente.

Se puede comprobar que la derivada de W con respecto a I_s es positiva, esto significa que el planificador social quiere que I_s sea lo mas grande posible, es decir $I_s = min\{I_A, I_B\}$. Una vez esto esta claro, podemos obtener el siguiente resultado:

Proposición 13 *Si los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente, el óptimo para el planificador social es $I_s^P = I_P$ y $I_i^P = I_j^P = I_p$, donde I_p resuelve:*

$$\frac{1}{2}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

En equilibrio $I_s^P = I_i^P = I_j^P = I_p$. Podríamos que $min\{I_i, I_j\}$ podría ser I_j, y que $I_i^P > I_j^P$. Pero si pensamos que los operadores de red eligen la misma cantidad de nivel de infraestructuras cuando no pueden construir instalaciones conjuntamente y que el planificador social le pediría al operador de red con el $min\{I_i, I_j\}$ por un nivel mas alto de infraestructuras para relajar la restricción $I_s \leq min\{I_i, I_j\}$ para permitir a los operadores de red construir mas instalaciones conjuntamente. Entonces, encontraríamos una situación donde $I_j^P > I_i^P$. El planificador social le pedirá a ambos operadores de red que tengan el mismo nivel de infraestructuras. Además, el planificador social quiere que ambos operadores de red construyan todas sus instalaciones conjuntamente.

Con la introducción de la posibilidad para los operadores de red de construir instalaciones conjuntamente, hemos encontrado una forma mas barata de tener nivel de infraestructura. Por tanto, el planificador social elige el modo mas eficiente de construir instalaciones. Esto nos trae el siguiente resultado:

Proposición 14 *Construir instalaciones conjuntamente aumenta el bienestar social*

3.3.2. Competencia por el nivel de infraestructuras: La cantidad de instalaciones que los operadores pueden construir conjuntamente es fijada por el regulador

En esta subsección, dados los precios de equilibrio de la última etapa de el juego y la decisión de el regulador, ambos operadores de red deciden sus nivele de infraestructura. Como marco de referencia, primero, comprobamos los niveles de infraestructura cuando a los operadores de red no se les permite construir instalaciones conjuntamente, $I_s = 0$. En este caso, cada operador de red tiene que maximizar beneficios, Π_i^*:

$$max_{I_i}\ \Pi_i^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_i - u_j)}{3} + \sigma(\frac{(u_i - u_j)^2}{18}) - I_i^\alpha$$

Aplicando simétria a las condiciones de primer orden, las inversiones de equilibrio satisfacen la siguiente condición:

$$I_i^*\ is\ I_i \in \Re_+\ /\ \frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

El nivel de infraestructuras que los operadores de red eligen en equilibrio es muy pequeo comparado con el nivel de infraestructuras que es óptimo social.[13] Con esto en mente, lo comparamos con la posibilidad de construir instalaciones conjuntamente y como afecta a los niveles de infraestructura. Primero, recordemos que la restricción $I_s \leq min\{I_A, I_B\}$ se vuelve en el caso simétrico $I_s \leq I_i$. Dependiendo de la cantidad I_s, fijada por el regulador, podemos distinguir dos casos: $I_s < I_i$ y $I_s = I_i$. En el primer caso, el regulador fija una cantidad mas baja que la cantidad de nivel de infraestructura elegida por los operadores de red, en el segundo caso el regulador elige una cantidad igual al nivel de infraestructuras elegido por los operadores de red. En cualquier caso podemos concluir:

Proposición 15 *Si los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente y un regulador fija la cantidad I_s, los operadores de red eligen niveles mas altos infraestructura que cuando no podían construir conjuntamente instalaciones.*

La intuición sobre este resultado es simple. Cuando los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente, los costes marginales de

[13] El óptimo del planificador social en cuanto a nivel de infraestructura se refiere es $\frac{1}{2}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha I_i^{\alpha-1} = 0$, mas alto que el óptimo elegido privadamente, $\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha I_i^{\alpha-1} = 0$.

construir esas instalaciones es mas bajo debido a las economías de escala que consiguen. Al mismo tiempo, los consumidores no se ven afectados por como las instalaciones han sido construidas, sino por la calidad de las redes medidas por el nivel de infraestructuras. De este modo, los beneficios marginales no cambian mientras que los costes marginales son mas bajos, por tanto los operadores de red eligen niveles de infraestructura mas altos para sus redes.

Pensamos que permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente es bueno desde un punto de vista social, porque da como resultado niveles de infraestructura mas altos. Pero, una pregunta que no hemos contestado aun es la cantidad que el regulador debería fijar para conseguir el nivel de infraestructura mas cercano al nivel del óptimo social. Esta cantidad es $I_s = min\{I_A, I_B\}$ como vemos en el siguiente resultado:

Proposición 16 *La elección óptima del regulador es $I_s = min\{I_A, I_B\}$. Los operadores de red siempre eligen un nivel de infraestructura mas bajo comparado comparado en el óptimo del planificador social para cualquier I_s.*

Porque los costes marginales de los operadores de red decrecen con la posibilidad de construir instalaciones conjuntamente, los operadores de red acaban eligiendo mayores niveles de infraestructuras. Esto es, en general, muy conveniente, porque puede mejorar el bienestar social. Como el bienestar social aumenta a media que I_s es mayor, entonces el regulador debería elegir $I_s = min\{I_A, I_B\}$ para conseguir el bienestar social mas alto posible.

En este caso, mejorar el bienestar socia no significa que estemos mas cerca del óptimo social. Esto es así porque la posibilidad para los operadores de red de construir instalaciones conjuntamente también hace mas que se incremente el nivel de infraestructura óptimo para el planificador social. El planificador social internaliza que los costes marginales de los niveles de infraestructura sean mas bajos de la misma manera que los hacen los operadores de red.[14] Las funciones de beneficio marginal se mantienen constantes para el planificador social y para ambos operadores de red. Si ponemos atención, podemos ver que los beneficios marginales son siempre mas altos para el planificador social en proproción constante. Esto significa que las proporciones entre los niveles de infraestructura óptimos de los operadores de red y el óptimo del planificador social se mantiene constante, lo que significa que hay entre ambos óptimos se hace mas grande.

Nosotros tambien deberíamos preocuparnos sobre como que los operadores de red puedan construir instalaciones conjuntamente afecta a sus beneficios. A primera vista, la respuesta no es muy clara. Por un lado, es mas

[14] Si comprobamos el problema del planificador social y el problema de los operadores de red, vemos que tienen las funciones de costes para los niveles de infraestructura $(I_i - \gamma I_i)^\alpha$ y por tanto la misma función para los costes marginales de los niveles de infraestructura.

barato para los operadores de red los niveles de infraestructuras debido a las economías de escala que se logran por construir instalaciones conjuntamente. Por otro lado, como el coste marginal de los niveles de infraestructura es mas bajo, tambien eligen niveles de infraestructura mas altos. Tenemos dos efectos contrapuestos y dependiendo de el efecto ganador, los operadores de red tienen beneficios mas altos o mas bajos. En la siguiente proposición tenemos la solución a este trade-off:

Proposición 17 *Si a los operadores de red se les permite construir instalaciones conjuntamente y el regulador fija la cantidad que pueden construir conjuntamente, I_s, los operadores de red tiene beneficios mas altos.*

Finalmente, los operadores de red tienen mas beneficios cuando pueden construir instalaciones conjuntamente. Aunque en equilibrio, ellos eligen niveles de infraestructura mas altos debido a que los costes marginales de invertir son mas bajos, el ahorro por las economías de escala son mayores. La razón por lo que esto ocurre se encuentra en la concavidad de la función de utilidad de los consumidores. Dado que la utilidad marginal es decreciente, no merece la pena a los operadores de red expandir sus niveles de infraestructura demasiado.

De el análisis hecho esta ahora, podemos concluir que permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente cuando la cantidad que se construye conjuntamente es fijada por un regulador aumenta el bienestar social y, además, hace que los operadores de red tengan beneficios mas altos.

3.3.3. Competencia por el nivel de infraestructuras: Los operadores de red deciden la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente

Analizamos la situación donde los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente y además lo deciden cooperativamente.[15] Para hacer eso, proponemos el modelo de la subsección anterior con la diferencia de que el la cantidad de instalaciones que los operadores de red conjuntamente es decidida cooperativamente mediante una negociación entre ellos.

Usamos un juego donde en la primera etapa, los operadores de red eligen no cooperativamente sus niveles de infraestructura, I_i. En la segunda etapa, deciden a través de la negociación la cantidad de instalaciones que cada

[15]Como hemos visto en la introducción. Los organismos reguladores como el OFTEL se muestran preocupados por posible daos a la competencia cuando los operadores de red construyen instalaciones y lo deciden cooperativamente

operador de red disfruta de la instalaciones que construyen conjuntamente. En la etapa final, los operadores de red deciden no cooperativamente sus precios y se realizan los pagos finales.

Para la etapa cooperativa, los operadores de red juegan un juego de negociación donde los operadores de red tienen como punto de desacuerdo el no construir nada conjuntamente, $I_s = 0$.

La última etapa, donde los operadores de red deciden sus precios, es idéntica al caso donde un regulador decide la cantidad de instalaciones que los operadores de red construyen conjuntamente.

Siguiendo la inducción hacia atrás, seguimos resolviendo la etapa de negociación mediante la solución de Nash. Resolvemos el siguiente problema:

$$max_{I_s}\ \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\},\ \beta \in (0,1)$$

donde

$$\Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^{\alpha}$$

Del problema de arriba, podemos concluir:

Lema 1 *La solución de Nash en la etapa de negociación es* $I_s = min\{I_A, I_B\}$ *or* $I_s = 0$

Los operadores de red encuentran que cualquier incremento en I_s reduce el coste marginal de los niveles de infraestructura. Parece que la solución es $I_s = min\{I_A, I_B\}$ condicionado al hecho que el status quo de no acuerdo no sea preferido por ninguno de los operadores de red.

Una vez tenemos las posible soluciones al problema de negociación, podemos resolver la última etapa de juego. En esta etapa, los operadores de red deciden no cooperativamente sus niveles de infraestructuras. Ambas empresas tienen que resolver el siguiente problema de maximización:

$$max_{I_i}\ \Pi_i^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_i - u_j)}{3} + \sigma\frac{(u_i - u_j)^2}{18} - (I_i - \gamma I_s)^{\alpha},\ i = A, B,\ j \neq i$$

$$s.t.\ I_s = min\{I_A, I_B\}\ or\ I_s = 0$$

El lector debería notar que este problema es idéntico al problema que hemos resuelto cuando hemos analizado el caso donde un regulador fijaba la cantidad que podían construir conjuntamente. La única diferencia ahora es que $I_s = 0$ puede ser 0 o $min\{I_A, I_B\}$.

Proposición 18 *En un SPNE, los operadores de red eligen niveles de infraestructura idénticos al caso donde un regulador fija la cantidad de instalaciones que pueden construir conjuntamente*

Deberiamos resaltar que una de las claves para este resultado es que los operadores tiene mas beneficios cuando $I_s = min\{I_A, I_B\}$ que cuando $I_s = 0$. Esto es así, porque aunque ellos eligen niveles de infraestructura mas altos, el ahorro de costes por poder construir conjuntamente instalaciones es mucho mas alto que el coste por elegir mayores niveles de infraestructuras. Una vez, esto esta claro, la intuición sobre el resultado es casi la misma que en el caso donde el regulador fija la cantidad de instalaciones que los operadores de red pueden construir conjuntamente.

Este resultado muestra una cosa muy importante en este contexto, es lo mismo que un regulador elija la cantidad de instalaciones que los operadores de red pueden construir conjuntamente, que esta cantidad sea decidida por los operadores de red cooperativamente. Podemos concluir que no se necesita un regulador para salvaguardar la elección de I_s por parte de los operadores de red. Este es un buen resultado, ya que evitamos posible distorsiones de la regulación.[16]

Nos trasladamos a comprobar la robustez del último resultado a juegos con orden diferente en las decisiones de los operadores de red. Consideramos dos nuevos tipos de juego. En el primer tipo, los operadores de red, en la primera etapa, deciden cooperativamente la cantidad que van a construir conjuntamente. En la segunda etapa, los operadores de red deciden sus niveles de infraestructuras. Finalmente, deciden no cooperativamente sus precios finales.

En el segundo tipo, en la primera etapa, simultáneamente, deciden cooperativamente la cantidad que construyen conjuntamente y no cooperativamente sus niveles de infraestructuras. Finalmente, de nuevo, deciden no cooperativamente sus precios finales.

[16]Estas distorsiones mayormente vienen de la falta de información del regulador sobre los operadores de red. Ver Laffont y Tirole: .[A] *theory of incentives in procurement and Regulation"* para una profunda discusión.

Si resolvemos estos juegos y los comparamos entre ellos mismos y con el juego previo, vemos que:

Proposición 19 *Dejemos que los operadores de red elijan simultaneamente sus niveles de infraestructuras y la cantidad de instalaciones que pueden construir conjuntamente. Entonces, los resultados son idénticos al escenario analizado previamente. Por otro lado, dejemos que los operadores de red decidan primero su cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente y luego su nivel de infraestructuras. Entonces, ellos infrainvierten eligiendo los niveles mínimos de infraestructuras,* $I_i^* = I_j^* = \underline{I}$

Este resultado muestra que el orden en que se tomen las decisiones importa. Dependiendo del orden, tenemos dos resultado completamente diferentes. Por un lado, tenemos que los operadores de red eligen la decisión correcta desde el punto de vista social, pero por otro lado, si los operadores de red eligen primero la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente, ellos tienen un incentivo a *çoludir"* levantando redes con el minima calidad requerida, $\underline{I}$. Este acuerdo de colusión viene del hecho de los operadores de red saben desde el proceso de negociación que van a construir todas las instalaciones conjuntamente y que no van a hacer ninguna por si mismos. Dado esto, lo mejor que pueden hacer es construir redes con la calidad minima.

De los resultados obtenidos hasta ahora, podemos concluir que los organismos reguladores deberían permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente. Pero, ellos deberían controlar el orden en la toma de decisiones, quitando de esta manera toda posibilidad de *çolusión"*.[17]

3.4. Operadores de red asimétricos

3.4.1. Competencia por el nivel de infraestructuras: La cantidad de instalaciones que los operadores de red pueden construir conjuntamente es fijada por el regulador

Consideramos el mismo modelo que antes pero con una importante diferencia. Proponemos una asimétria que viene por el lado de la demanda. Suponemos que uno de los operadores de red, por ejemplo el operador de red A, da mas utilidad a los consumidores cuando ambos operadores de red han

[17]Hay otra opción para los organismos reguladores. Esta es que ellos mismos fijen I_s, la cantidad de instalaciones que pueden construir conjuntamente. Pero, esta opción puede ser vista como muy intrusiva. De nuevo problemas de información. Ver pie de página 17.

elegido el mismo nivel de infraestructuras.[18] En nuestro modelo, este supuesto se representa por $u_A(\tau_A, I_A) = \tau_A u(I_A)$ y $u_B(\tau_B, I_B) = \tau_B u(I_B)$ (de aquí en adelante $u_i(\tau_i, I_i) = u_i$), donde $\tau_A > \tau_B > 0$ y $u(I_i) = 0$ si $I_i = 0,\ i = A, B$.[19]

Primero comprobamos el nivel de infraestructuras cuando los operadores de red no tienen permitido el construir instalaciones conjuntamente. Dados los precios de equilibrio de la última etapa del juego, el operador de red A tiene que maximizar los beneficios, Π_A^*:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma(\frac{(u_A - u_B)^2}{18}) - I_A^\alpha$$

El operador de red B tambien maximiza beneficios, Π_B^*:

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma(\frac{(u_A - u_B)^2}{18}) - I_B^\alpha$$

Como $u_A > u_B\ \forall I_A = I_B$, en equilibrio, ambos operadores de red no pueden disfrutar del mismo nivel de infraestructura.[20] La pregunta que queda pendiente es quien elige un nivel de infraestructura mas alto. Damos la solució en el siguiente lema:

Lema 2 *Dejemos que a los operadores de red no se les permita construir instalaciones conjuntamente. En equilibrio,* $I_A^* > I_B^*$

El operador de red A elige un nivel de infraestructura mas alto que el operador de red B por tres razones. La primera, el operador de red A disfruta de mas ingreso marginal directo de su nivel de infraestructura, medido por $\frac{1}{3}\frac{\partial u_A}{\partial I_A}$, que el operador de red B, $\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B}$.[21] Segundo, las funciones de coste marginal son iguales para ambos operadores de red. Por último, los operadores de red tienen incentivos a estar diferenciados en sus niveles de inversión, este efecto se mide por ingresos marginales indirectos:

[18] Nuestro nuevo modelo puede ayudarnos a entender el comportamiento en la inversión en el pasado, cuando los primero duopolios se instalaron en la telefonía móvil. En estos casos, uno de los operadores de red casi siempre era el viejo monopolista en la telefonía fija mientras que la otro operador de red era formado por empresas que no eran muy conocidas para los consumidores. Este mejor conocimiento de los consumidores del operador de red del antiguo monopolista de la telefonía fija era y es todavía una ventaja para estos operadores de red ya que los consumidores tienen una calidad percibida por ellos.

[19] Un setting muy similar se usa en el artículo de Carter y Wright (1999) donde ellos estudían la influencia de la lealtad a la marca en la competencia entre operadores de red. La diferencia mas importante con este artículo es que los operadores de red en su artículo no toman decisiones sobre las inversiones en sus redes.

[20] Si comprobamos las condiciones de primer orden, podemos llegar a la conclusión de que ambas ecuaciones no pueden ser 0 al mismo tiempo cuando $I_A = I_B$.

[21] $u_A > u_B, \forall I_A = I_B$ y $u_i = 0$ si $I_i = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_A}{\partial I_A} > \frac{\partial u_B}{\partial u_B}\ \forall I_A = I_B$.

$$\frac{\sigma}{9}(u_i - u_j)\frac{\partial u_i}{\partial I_i}$$

Estos ingresos marginales indirectos inducen a elegir un nivel mas alto de infraestructuras al operador de red A y mas bajo al operador de red B. Este último efecto es mas débil cuando el grado de diferenciación, σ, es mas bajo.

Una vez hemos visto lo que sucede con los niveles de infraestructura de los operadores de red cuando no se les permite construir instalaciones conjuntamente, podemos empezar a ver como se ven afectados los niveles de infraestructura por la posibilidad para los operadores de red de construir instalaciones conjuntamente.

Antes de empezar el analisis, es bueno hacer notar que restrición previa $I_s \leq min\{I_A, I_B\}$ tambien esta presente en este caso.

Como en el caso simétrico, el regulador fija I_s a la maxima cantidad posible $I_s = min\{I_A, I_B\}$, porque para el regulador I_s es solo un factor reductor de costes.[22] Los operadores de red resuelven los siguientes problemas de maximización:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{u_A - u_B}{3} + \sigma(\frac{(u_A - u_B)^2}{18}) - (I_A - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\},$$

para el operador de red A, y para el operador de red B:

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{u_B - u_A}{3} + \sigma(\frac{(u_A - u_B)^2}{18}) - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\}$$

Notad que en equilibrio $min\{I_A, I_B\} = I_B$. Como ambos operadores de red tienen la misma función de costes y el operador de red A es todavía el preferido por los consumidores, I_B no puede ser mayor que I_A en equilibrio. Dado este hecho y el problema de maximización, podemos concluir:

[22]En el problema del planificador social, I_s solo aparece en la función de costes que es representada por $MS_A(I_A - \gamma I_s)^\alpha + MS_B(I_B - \gamma I_s)^\alpha$, donde MS_A y MS_B son las cuotas de mercado de los operadores de red A y B. Dado esto, es directo que el planificador social quiere que I_s sea lo mas grande posible.

Proposición 20 *Cuando los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente y un regulador fija la cantidad que pueden construir conjuntamente, los operadores de red eligen niveles de infraestructura mas altos para sus redes.*

Las razones para esta subida en los niveles de infraestructura de los operadores de red son las mismas que en el caso simétrico. Si los operadores de red pueden construir instalaciones conjuntamente, ellos consiguen menores costes marginales para los niveles de infraestructuras mientras que los ingresos marginales se mantienen constantes. Eso significa que ambos operadores de red incrementan sus niveles de infraestructura comparado con el caso donde solo pueden construir instalaciones por si mismos.

De nuevo, permitir que los operadores de red construyan instalaciones conjuntamente aumenta el bienestar social porque hace aumentar los niveles de infraestructuras.

Otro asunto importante que tenemos pendiente es como la posibilidad de construir conjuntamente afecta a diferencia existente entre los niveles de infraestructura de los operadores de red, $I_A^* > I_B^*$. Respondemos a esta pregunta en la siguiente proposición:

Proposición 21 *Sean I_A^*, I_B^*, respectivamente, los niveles de infraestructura de equilibrio de los operadores de red A y B cuando no construyen conjuntamente instalaciones y sea I_A^{**}, I_B^{**} son los niveles de infraestructuras cuando lo hacen, entonces:*

$$I_A^* - I_B^* > I_A^{**} - I_B^{**} \; \forall \alpha \geq 2$$

Esto quiere decir que cuando el regulador fija una cantidad I_s, el nivel de infraestructura del operador de red B sigue un proceso de catch-up del nivel de infraestructura del operador de red A. Esto es porque el nivel de infraestructura del operador B satura la cantidad de instalaciones que los operadores de red pueden construir conjuntamente. Esto da al operador de red B un incentivo extra para elegir un nivel de infraestructura mucho mas alto. En términos del impacto de I_s en precios, con los niveles de infraestructura se acercan, los productos de los operadores de red son mas homogéneos y por tanto los precios se acercan. El operador de red A disfruta de un precio mas bajo y viceversa para el precio del operador de red B.

Aparte de lo que les sucede a los precios, permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente aumenta el excedente de los consumidores por dos razones: ambos operadores de red disfrutan de mas nivel de infraestructura y porque la utilidad ganada por la bajada del precio de el operador de red A nunca puede ser superada por la subida del precio del operador de red B.[23]

3.4.2. Competencia por el nivel de infraestructuras: Los operadores de red deciden la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente

Como hemos hecho en el caso simétrico, consideramos el caso donde I_s es decidido cooperativamente por los operadores de red. De nuevo, nos preocupamos sobre como la decisión sobre I_s podría dañar la competencia entre los operadores de red.

Usamos el mismo modelo que hemos usado en el caso simétrico cuando los operadores de red también deciden sobre las instalaciones que construyen conjuntamente, pero introducimos la misma asimétria en la demanda de cuando un regulador decidía sobre I_s. Suponemos que uno de los operadores de red, el operador de red A, da mas utilidad a los consumidores cuando ambos operadores de red tienen el mismo nivel de infraestructuras. Recordad que $u_A(\tau_A, I_A) = \tau_A u(I_A) = u_A$ y $u_B(\tau_B, I_B) = \tau_B u(I_B) = u_B$ donde $\tau_A > \tau_B > 0$ y $u(I_i) = 0$ si $I_i = 0,\ i = A, B$.

De nuevo en la última etapa, donde los operadores de red deciden sus precios, este caso es idéntico al caso donde hay un regulador decidiendo la cantidad de instalaciones que los operadores de red pueden construir conjuntamente.

Siguiendo el procedimiento de resolver por inducción hacia atrás seguimos resolviendo la segunda etapa del primer juego, suponiendo que ellos se ponen de acuerdo en la solución de negoaciación de Nash. Resolvemos el siguiente problema:

$$max_{I_s}\ \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\},\ \beta \in (0,1),\ u_A > u_B\ \forall I_A = I_B \neq 0,$$

donde

$$\Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

[23] La competencia entre los operadores de red hace imposible para ello apropiarse de nuevo excedente via precios.

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

La solución es la misma que para el caso simétrico, es o $I_s = \{I_A, I_B\}$ o $I_s = 0$. En principio, ambos operadores de red quieren que la cantidad de instalaciones que construyan conjuntamente sean lo mas alta posible. La razón es que cualquier incremento en I_s reduce el coste marginal de los niveles de infraestructura. Parece que la solución es $I_s = min\{I_A, I_B\}$, pero podría suceder que los operadores de red eligán el punto de no acuerdo, en ese caso, la solución sería $I_s = 0$.

Con este resultado, podemos resolver la primera etapa del juego. En esta primera etapa, los operadores de red deciden no cooperativamente sus niveles de infraestructura. Ellos resuelven:

$$max_{I_A}\ \Pi^*_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s = min\{I_A, I_B\}\ or\ I_s = 0$$

$$u_A > u_B\ if\ I_A = I_B \neq 0$$

para el operador de red A. Para el operador de red B:

$$max_{I_B}\ \Pi^*_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s = min\{I_A, I_B\}\ or\ I_s = 0$$

$$u_A > u_B\ if\ I_A = I_B \neq 0$$

Si comparamos estos problemas de maximización con los problemas de maximización donde hay un regulador, vemos que son básicamente idénticos con la diferencia de que ahora los operadores de red pueden tambien elegir $I_s = 0$, el punto de no acuerdo. Pero, ningún operador de red esta interesado en elegir el punto de no acuerdo, porque, aunque permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente incrementa los niveles de infraestructuras (que podría suponer un perdida via en beneficio via menos ingresos para el operador de red A) y mas costes. Sin embargo, el ahorro de costes, debido a las economías de escala, son mucho mayores. Los operadores de red terminan con mayores beneficios. Dado esto, podemos concluir:

Proposición 22 *Dejemos a los operadores de red decidir primero sobre sus niveles de infraestructuras y segundo decidir cooperativamente la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente. Entonces, ellos eligen la misma cantidad de niveles de infraestructura que cuando dicha cantidad es decidida por un regulador.*

El regulador y los operadores de red eligen lo mismo. Esto es importante porque si los operadores de red siguen este orden de decisiones, no necesitamos aplicar ninguna regulación a esta industria.

Para comprobar la robustez de este resultado con respecto al orden de decisiones de el juego, resolvemos los otros dos juegos que hemos propuesto antes, cuando hemos analizado la situación con operadores de red simétricos. Si comparamos los resultados obtenidos con los resultado obtenidos del juego anterior, vemos que:

Proposición 23 *Dejemos a los operadores de red elegir simultáneamente sus decisiones sobre sus niveles de infraestructura y la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente. Entonces, los resultados son idénticos a los del escenario previamente analizado. Dejemos a los operadores de red decidir, primero, sobre la cantidad de instalaciones que realizan conjuntamente y después decidir sus niveles de infraestructura. Entonces, en este caso, ambos operadores de red eligen niveles de infraestructura mas bajos.*

De nuevo, el orden en las decisiones importa. Aunque la diferencias en los resultados sobre los niveles de infraestructura no son tan importante como fueron en el caso simétrico.[24]

En este caso, encontramos que operador de red mejor considerado fuerza al otro operador a elegir un nivel de infraestructura mas bajo. El operador mejor considerado esta de acuerdo en construir conjuntamente el máximo posible de las instalaciones pero a cambio de ello, el operador de red peor considerado se vuelve un competidor mas débil. Con ello, el operador de red mejor considerado no necesita invertir en su red tanto como en los otros casos.

De este resultado, podemos concluir que los organismo reguladores deberían permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente. Pero, deberían controlar el orden en la toma de decisiones para forzarles a elegir un nivel de infraestructuras tan alto como sea posible.[25]

[24] Recordad que en el caso simétrico, cuando los operadores de red eligen primero la cantidad de infraestructura que construyen conjuntamente y segundo sus niveles de infraestructura, ellos eligen el nivel mínimo de infraestructura $\underline{I}$.

[25] idem pie de páagina 18.

3.5. Entrada

3.5.1. Competencia por el nivel de infraestructura: La cantidad de instalaciones que los operadores de red pueden construir conjuntamente es fijada por un regulador

Para analizar la entrada, ahora estudiamos el modelo simétrico con la diferencia de que los operadores de red toman sus decisiones sobre los niveles de infraestructura de modo secuencial.[26] Suponemos que el operador de red A es el incumbente y es, por tanto, el primero que elige el nivel de infraestructuras y el operador de red B es el entrante y el segundo en elegir el nivel de infraestructuras. Nuestro objetivo es conocer como ambos operadores de red invierten bajo la posibilidad de construir instalaciones conjuntamente y compararlo con el caso donde no construyen instalaciones conjuntamente.[27] Como las subsecciones anteriores, empezamos viendo que sucede cuando a los operadores de red no se les permite construir instalaciones conjuntamente. El entrante tiene que resolver el siguiente problema de maximización:

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{u_B - u_A}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - I_B^\alpha$$

Si tomamos la derivada con respecto a I_B obtenemos la función de reacción del entrante:

$$\frac{\partial\Pi_B^*}{\partial I_B} = \frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

Siguiendo el procedimiento de inducción hacia atrás, escribimos el problema de maximización del incumbente, dada la función de reacción del entrante:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{u_A - u_B}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - I_A^\alpha$$

$$s.t.\ \frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

De este problema de maximización podemos llegar al siguiente resultado:

[26] El artículo de Henkel (2003) demuestra que este es un buen marco para analizar la entrada, porque los niveles de infraestructura son sustitutivos estratégicos y por tanto, no hay problemas de compromiso en las acciones que toma el incumbente.

[27] En este caso, por entrada, describimos una situación donde el entrante ha tomado ya su decisión de entrada pero tiene que tomar el resto de decisiones, en nuestro caso, decisiones como su nivel de infraestructura o su precio a nivel minorista.

Lema 3 *Cuando los operadores de red deciden secuencialmente sus niveles de infraestructuras, el incumbente elige un nivel de infraestructuras mas alto que el entrante, $I_A^* > I_B^*$. Además el entrante elige el minimo nivel de infraestructuras $\underline{I}$ que el operador de red tiene que ofrecer*

De este resultado, podemos ver que el incumbente se beneficia de su ventaja de ser el primero en mover y consigue la mejor posición en el mercado. Cuando el entrante tiene que decidir su nivel de infraestructuras, el ve que la única posibilidad beneficiosa es elegir un nivel de infraestructura mas bajo que el incumbente, volviéndose un operador de red de mas baja calidad y debido a ello un competidor débil.[28] Es importante señalar que la distancia en el nivel de infraestructuras es mayor cuando el grado de sustitución entre los operadores de red es menor. A medida que el grado de sustitución decrece, es mas difícil hacer beneficios a través de la diferenciación en los niveles de infraestructuras. Como el incumbente elige primero, el trata de mantener los beneficios subiendo sus niveles de infraestructuras para conseguir una distancia mas grande entre su nivel de infraestructuras y las del entrante.

El otro resultado importante es que los operadores de red eligen los niveles de infraestructuras lo mas bajos que pueden. El incumbente elige primero y siempre quiere mantener la distancia entre los niveles de infraestructuras a:

$$u_A = u_B + \frac{3}{\sigma}(\frac{1}{3} - \frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})$$

Esto quiere decir que el incumbente quiere un nivel de infraestructura tal que le da la misma utilidad a los consumidores mas un plus. Este termino es solo una función negativa de los niveles de infraestructura del entrante. Como la diferencia entre los niveles de infraestructura daña los beneficios del entrante, el entrante elige el minimo nivel de infraestructura. Si el elige un nivel mas algo de infraestructuras, dada la reacción del incumbente, el conseguiría un beneficio menor, ya que los ingresos se mantedrían constantes y los costes aumentarían. Esto es un resultado muy preocupante desde el punto de vista de bienestar social, ya que estos niveles de infraestructuras están muy lejos del ideal. Como consecuencia, los niveles de infraestructura deberían ser realzados de alguna manera.[29]

[28]Hay una posibilidad de que el entrante un nivel de infraestructura en que salte por encima del incumbente. Ese es $u_B > u_A$ $\forall I_A = I_B$ suficientemente grande, pero esta posibilidad no debería de tenerse en cuenta porque es improbable.

[29]Es bueno señalar que los operadores de red necesitan estar diferenciados horizontalmente porque consiguen mayores beneficios. Un ejemplo donde esto ha sucedido es la industria española de telefonía móvil donde el último entrante, Amena, ha tratado de atraer grupos de consumidores diferentes de los grupos de consumidores de sus competidores.

Una vez sabemos como los operadores de red se comportan cuando no pueden construir instalaciones conjuntamente, tratamos de saber lo que sucede a los operadores de red cuando consideremos la entrada y el incumbente y el entrante pueden construir instalaciones conjuntamente. De nuevo el máximo nivel de infraestructuras, I_s, que cada operador de red puede construir es fijado por el regulador. Como en otros casos, los operadores de red pueden construir conjuntamente como mucho los niveles de infraestructuras mas bajos de entre los elegidos por ellos, $I_s \leq min\{I_A, I_B\}$.

Como en otros casos, los reguladores fijan I_s a la máxima cantidad posible. porque para el regulador, I_s, es solamente un factor de ahorro.[30] Dado esto, el entrante tiene que resolver el siguiente problema de maximización:

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s = min\{I_A, I_B\}$$

Para resolver este problema, primero suponemos que $min\{I_A, I_B\} = I_B$, que es el resultado de equilibrio si jugamos un juego de Stackelberg. Eso significa que el problema de maximización del entrante se vuelve:

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (1-\gamma)^\alpha I_B^\alpha$$

Si tomamos la derivada con respecto a I_B:

$$\frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B} = \frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

Con la función de reacción podemos plantear el problema del incumbente:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_B)^\alpha$$

$$s.t.\ \frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

Dados estos problemas de maximización, podemos llegar al siguiente resultado:

[30] Ver el problema del planificador social en la sección donde los operadores de red son simétricos y eligen simultaneamente los niveles de infraestructura.

Proposición 24 *Dejemos que se permita a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente cuando se produce la entrada, y dejemos que la cantidad que se construye conjuntamente sea fijada por un regulador. Entonces, el entrante elige el nivel mínimo de infraestructuras* $\underline{I}$*, que un operador de red tiene que proveer y el incumbente expande su nivel de infraestructura.*

Este resultado nos dice que permitir a los operadores de red construir instalaciones conjuntamente no es un buen instrumento para el que el entrante se vuelva un competidor mas duro. El incumbente elige un nivel mas alto de infraestructuras porque los costes marginal del nivel de infraestructuras es mas bajo, mientras que el entrante sigue eligiendo el mínimo nivel de infraestructuras. El aspecto positivo es que el incumbente sube sus nivel de infraestructuras, lo que aumenta el bienestar social.

3.5.2. Competencia por el nivel de infraestructuras: Los operadores de red deciden la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente

En vez del regulador, los operadores de red deciden cooperativamente mediante una negociación la cantidad de instalaciones que pueden construir conjuntamente, que representamos por I_s, después de los operadores de red han decidido sus niveles de infraestructuras. Nos interesamos por saber como la decisión sobre I_s puede tener influencia en la entrada.

El juego es primero de los que aparece en las secciones precedentes, por supuesto, con la diferencia de que los operadores deciden sus niveles de infraestructuras secuencialmente en vez de simultáneamente.

En la última etapa, cuando los operadores de compiten en precios, los precios de equilibrio son los mismos que en los otros escenarios estudiados hasta ahora. Siguiendo la inducción hacia atrás, seguimos resolviendo la etapa de negociación. Como previamente, hacemos uso de la solución de negociación de Nash:

$$max_{I_s}\ \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\},\ \beta \in (0,1),$$

donde

$$\Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

Notad que hasta esta etapa, resolvemos el mismo problema que cuando los operadores deciden sus niveles de infraestructura simultáneamente. Esto quiere decir que la solución debe ser la misma. $I_s = min\{I_A, I_B\}$ o $I_s = 0$. Para comprobarlo, resolvemos la primera etapa del juego donde los operadores de red eligen secuencialmente sus niveles de infraestructuras. Suponemos que $min\{I_A, I_B\} = I_B$ que es el resultado mas probable en equilibrio. El entrante resuelve:

$$if\ I_s = 0\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

o

$$if\ I_s = I_B\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

Las condiciones de primer orden son respectivamente:

$$if\ I_s = 0 \Rightarrow \frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B}\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

y

$$if\ I_s = I_B \Rightarrow \frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B}\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

El incumbente resuelve:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_s = 0,\ \frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B}\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

o

$$s.t.\ I_s = I_B,\ \frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B}\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_B^{\alpha-1} = 0$$

Podemos ver que los problemas de maximización son idénticos a los problemas de maximización cuando I_s es decidido por el regulador. La única diferencia es que ahora los operadores de red pueden también elegir $I_s = 0$, el punto de desacuerdo. Mirando a las soluciones de los problemas que hemos calculado antes, en esta sección, podemos ver que el entrante elige el mínimo nivel de infraestructuras $\underline{I}$ bajo $I_s = 0$ y $I_s = I_B$. Sin embargo, los niveles de infraestructuras elegidos por el incumbente es mas alto bajo $I_s = I_B$ que bajo $I_s = 0$. Esto quiere decir la diferencia entre los niveles de infraestructura es mayor y por tanto los ingresos serán mayores para el incumbente y menores para el entrante si $I_s = I_B$. Los costes son mas bajos para ambos. Esta bastante claro que el incumbente siempre prefiere $I_s = I_B$ a $I_s = 0$, pero el entrante solo prefiere $I_s = I_B$ a $I_s = 0$ si σ es suficientemente grande. Dado esto, podemos concluir:

Proposición 25 *Dejemos a los operadores de red decidir secuencialmente sus niveles de infraestructuras, dejemosles decidir cooperativamente la cantidad de instalaciones que construyen y dejemos que σ sea suficientemente grande. Entonces, los operadores de red eligen el mismo nivel de infraestructuras que cuando la cantidad que pueden construir conjuntamente es elegida por un regulador.*

El regulador y los operadores de red eligen lo mismo si σ es grande. De otra manera, el entrante elige el punto de desacuerdo $I_s = 0$. En este caso, se necesita la presencia de un regulador, porque podría suceder que los operadores de red se desvíen de lo que el regulador haría.

Sobre la robustez de este resultado con respecto al orden de decisiones en el juego, podría haber dos posibilidades. Primero, el operador de red decide cooperativamente la cantidad de instalaciones que pueden construir conjuntamente y después elegir sus niveles de infraestructuras simultaneamente. Segundo, las dos etapas que hemos descrito en la primera opción se deciden simultaneamente, pere es muy improbable que estas posibilidades se den en la realidad.

3.6. Conclusiones

Hemos analizado como la posibilidad de construir instalaciones conjuntamente afecta a las decisiones de los operadores de red en sus calidades de red. Hemos mostrado que la cantidad de instalaciones construidas conjuntamente elevan el nivel de infraestructuras. En particular, cuando los operadores de red tienen que decidir sus niveles de infraestructura simultaneamente (dependiendo del orden de decisiones de los operadores de red) ambos operadores de red eligen niveles de infraestructura mas altos, independientemente de si la cantidad a construir es fijada por un regulador o es fijada cooperativamente por los operadores de red. En este caso, la posibilidad de construir instalaciones conjuntamente da los mismos incentivos a los operadores de red que al regulador. Todos ello lo ven como una reducción de costes en los niveles de infraestructuras que hace mas barato a los operadores de red invertir en la calidad de sus redes.

Cuando hemos analizado la entrada hemos encontrado resultados diferentes. Si se permite construir instalaciones conjuntamente, el incumbente mejora su nivel de infraestructura y el entrante sigue eligiendo el mismo nivel de infraestructuras que cuando construir instalaciones conjuntamente no estaba permitido. Esto es debido al hecho de que dada cualquier nivel de infraestructura elegido por el entrante, el incumbente elige sus nivel de infraestructura de tal manera que la única posibilidad rentable para el entrante es elegir el nivel de infraestructura mas bajo. Esto es así, porque el incumbente es el primero en elegir el nivel de infraestructura y se beneficia de la ventaja de ser el primero en mover. Los beneficios del incumbente son siempre mas altos porque elige un nivel de calidad mas alto que el entrante. El entrante disfruta de ingresos mas bajas pero al mismo tiempo de menores costes. Esto viene del hecho de que elige el nivel de infraestructura mas barato, dado que los operadores de red construyen instalaciones conjuntamente. De este modo, dependiendo de suma neta de los dos efectos, el entrante podría tener beneficios mas bajos. Si el entrante tiene beneficios mas bajos, el elegiría el punto de desacuerdo para el juego de negociación y ninguna instalación se construiría conjuntamente.

Bibliografía

[1] Anton J.J., Vander Weide J. H. and Vettas N. (2002). *"Entry Auctions and Strategic Behavior under Cross-Market Price Constraints"* International Journal of Industrial Economics, vol 20(5), pp 611-629.

[2] Armstrong M. (1998). *"Network Interconnection in Telecommunications"* The Economic Journal, vol 108, pp 545-564.

[3] Bulow J., Geanakoplos J.D. and Klemperer P.D. (1985). *"Multimarket Oligopoly: Strategic Substitutes and Complements"* Journal of Political Economy, vol 93(3), pp 488-511.

[4] Carter M. and Wright J. (1999). *"Interconnection in Network Industries".* Review of Industrial Organization, 14, pp 1-25.

[5] Chone P., Flochel L. and Perrot A. (2002). *.Allocating and Funding Universal Service Obligations in a Competitive Market"* International Journal of Industrial Economics, vol 20(9), pp 1247-1276.

[6] d'Aspremont C. and Jacquemin A. (1988). *Çooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers"* American Economic Review, vol 78(5), pp 1133-1137.

[7] Ding Lu. (2001). *"Shared Network Investment"* Journal of Economics, vol. 73(3), pp 229-312.

[8] Henkel J. (2002). *"The* 1,5th *mover advantage"* RAND Journal of Economics, vol 33(1), pp 156-170.

[9] Katz M. (1986). *.An Analysis of Cooperative Research and Development"* RAND Journal of Economics, vol 17(4), pp 527-543.

[10] Laffont J.J., Rey P. y Tirole J. (1998a). *"Network Competition: I. Overview and Nondiscriminatory Pricing".* RAND Journal of Economics, vol 29, pp 1-37.

[11] Laffont J.J., Rey P. y Tirole J. (1998b). *"Network Competition: II. Price Discrimination"*. RAND Journal of Economics, vol 29, pp 38-56.

[12] Matutes C. and Padilla J. (1994). *"Shared ATM Networks and Banking Competition"* European Economic Review, vol. 38, pp 1113-1138.

[13] McAndrews J.J. and Rob R. (1996). *"Shared Ownership and Pricing in a Network Switch"* International Journal of Industrial Organization, vol 14, pp 727-745.

[14] Rochet J.C. and Tirole J. (2002). *Çooperation Among Competitors: Some Economies of Paymet Card Association"* RAND Journal of Economics, vol 33(4), pp 549-570.

[15] Valletti T. and Cambini C. (2003). *"Investment and network competition"* mimeo. Imperial College of London.

[16] Valletti T., Hoerning S. and Barros P.P. (2002). *Universal Service and Entry: The Role of Uniform Pricing and Coverage Constraint* Journal of Regulatory Economics, vol 21(2), pp 169-190.

3.7. anexo

Demostración proposición 13

Suponemos que $min\{I_i, I_j\}$ is I_j y $I_i > I_j$. El planificador social solicita a los operadores de red con $min\{I_i, I_j\}$ por un mayor nivel de infraestructuras para relajar la restricción $s \leq min\{I_i, I_j\}$, esto permitiría a los operadores de red construir conjuntamente mas instalaciones, encontraríamos una situación donde $I_j^P > I_i^P$, que es una contradicción. Entonces, la única posible solución es $I_j^P = I_i^P = I^P$.

Sustituimos $s = I_i$ en la función objetivo y tomando la derivada, obtenemos que en equilibrio el nivel óptimo de infraestructura cumple la siguiente condición:

$$I_i \in \Re_+ \ / \ \frac{1}{2}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

Demostración proposición 14

La demostración es muy sencilla. Hay que darse cuenta que el coste marginal de los niveles de infraestructuras decrece con I_s y que los ingresos marginales se mantienen constantes con I_s. Esto permite que los operadores de red elijan mayores niveles de infraestructuras, lo que quiere decir que le nivel de bienestar es mas alto, ya que los precios finales no cambian.

Demostración proposición 15

Si $I_s < I_i$, cogemos la derivada con respecto a I_s de la condición de primer orden. Esto nos da el nivel de infraestructuras de equilibrio cuando a los operadores de red se les permite construir instalaciones conjuntamente:

$$\frac{\partial}{\partial I_s}(\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(I_i - \gamma I_s)^{\alpha-1}) =$$

$$= \frac{1}{3}\frac{\partial}{\partial I_s}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \frac{\partial}{\partial I_s}(\alpha(I_i - \gamma I_s)^{\alpha-1}) = \alpha\gamma(\alpha-1)(I_i - \gamma I_s)^{\alpha-1} > 0$$

Por tanto el coste marginal del nivel de infraestructuras es mas bajo, el ingreso marginal se mantiene constante y, de este modo, en equilibrio, el nivel de infraestructura de los operadores se incrementa.

Si $I_s = I_i$, las funciones de beneficio de los operadores de red son:

$$\Pi_i^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{u_i - u_j}{3} + \sigma(\frac{(u_i - u_j)^2}{18}) - (1-\gamma)^\alpha I_i^\alpha$$

Si cogemos la derivada con respecto a I_i a la funció de beneficio y aplicamos simétria:

$$\frac{\partial \Pi_i^*}{\partial I_i} = \frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

Si comparamos esta condición de primer orden con la obtenida cuando $I_s = 0$

$$\frac{\partial \Pi_i^*}{\partial I_i} = \frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

vemos que el ingreso marginal se mantiene constante y que el coste marginal es mas bajo cuando $I_s = I_i$. Por tanto, en equilibrio, los niveles de infraestructura son mas altos cuando $I_s = I_i$.

Demostración proposición 16

El nivel óptimo de infraestructuras del planificador social satisface:

$$\frac{1}{2}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

y el nivel de infraestructuras óptimo de los operadores de red satisface:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(1-\gamma)^\alpha I_i^{\alpha-1} = 0$$

Como ambos costes marginales son idénticos, la proporción entre los óptimos de planificador social y ambos operadores de red es el ratio entre los ingresos marginales

$$\frac{I^P}{I^*} = \frac{2}{3}$$

donde I^P es el óptimo del planificador social y I^* es el óptimo de los operadores de red. Esto quiere decir que los operadores de red siempre escogen niveles de infraestructura mas bajos comparado con el planificador social haría. Dado esto, como los niveles de infraestructuras de los operadores de red suben con I_s, como podemos deducir de la proposición 15, y por tanto, el bienestar social, el regulador siempre elige el I_s mas alto posible, $I_s = I_i$.

Demostración proposición 17

Sea $I_s = I_i$ y sea I_i^* la inversión de equilibrio sin construir conjuntamente y I_i^{**} cuando se construye conjuntamente. Entonces, los operadores de red disfrutan de mayores beneficios si:

$$\Pi_i^* - \Pi_i^{**} = (\frac{1}{2\sigma} - (I_i^*)^\alpha) - (\frac{1}{2\sigma} - (1-\gamma)^\alpha I_i^{**\alpha}) \leq 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (1-\gamma)^\alpha I_i^{**\alpha} \leq (I_i^*)^\alpha$$

$$(1-\gamma) I_i^{**} \leq I_i^*$$

Para saber si la última condición se cumple, usamos las condiciones de optimalidad:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}|_{I_i = I_i^*} = \alpha (I_i^*)^{\alpha-1}$$

y

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}|_{I_i = I_i^{**}} = \alpha (1-\gamma)^\alpha (I_i^{**})^{\alpha-1}$$

La condición necesaria par un beneficio mayor cuando las operadores de red construyen conjuntamente se cumple, si:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}|_{I_i = I_i^{**}} = \alpha (1-\gamma)^\alpha I_i^{**\alpha-1} \leq$$

$$\leq \alpha (I_i^*)^{\alpha-1} = \frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}|_{I_i = I_i^*} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}_{I_i = I_i^{**}} \leq \frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}_{I_i = I_i^*}$$

Como sabemos de resultado pasados que, $I_i^* < I_{i^{**}}$, esto junto como el hecho de que u_i es cóncava da como resultado que $\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}_{I_i = I_i^{**}} < \frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i}_{I_i = I_i^*}$ y por tanto $\Pi_i^* < \Pi_i^{**}$.

Demostración lema 1

Si cogemos la derivada con respecto a la función objetivo obtenemos:

$$\beta\frac{\partial\Pi_A}{\partial I_s}\Pi_A^{\beta-1}\Pi_B^{1-\beta}+(1-\beta)\frac{\partial\Pi_B}{\partial I_s}\Pi_A^{\beta}\Pi_B^{-\beta}$$

Trabajando la expresión:

$$\beta\frac{\partial\Pi_A}{\partial I_s}(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{(1-\beta)}+(1-\beta)\frac{\partial\Pi_B}{\partial I_s}(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^{\beta}$$

Hay que darse cuenta que esta expresión es positiva, porque ambas derivadas, β, $1-\beta$ y la funciones de beneficio son positivas. De este modo, la única posible solución a este problema es $I_s = min\{I_A, I_B\}$ or $I_s = 0$.

Demostración proposición 18

Como hemos visto en la proposición 17, los operadores de red disfrutan de mayores beneficios cuando construyen instalaciones conjuntamente. Por tanto, la posibilidad de $I_s = 0$ se descarta. Dado esto, el problema es idéntico al problema que hemos resuelto cuando el regulador pone la cantidad que los operadores de red pueden construir conjuntamente. Por tanto, dado que tenemos dos problemas identicos, tenemos dos soluciones idénticas.

Demostración proposición 19

En el juego cuando, primero, los operadores de red deciden la cantidad de instalaciones que ellos construyen y segundo, ellos eligen sus niveles de infraestructuras, los precios de equilibrio de la última etapa son:

$$p_i = \frac{1}{\sigma}+\frac{(u_i-u_j)}{3}\ i = A, B\ j \neq i$$

Siguiendo la inducción hacia atrás, los operadores de red deciden no cooperativamente sus niveles de infraestructuras:

$$max_{I_i}\ \Pi_i^* = \frac{1}{2\sigma}+\frac{(u_i-u_j)}{3}+\sigma\frac{(u_i-u_j)^2}{18}-(I_i-\gamma I_s)^{\alpha}$$

$$s.t.\ I_i \geq I_s$$

Dada la restricción, podríamos tener dos posible soluciones, $I_i^* > I_s$ y $I_i = I_s$. Nuestra primera tarea es demostrar que $I_i^* > I_i$ no parte de un SPNE. Si fuera parte de el, los operadores de red resolverían:

$$max_{I_s}\ B = \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ \Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^{\alpha}$$

La condición de primer orden del problema de maximización es:

$$\frac{\partial B}{\partial I_s} = \beta\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s}(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{1-\beta} + (1-\beta)\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s}(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^{\beta} > 0$$

Esto implica que, en equilibrio, $I_s = I_i^*$, lo que es una contradicción. Como hemos visto previamente, el equilibrio debe ser simétrico, $I_s = I_i^*\ for\ i = A, B$. Si llevamos este resultado al problema de maximización, conseguimos:

$$max_{I_s}\ B = \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ \Pi_A = \frac{1}{2\sigma} - (1-\gamma)^{\alpha} I_s^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} - (1-\gamma)^{\alpha} I_s^{\alpha}$$

La condición de primer orden del problema es:

$$\frac{\partial B}{\partial I_s} = \beta\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s}(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{1-\beta} + (1-\beta)\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s}(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^{\beta} < 0$$

En equilibrio, los niveles de infraestructuras de los operadores de red son $I_A^* = I_B^* = \underline{I}$. Además, los operadores de red construyen todas las instalaciones conjuntamente.

Para el segundo juego, done los operadores de red deciden simultáneamente la cantidad de instalaciones que construyen conjuntamente y sus niveles de infraestructuras, los precios de equilibrio de la última etapa son:

$$p_i = \frac{1}{\sigma} + \frac{(u_i - u_j)}{3}\ for\ i = A, B\ and\ j \neq i$$

Resolvemos la segunda etapa. Empezamos resolviendo el problema donde los operadores de red deciden cooperativamente la cantidad que construyen conjuntamente:

$$max_{I_s}\ B = \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\},\ \beta \in (0,1)$$

donde

$$\Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^{\alpha}$$

La condición de primer orden es:

$$\frac{\partial B}{\partial I_s} = \beta(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{1-\beta}\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s} + (1-\beta)(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^{\beta}\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s}$$

Como

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s} = \alpha\gamma(I_A - \gamma I_s)^{\alpha-1} > 0$$

y

$$\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s} = \alpha\gamma(I_B - \gamma I_s)^{\alpha-1} > 0$$

La solución es $I_s = \{I_A, I_B\}$. Por tanto los operadores de red resuelven estos problemas para saber sus niveles de infraestructuras:

$$max_{I_i}\ \Pi_i^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_i - u_j)}{3} + \sigma\frac{(u_i - u_j)^2}{18} - (1-\gamma)^{\alpha}I_i^{\alpha}$$

En equilibrio, la siguiente condición de primer orden se cumple:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_i}{\partial I_i} - \alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_i^{\alpha-1} = 0$$

La solución a este segundo juego coincide con la solución al antiguo juego del capitulo.

Demostración lema 2

Como $u_A > u_B$ $\forall I_A = I_B$ y $u_i = 0$ si $I_i = 0$ y la concavidad de u_A y u_B implican $\frac{\partial u_A}{\partial I_A} > \frac{\partial u_B}{\partial I_B}$. Si trabajamos las condiciones de primer orden, obtenemos:

$$\frac{1}{3} + \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B) = \frac{\alpha I_A^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_A}{\partial I_A}}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{\sigma}{9}(u_B - u_A) = \frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}}$$

Si restamos la segunda ecuación a la primera:

$$\frac{2\sigma}{9}(u_A - u_B) = \frac{\alpha I_A^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_A}{\partial I_A}} - \frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}}$$

y finalmente:

$$\frac{\alpha I_A^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_A}{\partial I_A}} = \frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}} + \frac{2\sigma}{9}(u_A - u_B)$$

De esta ecuación y de la condiciones $u_A > u_B$, $\frac{\partial u_A}{\partial I_A} > \frac{\partial u_B}{\partial I_B}$ y las características de las funciones de costes, podemos concluir que en equilibrio, el nivel de infraestructura del operador de red A es mas alto, $I_A^* > I_B^*$.

Demostración proposición 20

El regulador siempre elige $I_s = I_B$. Dado esto, la derivada con respecto a I_s de la condición de primer orden del operador de red A de su problema de maximización es:

$$\frac{\partial}{\partial I_B}\frac{\partial \Pi_A^*}{\partial I_A} = \alpha(\alpha-1)\gamma(I_A - \gamma I_B)^{(\alpha-2)} > 0$$

Para saber como la condición de primer orden cambia cuando $I_s = I_i$ respecto a el caso cuando $I_s = 0$, restamos una a la otra:

$$\frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B}(I_s = I_B) - \frac{\partial \Pi_B^*}{\partial I_B}(I_s = 0) = \alpha I_B^{\alpha-1} - \alpha(1-\gamma)^{\alpha} I_B^{\alpha-1} > 0 \Rightarrow 1-(1-\gamma)^{\alpha} > 0$$

que es cierto ya que $\gamma < 1$ and $\alpha > 1$. Por tanto, como ambas condiciones de primer orden se mueven hacia arriba, ambos niveles de infraestructuras son mas altos, $I_i^{**}(I_s = I_B) > I_i^*(I_s = 0),\ i = A, B$.

Demostración proposición 21

Sabemos que $I_s = I_B$. Hay que recordar que las condiciones de primer orden son:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_A}{\partial I_A} + \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_A}{\partial I_A} = \alpha(I_A - \gamma I_B)^{\alpha-1}$$

y

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} + \frac{\sigma}{9}(u_B - u_A)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} = \alpha(1-\gamma)^{\alpha} I_B^{\alpha-1}$$

Si trabajamos la expresión, obtenemos que en equilibrio:

$$I_A^{**} = (\frac{\frac{1}{3}\frac{\partial u_A}{\partial I_A} + \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_A}{\partial I_A}}{\alpha})|_{I_A=I_A^{**}}^{\frac{1}{(\alpha-1)}} + \gamma I_B^{**}$$

$$I_B^{**} = (\frac{\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} + \frac{\sigma}{9}(u_B - u_A)\frac{\partial u_B}{\partial I_B}}{\alpha(1-\gamma)^{\alpha}})|_{I_B=I_B^{**}}^{\frac{1}{(\alpha-1)}}$$

Si restamos la segunda a la primera ecuación y trabajamos la expresión:

$$I_A^{**} - I_B^{**} > I_A^{*} + \gamma I_B^{**} - I_B^{**} - \frac{1-(1-\gamma)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}}{(1-\gamma)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}} I_B^{**} = I_A^{*} - I_B^{*}$$

donde I_A^* y I_B^* son los niveles de infraestructura de los operadores de red A y B cuando no se les permite construir instalaciones conjuntamente. Por tanto, como $\alpha \geq 2$ $I_A^{**}(I_s = I_B) - I_B^{**}(I_s = I_B) < I_A^{*}(I_s = 0) - I_B^{**}(I_s = 0)$.

Demostración proposición 22

De la proposición 21 sabemos que $I_A^* - I_B^* > I_A^{**} - I_B^{**}$ $\forall \alpha \geq 2$. Esto implica que $(u_A - u_B)|_{I_s=0} = u_A^* - u_B^* > (u_A - u_B)|_{I_s=I_B} = u_A^{**} - u_B^{**}$. Esto quiere decir que los ingresos del operador de red A decrecen y los del operador de red B crecen. Al mismo tiempo, ambos operadores de red disfrutan unos costes de los niveles de infraestructuras menores cuando $I_s = I_B$. Por tanto, el nunca elige el punto de desacuerdo, $I_s = 0$. El operador de red A también tiene beneficios mas altos, porque la reducción en costes es mas alta que la reducción de ingresos. Esto es así porque la función de costes es convexa y la función de utilidad cóncava. La concavidad de la función de utilidad implica que, dada la diferencia en los niveles de infraestructura cuando $I_s = 0$ y cuando $I_s = I_B$, aunque el diferencia en el nivel de infraestructuras es mas estrecho, la reducción en el nivel de ingreso es muy pequeño ya que la utilidad marginal es decreciente. Además, la función de utilidad no cambia con I_s. Por otro lado, como la función de costes es convexa, el costes marginal es creciente y reducción en costes cuando $I_s = I_B$ tiene una gran impacto en los costes porque se reducen mucho, mucho mas que los ingresos.

Demostración proposición 23

Los problemas de los operadores de red cuando deciden no cooperativamente sus niveles de infraestructuras son, respectivamente:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_A \geq I_s,\ u_A > u_B\ \forall I_A = I_B$$

y

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

$$s.t.\ I_B \geq I_s\ u_A > u_B\ \forall I_A = I_B$$

Dadas las restricciones, tenemos dos posible soluciones $I_B^* > I_s$ y $I_B^* = I_s$. I_A es siempre mas alto que I_B porque $u_A > U_B\ \forall I_A = I_B$. Primero, suponemos que, en equilibrio, $I_i^* > I_s$. Entonces, los operadores de red resuelven:

$$max_{I_s}\ B = \Pi_A^\beta \Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ \Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^\alpha$$

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^\alpha$$

$$u_A > u_B\ \forall I_A = I_B$$

La condición de primer orden del problema es:

$$\frac{\partial B}{\partial I_s} = \beta\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s}(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{1-\beta} + (1-\beta)\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s}(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^\beta > 0$$

Esto implica que, en equilibrio $I_B^* = I_s$, lo que es una contradicción. Lo siguiente es ver que sucede cuando $I_B = I_s$. Primero, comprobamos el nivel de inversión elegido por el operador de red A. Este viene de la siguiente expresión:

$$\frac{\partial \Pi_A^*}{\partial I_A} = \frac{1}{3}\frac{\partial u_A}{\partial I_A} + \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_A}{\partial I_A} - \alpha(I_A - \gamma I_s)^{\alpha-1} = 0$$

También necesitamos saber sobre el problema de negociación:

$$max_{I_s}\ B = \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ \Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B(I_s))}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B(I_s))^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B(I_s) - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B(I_s))^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^{\alpha}$$

Si cogemos las condiciones de primer orden, obtenemos:

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s} = \beta\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s}(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{1-\beta} + (1-\beta)\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s}(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^{\beta} = 0$$

donde

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s} = -\frac{1}{3}\frac{u_B(I_s)}{\partial I_s} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B(I_s))\frac{\partial u_B(I_s)}{\partial I_s} + (I_A - \gamma I_s)^{\alpha-1}$$

Esta expresión solo tiene un termino positivo. Esto quiere decir que el operador de red A quiere I_s muy pequeño y podría ser mas pequeño que el mínimo requerido. El operador de red B quiere I_s tan alto como sea posible. Cuando el orden del juego es, primero que los operadores de red deciden I_A, I_B y, segundo, negocian I_s, como $\beta \in (0,1)$, el equilibrio I_B^{**} es mas bajo que en el juego donde los operadores de red deciden primero I_A y I_B y segundo, negocian I_s. Si sustituimos este resultado en la condición de primer orden del operador de red A podemos ver que nivel de infraestructuras de dicho operador, I_A^{**}, es también mas bajo que en el juego con diferente orden de juego.

Suponemos que los operadores de red deciden simultáneamente sobre el nivel de instalaciones que construyen conjuntamente, I_s, y los niveles de infraestructuras, I_A y I_B. Resolvemos la segunda etapa. Resolvemos empezando por el problema donde los operadores de red deciden cooperativamente la cantidad construida conjuntamente:

$$max_{I_s}\ B = \Pi_A^{\beta}\Pi_B^{1-\beta}$$

$$s.t.\ I_s \leq min\{I_A, I_B\},\ \beta \in (0,1)\ and\ u_A > u_B\ \forall I_A = I_B$$

donde

$$\Pi_A = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_s)^{\alpha}$$

y

$$\Pi_B = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_B - \gamma I_s)^{\alpha}$$

La condición de primer orden es:

$$\frac{\partial B}{\partial I_s} = \beta(\frac{\Pi_B}{\Pi_A})^{1-\beta}\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s} + (1-\beta)(\frac{\Pi_A}{\Pi_B})^{\beta}\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s}$$

Como

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial I_s} = \alpha\gamma(I_A - \gamma I_s)^{\alpha-1} > 0$$

y

$$\frac{\partial \Pi_B}{\partial I_s} = \alpha\gamma(I_B - \gamma I_s)^{\alpha-1} > 0$$

La solución es $I_s = min\{I_A, I_B\}$. Por tanto, los operadores de red resuelven estos problemas para saber sus niveles de infraestructuras. Para el operador de red B:

$$max_{I_B}\ \Pi_B^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha}$$

En equilibrio, la siguiente condición de primer orden se cumple:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \frac{\sigma}{9}(u_A - u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B} - \alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha-1} = 0$$

Para el operador de red A:

$$max_{I_A}\ \Pi_A^* = \frac{1}{2\sigma} + \frac{(u_A - u_B)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (I_A - \gamma I_B)^{\alpha}$$

En equilibrio, la siguiente condició de primer orden se cumple:

$$\frac{1}{3}\frac{\partial u_A}{\partial I_A}+\frac{\sigma}{9}(u_A-u_B)\frac{\partial u_A}{\partial I_A}-\alpha(I_A-\gamma I_B)^{\alpha-1}=0$$

De este modo, la solución a este segundo juego coincide con juego anterior en el capitulo.

Demostración lema 3

Si cogemos la restricción del problema de maximización del incumbente y la trabajamos obtenemos:

$$u_A-u_B=(\frac{1}{3}-\frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})\frac{9}{\sigma}$$

Si sustituimos la expresión en el problema de maximización del incumbente:

$$max_{I_A}\ \frac{1}{2\sigma}+(\frac{1}{3}-\frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})\frac{3}{\sigma}+(\frac{1}{3}-\frac{\alpha I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})^2\frac{9}{2\sigma}-I_A^{\alpha}$$

Cogemos la condición de primer orden y vemos que es negativa:

$$\frac{\partial}{\partial I_A}=-\alpha I_A^{\alpha-1}<0$$

El incumbente elige la cantidad que cumple su restricción. Tenemos multiplicidad de equilibrios. Cualquier par (I_A,I_B) que satisface la restricción del incumbente es un equilibrio. Si revisamos la restricción es fácil ver que el incumbente siempre elige un nivel de infraestructuras mas alto que el entrante. Dada la multiplicidad de equilibrios, el equilibrio mas probable es aquel donde el entrante elige el minimo nivel de infraestructuras que operador de red tiene que proveer. Esto es porque, en este equilibrio, ambos operadores de red están mejor. Dado la inversión del entrante, el incumbente elige la inversión que viene de su restricción y es fácil ver que mas alta que el nivel de infraestructura del entrante.

Demostración proposición 24

Si trabajamos la restricción del problema de maximización del incumbente, obtenemos:

$$(u_A-u_B)=(\frac{1}{3}-\frac{\alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})\frac{9}{\sigma}$$

Si sustituimos esta expresión en la función objetivo del incumbente, el problema de maximización se vuelve:

$$max_{I_A}\ \frac{1}{2\sigma}+(\frac{1}{3}-\frac{\alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})\frac{3}{\sigma}+(\frac{1}{3}-\frac{\alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha-1}}{\frac{\partial u_B}{\partial I_B}})^2\frac{9}{2\sigma}-(I_A-\gamma I_B)^{\alpha}$$

Si tomamos la condición de primer orden vemos que es negativa:

$$\frac{\partial}{\partial I_A}=-\alpha(I_A-\gamma I_B)^{\alpha-1}<0$$

El incumbente elige la cantidad mínima posible que cumple su restricción. De nuevo, tenemos multiplicidad de equilibrios, cualquier par (I_A, I_B) que cumple la restricción del incumbente es un equilibrio si comprobamos la restricción es fácil ver que le incumbente elige un nivel de infraestructuras que el entrante. Dada la multiplicidad de equilibrios, el equilibrio mas probable es aquel donde el entrante elige la minima cantidad de inversión que los operadores de red están obligados a proveer. Esto es debido a que en equilibrio ambos operadores están mejor. Así el entrante repite el mismo nivel de inversión que cuando no se permitia construir conjuntamente. La inversión del incumbente viene de nuevo de su restricción y es mas alta. Lo demostramos comparando la restricción bajo $I_s=0$ y $I_s=I_B$.

$$If\ I_s=0,\ then\ \frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B}-\frac{\sigma}{9}(u_A-u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B}-\alpha I_B^{\alpha-1}=0$$

$$if\ I_s=I_B\ then\ \frac{1}{3}\frac{\partial u_B}{\partial I_B}-\frac{\sigma}{9}(u_A-u_B)\frac{\partial u_B}{\partial I_B}-\alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha-1}=0$$

Si restamos la primera ecuación a la segunda, obtenemos:

$$\alpha(1-\gamma)^{\alpha}I_B^{\alpha-1}-\alpha I_B^{\alpha-1}\Rightarrow(1-\gamma)^{\alpha}-1<0$$

Por tanto, la restricción se relaja y eso permite que el incumbente elija mayores niveles de infraestructuras.

Demostración proposición 25

Cuando $I_s=0$, la función de beneficios del operador de red B es:

$$\Pi_B^*(I_s=0)=\frac{1}{\sigma}+\frac{(u_B-u_A)}{3}+\sigma\frac{(u_A-u_B)^2}{18}-I_B^{\alpha}$$

y cuando $I_s=I_B$, la función de beneficios del operador de red B es:

$$\Pi_B^*(I_s = I_B) = \frac{1}{\sigma} + \frac{(u_B - u_A)}{3} + \sigma\frac{(u_A - u_B)^2}{18} - (1-\gamma)^\alpha I_B^\alpha$$

En equilibrio, $I_B^*(I_s = 0) = I_B^{**} = \underline{I}$. Por el contrario, el operador de red A elige un nivel de infraestructura mas alto bajo $I_s = I_B$ que bajo $I_s = 0$. Esto implica que $(u_A - u_B)|_{I_s=0} = u_A^* - u_B^* < (u_A - u_B)|_{I_s=I_B} = u_A^{**} - u_B^{**}$, ya que la diferencia en el nivel de infraestructuras es mas alta cuando $I_s = I_B$. Si comparamos el beneficio bajo $I_s = 0$ y $I_s = I_B$, vemos que:

$$\Pi_B^*(I_s = I_B) - \Pi_B^*(I_s = 0) = (\frac{1}{2\sigma} + \frac{u_B^* - u_A^*}{3} + \sigma\frac{(u_B^* - u_A^*)^2}{18} - \underline{I}^\alpha) -$$

$$-(\frac{1}{2\sigma} + \frac{u_B^* - u_A^*}{3} + \sigma\frac{(u_B^* - u_A^*)^2}{18} - (1-\gamma)^\alpha \underline{I}^\alpha) =$$

$$= \sigma(\frac{(u_A^{**} - u_B^{**})^2}{18} - \frac{(u_A^* - u_B^*)^2}{18}) + (1 - (1-\gamma)^\alpha)\underline{I}^\alpha -$$

$$-(\frac{(u_A^{**} - u_B^{**})}{3} - \frac{(u_A^* - u_B^*)}{3})$$

Si queremos que $\Pi_B^*(I_s = I_B) - \Pi_B^*(I_s = 0)$ sea positivo, necesitamos que σ sea suficientemente grande para superar el termino negativo $(\frac{(u_A^{**} - u_B^{**})}{3} - \frac{(u_A^* - u_B^*)}{3})$.

Capítulo 4

Competencia de redes entre operadores de telecomunicaciones móviles con influencia de mercado

Resumen:*Analizamos la competencia entre empresas con poder de mercado. Consideramos que las empresas en este mercado están verticalmente diferenciadas por las empresas con poder de mercado poseen mejores instalaciones de red y a menudo son mejor consideradas por los consumidores. Incluso si, en general, las empresas no pueden disfrutar de beneficios de monopolio, se muestra que las empresas pueden usar los precios de interconexión con un instrumento de colusión. Por otro lado, los precios de interconexión pueden ser usados por el regulador para lograr mejoras en el bienestar social, aunque no se pueden implementar óptimos de segundo orden.*

4.1. Introducción

En este capitulo nos ocupamos de resolver la cuestión de como compiten los operadores de red con influencia de mercado. Nos enfrentamos con un problema de doble acceso. Cada operador de red -a partir de ahora empresa- necesita tener acceso a la red del rival para terminar las llamadas originadas por sus propios consumidores pero que tienen como destino los consumidores que pertenecen al otra red.

Otra característica de la industria de telecomunicaciones móviles es que las empresas son asimétricas. Las empresas con poder de mercado son casi siempre las que tienen redes de mas alta calidad. Además, estas empresas son también mejor consideradas por los consumidores, porque fueron las antes llegaron al mercado.

En Europa, los organismos reguladores deciden que empresas tienen poder de mercado. Esta decisión esta basada en la directiva 97/33/CE del Parlamento Europeo y del Consejo que establece: *"the determination of which organizations have significant market influence should be undertaken by National Regulatory Authorities taking into account the situation in the relevant market"*.[1] Por ejemplo, el organismo regulatorio español, CMT, define empresa con poder de mercado a las empresas con una cuota de mercado superior al 25 por ciento.[2]

Las autoridades europeas son conscientes sobre la posibilidad para las empresas con influencia de mercado del uso de su poder de mercado a través de sus precios de interconexión.[3] La directiva 97/33/CE pone las siguientes obligaciones sobre las empresas con influencia de mercado: *.ºrganizations with market influence must be able to demonstrate that their interconnection charges are set on the basis of objective criteria and follow the principles of transparency and cost orientation and are sufficiently unbundled in terms of network and service elements offered"*.[4] En la practica, las empresas con poder de mercado tienen sus coste orientadas sus costes incrementales a largo plazo. Mientras estas empresas con poder de mercado tienen regulados sus precios de interconexión, las empresas que no tienen poder de mercado son libres de negociar sus precios de interconexión.[5]

Sin embargo, hay nuevas propuestas para cambiar este regimen. Organis-

[1]Para mas detalle, ver la directiva 97/33/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

[2]En España, Telefónica Móviles y Vodafone han sido designadas como empresas con poder de mercado.

[3]Los precios de interconexión suman un 33 por cierto sobre los ingresos totales en la industria. Para mas detalles, ver CMT (2000).

[4]Para mas detalle, ver la directiva 97/33/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

[5]Para mas detalle, ver la directiva 97/33/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

mo reguladores, como OFTEL en Gran Bretaña, están estudiando la posibilidad de permitir a estas empresas que negocien libremente sus precios de interconexión. OFTEL expone que: *"There is evidence to suggest that (..) the costs of the Market Influence regime appear to outweigh its benefits"*.[6] Por tanto, hay dos visiones opuestas sobre como tratar este asunto, y no esta claro cual se debe aplicar.

Si revisamos la literatura académica sobre acceso en dos direcciones, vemos que esta literatura ha favorecido alguna forma de regulación sobre los precios de interconexión. En dos artículos seminales, Armstrong (1998) y Laffont, Rey y Tirole (1998) advierten de que las empresas podrían usar altos precios de interconexión como instrumento de colusión, incluso si eligen sus precios de interconexión de modo no cooperativo. Las intuición es como sigue: para unas cuotas de mercado dadas, un precio de interconexión alto incrementa el coste marginal medio de la otra empresa y por tanto la induce a subir el precio. El precio de equilibrio es por tanto creciente en el precio de interconexión reciproco, que puede ser elegido para obtener el precio de monopolio.

Para derivar el último resultado, ambos artículos asumen que las empresas compiten en precio finales lineales. Laffont, Rey y Tirole (1998) también muestra que cuando compiten en tarifas en dos partes y los consumidores son homogéneos, el poder de colusión de los precios de interconexión desaparece completamente. Un precio de interconexión por encima del coste marginal incrementa los precios por unidad (la parte variable), pero el efecto positivo de este en los beneficios se neutraliza por un tasa de renta mas baja (parte fija). Cuando los precios de interconexión son recíprocos, los beneficios son independientes de el.

Dessein (2003) se cuestiona si los resultados previos todavía se cumplen cuando los consumidores son heterogéneos y las empresas pueden discriminar. El muestra que en un modelo simétrico, los beneficios de equilibrio se mantienen independientes de los precios de interconexión reciprocos. Hahn (1999) obtiene resultados similares con una distribución continuo para la demanda de los consumidores.

Este resultado se bastante robusto. Sin embargo, es difícil de observar en la realidad. Carter y Wright (2001) extiende el resultado estándar de competencia entre redes con precios de interconexión reciprocos y tarifas finales en dos partes, permitiendo asimétrias en demanda (lealtad exogena a la marca). Ellos muestran que el resultado de neutralidad depende crucialmente

[6]Para mas detalle, ver OFTEL (2002): *"Draft Decisions and Explantory Memorandum on the Director General's intention to remove the Determinations that Vodafone and BT Cellnet have Market Influence under Condition 56 of their respective Licences."*, página 2.

en la simétria de las redes. Con asimétria en la demanda, ambas empresas prefieren estrictamente precios de interconexión que se pongan al nivel del coste marginal de proveer acceso si las cuotas de mercado de la empresa mas grande (el incumbente) es muy grande. Este caso ocurre cuando la lealtad a la marca de los consumidores es también muy alta.

Ellos también analizan los resultados cuando las empresas eligen los precios de interconexión de modo no cooperativo. Como antes, el resultado de neutralidad no se cumple. Pero en contraste con el caso anterior, poner precios de interconexión iguales a los costes marginales ya no es óptimo. Sin embargo, Carter y Wright (2001) no proveen una caracterización de los costes de interconexión óptimos. En particular, no muestran que las empresas cargarían los precios de interconexión mas altos, o si este precio sería diferente entre las dos empresas.

Recientemente, Schiff (2003) extiende el modelo de Laffont, Tirole y Rey (1998) con tarifas en dos partes permitiendo participación parcial (Los consumidores no están obligados a consumir de las empresas). Este contexto restablece la posibilidad para las empresas de usar los precios de interconexión como instrumento de colusión. Poletti y Wright (2004) usan el modelo de Schiff permitiendo heterogeneidad en los consumidores (hay usuarios de demanda alta y baja), ellos muestran que el resultado de Schiff (2003) es robusto al nuevo supuesto.

El objetivo principal de este artículo es estudiar el papel de los precios de interconexión (reciprocos y no reciprocos) que las empresas asimétricas se pagan. Para este propósito hacemos los siguientes supuestos:

1. *Patrón de llamadas balanceado* Como en Laffont, Rey Y Tirole (1998), asumimos que el porcentaje de llamadas originadas en una red y completadas en la misma red (*"llamadas on-net"* es igual a la fracción de consumidores que están en esa red. Estadísticamente, un consumidor tiene la misma oportunidad de llamar a un consumidor dado que pertenece a sus red o a otro consumidor dado que pertenece a la otra red.

2. *Llamadas unitarias* Nos centramos en la industria de las telecomunicaciones mobiles donde la elasticidad de la demanda es muy cercana a cero.*Por ejemplo Albebert, Ivaldi y Roncelle (2000) dan -0.4 como estimación.* Este supuesto difiere de la literatura la cual establece siempre demandas elásticas.

3. *Participación parcial.* Hay una parte de los consumidores de la industria que son usuarios de las empresas que no tiene influencia de mercado.

4. *Diferenciación vertical.* Las empresas son asimétricas porque tienen redes de diferentes calidades. Además, las empresas con las calidades mas altas están mejor consideradas por los consumidores.[7]

Este nuevo arranque donde las empresas son asimétricas y hay participación parcial provee de un análisis mas realista de la competencia para las empresas con influencia de mercado en la industria de las telecomunicaciones móviles.[8]

Con este marco de trabajo, mostramos que cuando las empresas negocian precios de interconexión recíprocos, el resultado de la neutralidad de beneficios se cumple. Pero cuando las empresas negocian costes de interconexión no reciprocos, ellas prodrían conseguir beneficios conjuntos máximos. Además, también mostramos que los precios de interconexión pueden alcanzar niveles de bienestar mas altos que los precios de interconexión simétricos.

Estos resultados muestran que la propuesta de OFTEL de libre negociación de los precios de interconexión no es muy conveniente. Nosotros proponemos como una alternativa la regla de Bill and Keep.[9]

El capitulo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 describe el modelo. La sección 3 analiza los marcos de referencia de la industria. La sección 4 analiza la competencia entre las empresas bajo precios de interconexión recíprocos y no recíprocos. Finalmente, la sección 5 muestra las conclusiones y los consejos regulatorios.

4.2. El modelo

4.2.1. Modelización de los consumidores y la industria

El modelo que usamos es una extensión de el modelo de Choi y Shin (1992). Consideramos un mercado en que hay tres empresas operadoras de red. Las empresas tienen la misma cobertura pero poseen redes de diferente calidad.[10] La empresa H posee la mejor red, la empresa L posee una red de baja calidad, y la empresa O posee una red de muy baja calidad, la peor de

[7]Este supuesto no es nuevo en la literatura, Valletti (1999) estudia la industria de las telecomunicaciones como una industrial diferenciada verticalmente pero sin considerar precios de interconexión y participación parcial.

[8]Como hemos visto hay varios artículos donde la competencia entre redes se analiza con empresas asimétricas. Hay varios artículos que tratan el asunto de la participación limitada pero con empresas simétricas, Schiff (2002) y Poletti y Wright (2004). Pero, este es el primer artículo que trata ambos asuntos al mismo tiempo.

[9]La regla de Bill and Keep consiste en fijar precios de interconexión iguales a cero.

[10]Este supuesto captura el requerimiento de que muchos gobiernos imponen a las empresas operadoras de móviles de tener una cobertura muy alta.

entre las tres.[11] Usamos este empresa peor como un bien exterior para los consumidores que no pertenecen a ninguna de las otras dos empresas y para modelizar una empresa que no tiene influencia de mercado. Por simplicidad, suponemos que precios minoristas y los precios de interconexión entre esta empresa y las otras dos son fijos. Normalizamos a cero, la utilidad que esta red da a todos los consumidores.

Las empresas H y L están interconectadas. Se pagan precios de interconexión que, en general, son no recíprocos. Llamamos a_H al precio de interconexión que la empresa L paga a la empresa H y a_L al precio de interconexión que la empresa H paga a la empresa L. Los costes marginales de empezar, terminar y trasladar una llamada esta normalizados a cero. Los costes fijos, F, son los mismo para ambas empresas y son suficientemente pequeos para que no entren en perdidas.

Hay un continuo de consumidores distribuidos uniformemente en el intervalo $[0,1]$. El consumidor θ, $\theta \in [0,1]$, tiene como función de utilidad:

$$u(\theta) = \begin{cases} \theta u_i - p_i \text{ el compra de la empresa } i, i = H, L \\ 0 \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

Como $u_H > u_L$, todos los consumidores prefieren comprar de la empresa H antes que la L a un precio dado, ya que ellos prefieren la calidad mas alta. Un consumidor con θ mas alto esta dispuesto a pagar mas por conseguir calidad mas alta.

Se asume que los consumidores hace llamadas de acuerdo a un patron de llamadas balanceado. Esto quiere decir que los consumidores hace llamadas aleatoriamente, y la probabilidad de que cualquier consumidor llame a otro consumidor que pertenece a una red es igual a cuota de mercado de la empresa.[12] Asumimos que las empresas tienen demandas unitarias.

Las empresas juegan el siguiente juego. En la primera etapa los precios de interconexión de las empresas H y L son fijados, o por el regulador o por negociación entre las empresas, una vez las empresas H y L saben sus precios de interconexión, compiten en precios en el mercado minorista. Finalmente, una vez los consumidores saben el precio cargado por cada empresa, deciden a que empresa se suscriben.

[11] En muchos países, las empresas se diferencian en el spectrum que tienen y en la localización de sus antenas. Ambas dimensiones afectan a la calidad del servicio que dan. Además, las empresas con mas spectrum son normalmente parte del antiguo monopolio de la industria. Podría argumentarse que hay una calidad percibida por la empresa incumbente.

[12] Este supuesto fue introducido en los artículos de Armstrong (1998) y Laffont, Rey y Tirole (1998). Significa que le porcentaje de llamadas originadas en la red una empresa y completadas en la misma red es igual a la fracción de consumidores que pertenece a dicha empresa.

4.2.2. Consumidores indiferentes

En nuestro marco de trabajo, cuando $u_H p_H > u_L p_L$, hay dos consumidores indiferentes.[13] Hay un consumidor, θ_1, que esta indiferente entre consumir el producto de la empresa H (el producto de alta calidad) y consumir de la empresa L (el producto de baja calidad). El otro consumidor indiferente, θ_2, esta indiferente entre comprar el producto de la empresa L o consumir el producto de la empresa O.[14]

El primer consumidor indiferente, θ_1, satisface la siguiente condición:

$$\theta_1 u_H - p_H = \theta_1 u_L - p_L,$$

o equivalentemente

$$\theta_1 = \frac{p_H - p_L}{u_H - u_L}.$$

Análogamente, el segundo consumidor indiferente, θ_2, satisface,

$$\theta_2 u_L - p_L = 0,$$

que implica

$$\theta_2 = \frac{p_L}{u_L}.$$

Los consumidores indiferentes determinan las cuotas de mercado de las dos empresas. Firm H tendrá una cuota de mercado igual a $\alpha_H = 1 - \theta_1$, mientras que la cuota de mercado de la empresa L será $\alpha_L = \theta_1 - \theta_2$.

Cuando $u_H p_H \leq u_L p_L$, solo hay un consumidor indiferente, $\widetilde{\theta}_1$, que esta indiferente entre consumir de la empresa H y consumir de la empresa O. Este consumidor indiferente satisface la siguiente condición:

$$\widetilde{\theta}_1 u_H - p_H = 0$$

que como resultado

$$\widetilde{\theta}_1 = \frac{p_H}{u_H}.$$

En este escenario, la cuota de mercado de la empresa H es $\widetilde{\alpha}_H = 1 - \widetilde{\theta}_1$.

[13] La condición $u_H p_H > u_L p_L$ garantiza que la empresa L tiene una cuota de mercado positiva.

[14] Cualquier consumidor con un index mas grande que θ_1 preferirá comprar a la empresa H que a la empresa L. Análogamente, un consumidor con un index mas que grande que θ_2 preferir'a comprar de la empresa L en vez de comprar de la peor empresa.

4.3. Marcos de referencia

Primero analizamos dos escenario polares que proveen pistas ajustadas al papel de la diferenciación vertical con costes fijos. En el primer caso, el marco de referencia de Ramsey, estudiamos el mejor resultado desde un punto de vista social. En el segundo, la maximización conjunta de beneficios, estudiamos el mejor resultado para las empresas de la industria. Compararemos los resultados bajo competencia con los resultados de estos marcos de referencia.

4.3.1. El marco de referencia de Ramsey

Como marco de trabajo de referencia, derivamos los preciso de Ramsey en esta industria. Como Laffont et al. (1998), medimos Bienestar Social como la suma de los excedentes de los consumidores. Esta media da la siguiente función de Bienestar Social:

$$W(p_H, p_L) = \int_{\theta_1(p_H,p_L)}^{1} (\theta u_H - p_H)\, d\theta + \int_{\theta_2(p_L)}^{\theta_1(p_H,p_L)} (\theta u_L - p_L)\, d\theta$$

Los precios de Ramsey que maximizan el Bienestar Social bajo la restricción de que la industria no tenga perdidas. Esta restricción se da en la siguiente expresión:

$$p_H(1 - \theta_1(p_H, p_L)) + p_L(\theta_1(p_H, p_L) - \theta_2(p_L)) \leq 2F$$

donde recordemos,

$$\theta_1(p_H, p_L) = \frac{p_H - p_L}{u_H - u_L}$$

y

$$\theta_2(p_L) = \frac{p_L}{u_L}$$

son los consumidores indiferentes. Resolviendo el problema de maximización, derivamos el siguiente resultado:

Proposición 26 *Los precios de Ramsey en esta industria son un par* (p_H^R, p_L^R) *con* $p_H^R > p_L^R$ *tal que satisfacen:*

$$\theta_1(p_H^R, p_L^R) = \theta_2(p_L^R),$$

y

$$p_H^R(1 - \theta_1(p_H^R, p_L^R)) = 2F.$$

Corolario 2 *Si $F > 0$, a los precios de Ramsey, no participación total por parte de los consumidores.*

Los precios que maximizan la función de bienestar son esos que hacen que el máximo número de personas consumen el bien de alta calidad al mínimo precio y ningún consumidor compra el bien de baja calidad.

Para entender la lógica detrás de los precios de Ramsey, supón primero que $F = 0$. Esta bastante claro que los precios que maximizan el bienestar social son $p_H^R = p_L^R = MC_H = MC_L = 0$. Con estos precios, todos los consumidores consiguen el máximo bienestar social por dos razones. Primero, porque ellos disfrutan de precios iguales a los costes marginales. Segundo, porque ellos solo consumen de la empresa H cuyo producto da la utilidad mas alta a todos los consumidores.

Si ahora asumimos que $F > 0$, los ingresos de las empresas tienen que cubrir los costes fijos totales. Los antiguos precios ya no está disponibles. En este caso, el regulador pone p_H^R y p_L^R de tal manera que número máximo de consumidores compran de la empresa H al mínimo precio posible y el resto de consumidores compra de la empresa O. El regulador trata de estar lo mas cercano al resultado sin restricciones.

4.3.2. Maximización conjunta de beneficios

Ahora buscamos los precios que maximizan los beneficios de la industria, es decir,

$$max_{p_H,p_L}\ p_H(1-\theta_1(p_H,p_L)) + p_L(\theta_1(p_H,p_L) - \theta_2(p_L)) - 2F.$$

La solución a este problema de maximización es el contenido de la siguiente proposición.

Proposición 27 *Los precios que maximizan los beneficios conjuntos de las empresas vienen dados por:*

$$p_H^{JP} = \frac{u_H}{2},\ p_L^{JP} = \frac{u_L}{2}$$

Los beneficios conjuntos de equilibrio y las cuotas de mercado de las empresas son:

$$\Pi^{JP} = \frac{u_H}{4} - 2F,\ \alpha_H^{JP} = \frac{1}{2},\ \alpha_L^{JP} = 0$$

A los precios que maximizan los beneficios conjuntos, la empresa L no tiene consumidores. Esto es así porque la empresa conjunta solo esta interesada en vender el producto que es mas rentable, en este caso el producto de alta calidad. Con estos precios el monopolista evita la canibalización de sus productos. Es interesante darse cuenta que el monopolista solo vende el bien de alta calidad al igual que el regulador. Pero lo hace con $p_H^{JP} = \frac{u_H}{2} > p_H^R$. De este modo el conjunto de consumidores que vende el producto de alta calidad es mas pequeño que el óptimo social.

En la literatura standard, los monopolistas prefieren vender en el mercado mas de un bien de diferentes calidades. Las razón por la que nuestro resultado difiere es porque nosotros suponemos que los costes marginales no suben con la calidad.[15]

4.4. Competencia con interconexión

En esta sección analizamos la competencia en precios para precios de interconexión arbitrarios. Consideramos primero que los precios de interconexión son recíprocos, luego nos ocupamos de los no recíprocos.

4.4.1. Competencia con precios de interconexión recíprocos

Los precios de interconexión es un posible escenario ya que en algunos países las empresas están obligadas a guardar reciprocidad en los precios de interconexión.[16] Aplicar reciprocidad a nuestro modelo quiere decir que las empresas tienen beneficio cero via interconexión al suponer demandas unitarias. Consecuentemente, bajo reciprocidad, el modelo se simplifica al modelo standard en la literatura, como en Choi y Shin (1992).

Proposición 28 *Bajo un regimen de precios de interconexión reciprocos, los precios y cuotas de mercado de equilibrio son:*

$$p_H^{RE} = \frac{2u_H(u_H - u_L)}{4u_H - u_L},\ p_L^{RE} = \frac{u_L(u_H - u_L)}{4u_H - u_L},$$

y

$$\alpha_H = \frac{2u_H}{4u_H - u_L},\ \alpha_L = \frac{u_H}{4u_H - u_L},$$

[15] Para mas detalles ver Tirole (1988) y Maskin y Riley (1984).

[16] Por ejemplo, el acta de las telecomunicaciones de USA de 1996 obliga a que los precios de interconexión sean reciprocos.

respectivamente. Los beneficios de equilibrio son:

$$\Pi_H = \frac{4u_H^2(u_H - u_L)}{(4u_H - u_L)^2} - F,\ \Pi_L = \frac{u_H u_L(u_H - u_L)}{(4u_H - u_L)^2} - F$$

Hay que darse cuenta de que el total de consumidores que participan en el mercado $(3u_H/4u_H - u_L)$ es mas grande que bajo maximización conjunta de beneficios $(1/2)$, pero mas pequeña que con el óptimo social.

En equilibrio las empresas H y L no cubren el mercado, es decir, $\alpha_H + \alpha_L < 1$. Además, las funciones de beneficios de equilibrio no dependen de los precios de equilibrio. Bajo estas circunstancias, la neutralidad en los beneficios se cumple. Para este resultado es crucial el resultado es crucial el supuesto de demandas unitarias.[17]

4.4.2. Competencia con precios de interconexión no recíprocos

Cuando las empresas cargan precios de interconexión la función de beneficios de la empresa H es:

$$\Pi_H = p_H(1-\theta_1) + (a_H - a_L)(1-\theta_1)(\theta_1 - \theta_2) - F.$$

Se puede ver que los beneficios de la empresa H puede ser descompuesta en dos actividades: los beneficios debidos a la actividad minorista y los beneficios por interconexión (positivos o negativos) con la otra empresa.

De la misma manera, los beneficios de la empresa L son:

$$\Pi_L = p_L(\theta_1 - \theta_2) + (a_L - a_H)(1-\theta_1)(\theta_1 - \theta_2) - F.$$

Para simplificar la notación, definimos $\triangle a = a_H - a_L$ y $\triangle u = u_H - u_L$. Usando esta definiciones y la identidad de los consumidores indiferentes podemos reescribir los beneficios de las empresas como:

$$\Pi_H = (1 - \frac{p_H - p_L}{\triangle u})(p_H + \triangle a(\frac{p_H - p_L}{\triangle u} - \frac{p_L}{u_L})) - F$$

y

$$\Pi_L = (\frac{p_H - p_L}{\triangle u} - \frac{p_L}{u_L})(p_L - \triangle a(1 - \frac{p_H - p_L}{\triangle u})) - F$$

[17] Como hemos mencionado en la introducción, el resultado de neutralidad aparece en Laffont, Rey y Tirole (1998) bajo diferentes supuestos. Es también importante señalar que en Dessein (2003) es resultado aparece en un modelo del participación parcial y operadores de red simétricos.

Notad que los beneficios de la empresa H son crecientes en $\triangle a$ mientras que los beneficios de la empresa L son decrecientes. Además, los beneficios de la empresa H son cóncavos si y solo si $\triangle a > -\triangle u$, mientras que los beneficios de la empresa L son cóncavos si y solo si $\triangle a < \triangle u$.

Para analizar el impacto de $\triangle a$ en los precios de equilibrio, consideremos primero los casos extremos, es decir, cuando $\triangle a$ es suficiente grande o suficientemente pequeño para que las funciones de beneficio de ambas empresas no sean cóncavas simultáneamente.

Suponemos primero que $\triangle a < -\triangle u$, de esta manera la empresa H quiere evitar que los precios de interconexión que son muy costosos para ella. Es fácil ver que en este caso los precios de equilibrio de ambas empresas son cero. Para ver esto si $p_H = 0$, la empresa L no tiene clientes, de tal manera que no hay una desviación beneficiosa. De la misma manera, si $p_L = 0$ la mejor respuesta de la empresa H es minimizar la cuota de mercado de us competidor haciendo $p_H = 0$. En este equilibrio o la empresa incurre en perdidas iguales a -F. Como ambas empresas no cubren costes, tendrán que dejar el mercado, $\triangle a < -\triangle u$ no será la diferencia en los precios de interconexión puesto bien por las empresas o bien por el regulador.

Suponemos ahora que $\triangle a > \triangle u$ de tal manera que la empresa L quiere minimizar la interconexión que muy costosa para ella. En este caso el precio de equilibrio de la empresa L es $p_L = u_L$ y el precio de equilibrio de la empresa H es $p_H = \frac{u_H}{2}$. Bajo estos precios de equilibrio, la empresa L no tiene clientes, de tal manera que alcanza su objetivo de minimizar la interconexión, y ninguna de las empresas tiene un desviación ventajosa. En este equilibrio los beneficios de la empresa L son -F, mientras que los beneficios de la empresa H son $\frac{u_H}{4} - F$, los mas altos que puede tener. En este equilibrio, la empresa L será forzada a dejar el mercado. Finalmente, la caracterización de los equilibrios interiores es el contenido de la siguiente proposición.

Proposición 29 *Si $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ y $u_L \geq \triangle a$, los equilibrio de Nash de la última etapa del juego cuando las empresas compiten en precios son:*

$$p_H^* = \frac{u_H((\triangle a)^2 + \triangle a u_L + 2(\triangle u)u_L)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L},$$

$$p_L^* = \frac{u_L^2(\triangle a)(\triangle a + \triangle u)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L}$$

y

$$\alpha_H^* = \frac{2u_H u_L}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L},$$

$$\alpha_L^* = \frac{u_H(u_L - \triangle a)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L}.$$

Si $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ y $u_L < \triangle a$, los precios de equilibrio son:

$$p_H^* = \frac{u_H}{2},$$

$$p_L^* = min\{u_L, \frac{u_L\triangle u + \triangle a\triangle u - 2u_L\triangle a}{4(\triangle u - \triangle a)}\},$$

y

$$\alpha_H^* = \frac{1}{2},\ \alpha_L^* = 0.$$

Para clarificar los precios de los equilibrios interiores, proveemos de algunos ejemplos numéricos. Suponemos que $u_H = 2$ y $u_L = 1$, de modo que $\triangle u = 1$, caracterizamos los precios de equilibrio y las cuotas de mercado para $\triangle a = 0{,}5$, $\triangle a = 0$ y $\triangle a = -0{,}5$. En el primer caso los precios de equilibrio son $p_H = 0{,}75$ y $p_L = 0{,}31$, y las cuotas de mercado de equilibrio, $\alpha_H = 0{,}55$ y $\alpha_L = 0{,}13$. En el segundo caso los precios de equilibrio son $p_H = 0{,}57$ y $p_L = 0{,}142$ y las cuotas de mercado $\alpha_H = 0{,}57$ y $\alpha_L = 0{,}28$. Finalmente en el último caso, p_H=0.482 y $p_L = 0{,}034$, mientras que $\alpha_H = 0{,}552$ y $\alpha_L = 0{,}41$. Los precios son crecientes en $\triangle a$ y coinciden con los precios bajo precios de interconexión simetricos cuando $\triangle a = 0$.

Fijando precios de interconexión

Dados los resultados de la proposición, nosotros solo analizamos el papel de los precios de interconexión cuando $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ y $u_L \geq \triangle a$, cuando ambas empresas tienen cuotas de mercado positivas.[18] En estos casos, los beneficios de las empresas son:

$$\Pi_H = \frac{4u_H^2 u_L^2(\triangle a + \triangle u)}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^2} - F$$

y

$$\Pi_L = \frac{u_H u_L(\triangle u - \triangle a)(u_L - \triangle a)^2}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^2} - F.$$

De las funciones de beneficio de ambas empresas podemos concluir:

[18]Como $\triangle a$ esta en el intervalo $[-\triangle u, \triangle u]$, una condición suficiente para que $u_L > \triangle a$ se cumpla es que $u_H < 2u_L$. Esta condición para que se cumple con bastante probabilidad en la realidad.

Proposición 30 *Si la diferencia entre los precios de interconexión, $\triangle a$, es positiva, $\triangle a$ es un instrumento de colusión entre las empresas cuando se permiten las transferencias cruzadas. Los beneficios conjuntos aumentan cuando $\triangle a \in [0, min\{u_L, \triangle u\}]$. Además, las empresas alcanzan beneficios de monopolio cuando $u_L < \triangle u$.*

La racionalidad detras de la proposición 5 es clara. Consideramos primero, como status quo, la situación con precios de interconexión reciprocos. Si se permite una diferencia mas grande $\triangle a > 0$, la empresa L incurre en un nuevo coste mientras que la empresa H disfruta de un nuevo ingreso. Por tanto, el anterior equilibrio con precios de interconexión reciprocos no es sostenible, en el nuevo equilibrio, los precios subirán. Esto es porque el volumen de interconexión que se paga es el producto de las cuotas de mercado (la cuota de mercado de la empresa H es mas alta que la cuota de mercado de la empresa L) y la empresa H quiere que este producto sea máximo. Para hacer esto, subirá el precio para poder desplazar parte de sus consumidores a la empresa L. Por otro lado, la empresa L quiere minimizar sus gastos por interconexión. Para hacer esto, subirá su precio minorista para hacer que sus consumidores compren a la otra empresa, de modo que el volumen de interconexión sea mas bajo. El hecho de que en algunos casos el resultado de la maximización conjunta de beneficios no sea alcanzada es debido a la existencia de la empresa O, cada vez que ambas empresas suben su precio, la empresa O gana mas cuota de mercado, por tanto las empresas no están siempre interesadas en subir los precios usando los precios de interconexión porque en un caso extremo ellas no tendrían consumidores a quien venderles.

Dos observaciones sobre este resultado se deberían hacer. La primera es sobre el supuesto de transferencias cruzadas entre empresas. Este supuesto tiene sentido, una vez las empresas pueden construir instalaciones conjuntas y pueden usar este hecho para transferir dinero.[19] La segunda observación es que el resultado de maximización conjunta de beneficios es improbable en realidad. Si prestamos atención al resultado de maximización conjunta de beneficios, vemos que la empresa L no vende nada en equilibrio. Por tanto, si tomamos en cuanta un modelo dinámico parece muy difícil sostener un acuerdo donde una empresa no vende en absoluto.[20]

[19] Por ejemplo, en el periódico, EL PAIS 17/12/2003, informs that 30 % del total de las inversiones de los operadores se hará conjuntamente.

[20] El resultado de que las empresas usan los precios de interconexión como instrumento de colusión no es nuevo en la literatura. Sin embargo, los contextos usados por otro autores están muy alejados del nuestro. En los artículos de Laffont et al. (1998) y Armstrong (1998) se muestra que la colusión perfecta sucede en un modelo de diferenciación horizontal con operadores de red simétricos, plena participación, precios de interconexión simétricos, y

En países con mercados de telecomunicaciones maduros, las empresas con poder de mercado tiene precios de interconexión que están regulados a los costes incrementales a largo plazo (LRIC). Estas empresas tienen que dar acceso a precios que les garanticen una rentabilidad apropiada sobre sus inversiones. Bajo LRIC, con la empresa H diciendo un coste de interconexión mas alto. Además, recientemente, algunos organismos regulatorios tratan de anular la condición de influencia de mercado para estas empresas de permitirlas negociar libremente sus precios de interconexión.[21] De esta manera, las empresas serían libres de usar los precios de interconexión como instrumento de colusión. Algú tipo de regulación es necesario y la siguiente proposición muestra como un regulador puede mejorar el bienestar social a través de precios de interconexión:

Proposición 31 *El regulador puede usar la diferencia en los precios de interconexión, $\triangle a$, como un instrumento para mejorar el bienestar social en esta industria. Pero no puede usar los precios de interconexión para implementar los precios de Ramsey.*

Un ejemplo de este resultado se representa en el gráfico 5.1. Los precios de ambas empresas tienen un tramo decreciente y otro creciente, sin embargo, el tramo decreciente de la empresa L es mayor. La razón de estos tramos decrecientes de precios cuando $\triangle a$ es negativo tiene que ser tambien encontrado en los volúmenes de interconexión. La empresa L quiere que su cuota de mercado sea la máxima y bajara su precio minorista. Al mismo tiempo, la empresa H tambien quiere bajar su precio para minimizar su cuota de mercado. Esta explicación no permite justificar porque en un punto la empresa H sube el precio. Para explicar esto, deberíamos tener en cuenta que cuando las empresas con influencia de mercado bajan sus precios, nuevos consumidores de la empresa sin poder de mercado se unen a las empresas con poder de mercado. Esto incrementa los costes de interconexión de la empresa H que tiene un trade-off cuando baja su precio. Por un lado, reduce sus costes de

precios finales lineales. Carter y Wright (1999) muestra que el resultado previo es robusto a operadores de red asimétricos. Por el contrario, en Laffont et al. (1998) se muestra que los operadores de red no pueden usar los precios de interconexión para coludir cuando compiten con precios en dos partes en el mercado minorista. Schiff (2002) prueba que el resultado anterior no se cumple cuando no hay participación plena. Poletti y Wright (2004) extienden el resultado de Schiff (2002) permitiendo consumidores heterogéneos, aunque con heterogeneidad, los operadores de red no pueden coludir perfectamente. Es bueno señalar que nosotros necesitamos un nuevo supuesto para que el resultado funcione, esto es que los operador pueden hacer transferencia cruzadas. Otras diferencias son que nosotros tenemos casos donde las empresas coluden pero no alcanzar beneficios máximos de monopolio y que necesitamos que los precios de interconexión sean asimétricos.

[21]Para mas detalles ver OFTEL (2002).

interconexión porque sube su cuota de mercado, por otro lado, incrementa los costes de interconexión por nuevos consumidores se unen a la empresa. Cuando en valor absoluto $\triangle a < 0$ es pequeño el primer efecto domina al segundo, pero sucede lo contrario cuando $\triangle < 0$ es suficientemente grande. Por tanto, el regulador podría usar $\triangle a$ como instrumento para mejorar el bienestar social aunque, en general, no alcanzará óptimos de segundo orden usando este método.[22]

4.5. Conclusiones y consejos regulatorios

En este capitulo hemos analizado la competencia entre los operadores de red con influencia de mercado cuando están diferenciados por la calidad de las redes que poseen y como se debería regular su precios de interconexión.

Hemos mostrado que los precios de interconexión pueden ser usados como instrumento de colusión cuando las empresas los negocian libremente, incluso aunque no alcancen los beneficios de monopolio. Por tanto, la nueva idea de algunos organismo regulatorios de quitar la condición de influencia de mercado de las principales empresas de móviles podría poner a los consumidores en situación peor.

Como hemos mencionado antes, la regulación actual podría ser mejorada cambiando la regulación de LRIC a cualquier tipo de regimen de precios de interconexión reciprocos como podría ser el regimen de Bill and Keep.[23] Recomendamos el uso de esta regla porque es muy fácil de implementar en la practica.

Finalmente, del último resultado se puede concluir que si el regulador tiene información perfecta, puede usar los precios de interconexión como un instrumento para mejorar el bienestar social, aunque no lo podrá usar para alcanzar óptimos de segundo orden. Estos precios de interconexión que mejoran el bienestar social son asimétricos.

[22] Los precios de interconexión como un instrumento para mejorar el bienestar social no es un resultado nuevo en la literatura. Lo podemos encontrar en Laffont et al. (1998), cuando las empresas compiten en precios minoristas lineales y los precios de interconexión son reciprocos. Sin embargo en Laffont et al. (1998) tambien se muestra que el regulador puede alcanzar precios de Ramsey usando los precios de interconexió mientras que en nuestro caso no es posible. Los resultados de Laffont et al. (1998) son extendidos a un modelo con participación parcial por Schiff (2002). Poletti y Wright (2004) tambien muestran que un regulador puede mejorar el bienestar a través de los precios de interconexión. Una importante diferencia con la literatura es que necesitamos precios de interconexión no reciprocos para poder mejorar el bienestar social.

[23] El regimen de Bill and Keep consiste en fijar los precios de interconexión iguales a cero.

Bibliografía

[1] Aldebert J., Ivaldi M. and Roncelle S. (2000). *"Telecommunications demand and prices strategy: An econometry Analysis".* mimeo. IDEI.

[2] Armstrong M. (1998). *"Network Interconnection in Telecommunications".* The Economic Journal, vol 108, pag 545-564.

[3] Armstrong M. (2001a). *"The Theory of Access Pricing and Interconnection".* in M. Cave, S. Majumdar and I. Vogelsang (eds.), Handbook of Telecommunications Economics, North-Holland, Amsterdam.

[4] Carter M. and Wright J. (1999). *"Interconnection in Network Industries".* Review of Industrial Organization, vol 14, pag 1-25.

[5] Carter M. and Wright J. (2001). *"Asymmetric Network Interconnection".* Review of Industrial Organization, vol 22, pag 27-46.

[6] Choi C.J. and Shin H.S. (1992). .*A comment on a model of vertical differentiation".* The Journal of Industrial Economics, vol XL(2), pag 229-231.

[7] CMT (2000). *"Estudio de la CMT Sobre la Situación de la Comunicación en Móviles".*

[8] Dessein W. (2004). *"Network Competition with Heterogeneous Calling Patterns".* Information Economics and Policy, en prensa.

[9] Dessein W. (2003). *"Network Competition in Nonlinear Pricing".* RAND Journal of Economics, vol 34, pag 593-611.

[10] Federal Communication Commission (1996). Telecommunications Act.

[11] Gans J.S. and King S. P. (2000). *"Mobile Network Competition, Customer Ignorance and Fixed-to-Mobile Call Prices".* Information Economics and Policy, vol 12, pag 301-327.

[12] Hanh, J.H. (1999). *"Network Competition and Interconnection with Heterogeneous Subscribers".* mimeo. Christ Church College, Oxford University.

[13] Laffont J.J., Rey P. and Tirole J. (1997). *"Competition between telecommunications operators".* European Economic Review, vol 41, pag 701-711.

[14] Laffont J.J., Rey P. y Tirole J. (1998). *"Network Competition: I. Overview and Nondiscriminatory Pricing".* RAND Journal of Economics, vol 29, pag 1-37.

[15] Maskin E. and Riley J. (1984). *"Monopoly with Incomplete Information".* RAND Journal of Economics, vol 15, pag 171-196.

[16] Mussa M. and Rosen S. (1978). *"Monopoly and Product Quality".* Journal of Economic Theory, vol 18, pag 301-317.

[17] Oftel. (2002). *"Draft Decisions and Explanatory Memorandum on the Director General's Intention to Remove the Determinations that Vodafone and BT Cellnet have Market Influence Under Condition 56 of Their Respective Licences".* Draft decisions and Explanatory Memorandum.

[18] Peitz, M. (2003). *.Asymmetric Access Price Regulation in Telecommunications Markets".* European Economic Review, en prensa.

[19] Poletti S. and Wright J. (2004). *"Network Interconnection with Participation Constraints."* Information Economics and Policy, en prensa.

[20] Schiff A. (2002). *"Two-Way Interconnection with Partial Consumer Participation."* Networks and Spatial Economics, vol 2, pag 295-315.

[21] Shaked, A. and Sutton J. (1982). *"Relaxing Price Competition Through Product Differentiation".* Review of Economic Studies, vol 49, pag 3-13.

[22] Valletti T. M. (1999). *"A model of competition in mobile telecommunications".* Information Economics and Policy, vol 11, pag 61-72.

[23] Valletti T. M. and Cambini C. (2003). *"Investments and Network Competition"* RAND Journal of Economics, en prensa.

[24] Wright J. (2002). *"Access Pricing under Competition: An Aplication to Cellular Networks".* Journal of Industrial Economics, vol 50, pag 289-315.

4.6. anexo

Demostración proposición 26

El regulador maximiza la siguiente función de bienestar social que es definida como la suma de los excedentes de los consumidores:

$$W(p_H, p_L) = \int_{\theta_1(p_H,p_L)}^{1} (\theta u_H - p_H)\, d\theta + \int_{\theta_2(p_L)}^{\theta_1(p_H,p_L)} (\theta u_L - p_L)\, d\theta,$$

con la restricción de que los beneficios de la industria tienen que ser iguales o mayores que cero:

$$p_H(1 - \theta_1(p_H, p_L)) + p_L(\theta_1(p_H, p_L) - \theta_2(p_L)) \leq 2F,$$

y donde

$$\theta_1(p_H, p_L) = \frac{p_H - p_L}{u_H - u_L},\ \theta_2(p_L) = \frac{p_L}{u_L}$$

son los consumidores indiferentes.

Sustituyendo la restricción de la industria en la función objetivo, el problema de maximizació se simplifica a:

$$max_{p_H,p_L}\ W(p_H, p_L) = \int_{\theta_1(p_H,p_L)}^{1} \theta u_H\, d\theta + \int_{\theta_2(p_L)}^{\theta_1(p_H,p_L)} \theta u_L\, d\theta.$$

Diferenciando con respecto a p_H y p_L, la condiciones de primer orden se convierten en:

$$\frac{\partial W(p_H, p_L)}{\partial p_H} = -2\theta_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} u_H + 2\theta_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} u_L = -\frac{(p_H - p_L)}{u_H - u_L} = 0,$$

y

$$\frac{\partial W(p_H, p_L)}{\partial p_L} = -2\theta_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} u_H + 2\theta_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} u_L - 2\theta_2 \frac{\partial \theta_2}{\partial p_L} u_L = \frac{p_H u_L - p_L u_H}{(u_H - u_L) u_L} = 0.$$

De las condiciones de primer orden esta claro que $p_H = p_L = 0$ es el único máximo cuando $F = 0$, ya que $u_H > u_L$.

Si $F > 0$, la restricción se satura en equilibrio. Resolviendo el lagrangiano, se satisface que:

$$p_H^R = \rho,\ p_L = \frac{u_L}{u_H}\rho,\ \lambda = \frac{1}{2u_H}$$

donde ρ es una raíz de los beneficios de la industria $p_H^2 - u_H p_H + 2u_H F$, que esta bien definida siempre que $u_H > 8F$. Hay que darse cuenta que los precios de Ramsey implican que $\theta_1^R = \theta_2^R = \frac{\rho}{u_H}$.

Las condiciones de segundo orden con respecto a ambas variable son:

$$\frac{\partial^2 W(p_H, p_L)}{\partial p_H^2} = -2\frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} < 0$$

$$\frac{\partial^2 W(p_H, p_L)}{\partial p_L^2} = 2\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} - 2\frac{\partial \theta_2}{\partial p_L} < 0$$

$$\frac{\partial^2 W(p_H, p_L))}{\partial p_L \partial p_H} = \frac{\partial^2 W(p_H, p_L))}{\partial p_H \partial p_L} = -2\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L},$$

que garantiza que las funciones objetivo es estrictamente cóncava ya que

$$\frac{\partial^2 W(p_H, p_L)}{\partial p_H^2}\frac{\partial^2 W(p_H, p_L)}{\partial p_L^2} - (\frac{\partial^2 W(p_H, p_L)}{\partial p_L \partial p_H})^2 = 4\frac{\partial \theta_1}{\partial p_H}\frac{\partial \theta_2}{\partial p_L} =$$

$$= 4(\frac{1}{u_H - u_L})(\frac{1}{u_L}) > 0,$$

y

$$\frac{\partial^2 W(p_H, p_L)}{\partial p_H^2} < 0.$$

De las condiciones de primer orden y de la restricción derivamos los precios de Ramsey. Satisfacen:

$$\theta_1(p_H^R, p_L^R) = \theta_2(p_L^R),\ p_H^R(1 - \theta_1(p_H^R, p_L^R)) = 2F,\ p_H^R > p_L^R.$$

Demostración proposición 27

Los beneficios conjuntos son:

$$\Pi^{JP}(p_H, p_L) = p_H(1 - \theta_1(p_H, p_L)) + p_L(\theta_1(p_H, p_L) - \theta_2(p_L)) - 2F$$

Las condiciones de primer orden para el máximo de los beneficios conjuntos son:

$$\frac{\partial \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_H} = (1-\theta_1) - \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} p_H + \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} p_L = 0$$

y

$$\frac{\partial \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_L} = -\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} p_H + (\theta_1 - \theta_2) + p_L(\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} - \frac{\partial \theta_2}{\partial p_L}) = 0.$$

Ellas implican que

$$p_H^{JP} = \frac{u_H}{2},\ p_L^{JP} = \frac{u_L}{2}.$$

Para que estos precios sean máximos necesitamos que función sea cóncava, para comprobarlo calculamos las condiciones de segundo orden:

$$\frac{\partial^2 \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_H^2} = -2\frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} < 0,$$

$$\frac{\partial^2 \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_L^2} = 2(\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} - \frac{\partial \theta_2}{\partial p_L}) < 0,$$

$$\frac{\partial^2 \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_H \partial p_L} = -\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} + \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H}.$$

El valor del determinante es:

$$\frac{\partial^2 \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_H^2}\frac{\partial^2 \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_L^2} - (\frac{\partial^2 \Pi^{JP}(p_H, p_L)}{\partial p_H \partial p_L})^2 =$$

$$= -4\frac{\partial \theta_1}{\partial p_H}(\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} - \frac{\partial \theta_2}{\partial p_L}) - (-\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} + \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H})^2 = \frac{4}{u_L(u_H - u_L)} > 0.$$

Por tanto los precios que satisfacen la condiciones de primer son los máximos del problema para $u_H > u_L > 0$.

Demostración proposición 28

La mejor respuesta de la empresa H es dada por la condición de primer orden de su problema de la maximización:

$$\frac{\partial \Pi_H(p_H,p_L)}{\partial p_H} = (1-\theta_1) - p_H \frac{\partial \theta_1}{\partial p_H} = 0$$

Similarmente, la mejor respuesta de la empresa L es dada por la condición de primer orden de su problema de maximización:

$$\frac{\partial \Pi_L(p_H,p_L)}{\partial p_L} = (\theta_1-\theta_2) + p_L(\frac{\partial \theta_1}{\partial p_L} - \frac{\partial \theta_2}{\partial p_L}) = 0$$

Es fácil ver que los precios de equilibrio viene dados por

$$p_H^{RE} = \frac{2u_H(u_H-u_L)}{4u_H-u_L},\ p_L^{RE} = \frac{u_L(u_H-u_L)}{4u_H-u_L}.$$

usando las funciones de mejor respuesta. Se debe notar que estos precios se satisface que $1 \leq \theta_1 \leq \theta_2 \leq 0$.

Finalmente, los beneficios de equilibrio y cuotas de mercado son obtenidos sustituyendo los precios de equilibrio en las funciones de beneficio y cuotas de mercado.

Demostración proposición 29

Operaciones de computo muestran que:

$$\frac{\partial \Pi_H}{\partial p_H} = \frac{1}{\triangle u}(\triangle u - 2p_H + p_L + \frac{\triangle a}{\triangle u - u_L}(\triangle u u_L + p_L(u_H+u_L) - 2p_H u_L))$$

Análogamente,

$$\frac{\partial \Pi_L}{\partial p_L} = \frac{1}{\triangle u u_L}(p_H u_L - 2p_L u_H - \frac{\triangle a}{\triangle u}(-\triangle u u_H + p_H(u_H+u_L) - 2p_L u_H)).$$

La función de mejor respuesta de la empresa H se convierte en

$$p_H = \frac{u_L^3 + u_H^2 u_L - 2u_H u_L^2 + p_L u_L \triangle u + \triangle a(p_L u_H + p_L u_L + u_L \triangle u)}{2u_L(\triangle a + \triangle u)}$$

cuando la función de beneficio de la empresa H es cóncava con respecto a p_H, es decir, cuando

$$\frac{\partial^2 \Pi_H}{\partial p_H^2} < 0 \Rightarrow \triangle a > -(\triangle u)$$

La función de mejor respuesta de la empresa L se vuelve

$$p_L = \frac{u_H u_L p_H - u_L^2 p_H - \triangle a(u_H p_H + u_L p_H - u_H \triangle u)}{2(u_H \triangle u - \triangle a u_H)}$$

cuando la función de beneficio de la empresa L es cóncava con respecto a p_L,

$$\frac{\partial^2 p_L}{\partial p_L^2} < 0 \Rightarrow \triangle a < u_H - u_L.$$

Por tanto, cuando $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ y $u_L > \triangle a$, el equilibrio de Nash es

$$p_H^* = \frac{u_H((\triangle a)^2 + \triangle a u_L + 2\triangle u u_L)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L},$$

$$p_L^* = \frac{u_L(\triangle a + u_L)(\triangle a + \triangle u)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L}.$$

En este candidato a Equilibrio de Nash, las cuotas de mercado son:

$$\alpha_H^* = \frac{2u_H u_L}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L},$$

y

$$\alpha_L^* = \frac{u_H(u_L - \triangle a)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L}.$$

Ambas cuotas de mercado son positivas dado que $u_L > \triangle a$.

Nosotros demostramos ahora la segunda parte de la proposición. Dado cualquier precio que la empresa L pone, la empresa H no quiere desviarse ya que $p_H^* = u_H/2$ es su precio de monopolio. Dado $p_H^* = u_H/2$ y que la función de beneficio de la empresa L es cóncava con respecto a p_L, su mejor respuesta viene de su condición de primer orden, de tal manera que:

$$p_L^* = \frac{u_L \triangle u + \triangle a \triangle u - 2u_L \triangle a}{4(\triangle u - \triangle a)}.$$

En este equilibrio, es fácil ver que la cuota de mercado de la empresa L es siempre cero, ya que cuando $u_L < \triangle a$ su precio es mas alto que $u_L/2$. De este modo, la cuota de mercado de la empresa H es siempre 1/2.

Demostración proposición 30

Si $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ and $u_L \geq \triangle a$, los beneficios conjuntos en el equilibrio son iguales a:

$$\Pi(p_H^*, p_L^*) = \Pi_H(p_H^*, p_L^*) + \Pi_L(p_H^*, p_L^*) =$$

$$= \frac{4u_H^2 u_L^2(\triangle a + \triangle u) + u_H u_L(\triangle u - \triangle a)(u_L - \triangle a)^2}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^2} - 2F$$

Cogiendo la derivada con respecto a $\triangle a$, y simplificando llegamos a:

$$\frac{\partial \Pi(p_H^*, p_L^*)}{\partial \triangle a} = \frac{u_L u_H(\triangle a - u_L)\triangle a((\triangle a)^2 - (\triangle a)(2u_H + u_L) - u_L(20u_H + u_L))}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^3} +$$

$$+ \frac{u_L u_H(\triangle a - u_L)(u_L(-8u_H^2 - 2u_H u_L + u_L^2))}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^3}.$$

De esta derivada se puede concluir que la función es creciente en el intervalo $\triangle a = [0, u_L]$. Se puede ver que para el intervalo en los numeradores de las dos fracciones hay un componente no positivo, $(\triangle a)^2 - \triangle a(2u_H + u_L) - u_L(20u_H + u_L)$ para la primera fraccióny un componente negativo, $(-8u_H - 2u - Hu_L + u_L^2) < 0$ para la segunda fracción. De este modo la suma de ambos es siempre negativo en el intervalo $[0, u_L]$. como $\triangle a - u_L$ es también negativo en el intervalo $[0, u_L]$ y el resto de componentes son positivos, la derivada completa es positiva en el intervalo.

El otro resultado que necesitamos es ver que el valor del los beneficios conjuntos cuando $\triangle a = u_L$:

$$\Pi = \frac{u_H}{4} - 2F$$

Dentro de el intervalo $[-\triangle u, \triangle u]$, de la proposición 29 es trivial que las empresas pueden llegar al resultado de maximización conjunta de beneficios cuando $u_L < \triangle a$.

Dados que los precios de interconexión están en el intervalo $[-\triangle u, \triangle u]$, y dado que las empresas quieren fijar $\triangle a$ tan proximo como sea a posible a u_L, encontramos que podemos tener dos tipos de resultados.

1. Si $u_L < \triangle u$ las empresas pueden coludir usando $\triangle a$ como instrumento de colusión y además pude alcanzar máximos beneficios conjuntos.

2. Si $u_L > \triangle u$ las empresas pueden coludir usando $\triangle a$ como instrumento de colusión pero no alcanzan los beneficios conjuntos máximos.

Demostración proposición 31

Esta claro que el regulador nunca fija $\triangle a$ de tal manera que $\triangle a < -\triangle u$, o $\triangle a > \triangle u$ o $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ con $u_L < \triangle a$, ya que las cuotas de mercado serían las de maximización conjunta o una donde ambas empresas no tienen consumidores. Consecuentemente, solo tenemos que analizar el caso $\triangle a \in [-\triangle u, \triangle u]$ con $u_L \geq \triangle a$. En este caso, el bienestar social esta dado por:

$$W(\triangle a) = u_H \alpha_H^* + u_L \alpha_L^* =$$

$$u_H(\frac{2u_H u_L}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L}) + u_L(\frac{u_H(u_L - \triangle a)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L})$$

Tomando derivadas con respecto a $\triangle a$, obtenemos:

$$\frac{\partial W(\triangle a)}{\partial \triangle a} = u_H \frac{-4\triangle a u_H u_L}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^2} +$$

$$u_L \frac{-u_H(\triangle a)^2 - (4u_H - u_L)u_H u_L - 2\triangle a u_H(u_L - \triangle a)}{((\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L)^2}$$

Como ambos denominadores de las fracciones son iguales y positivos, el signo de las derivadas viene determinada por la suma de los numeradores:

$$-4\triangle a u_H^2 u_L - u_L u_H(\triangle a)^2 - (4u_H - u_L)u_H u_L^2 - 2\triangle a u_H u_L^2 + 2(\triangle a)^2 u_H u_L =$$

$$4\triangle a u_H^2 u_L - 2\triangle a u_H u_L^2 - (4u_H - u_L)u_H u_L^2 + (\triangle a)^2 u_H u_L$$

Esta expresión es cero en dos puntos, $\triangle a = 2u_H + u_L + 2\sqrt{u_H(u_H + 2u_L)}$ y $\triangle a = 2u_H + u_L - 2\sqrt{u_H(u_H + 2u_L)}$. La primera raí z esta fuera del intervalo $[-\triangle u, \triangle u]$, la segundo raíz es negativa y que esta dentro del intervalo $[-\triangle u, \triangle u]$ si $u_H \geq \frac{8}{5}u_L$ se cumple.

Es fácil ver que la derivada es negativa entre las dos raíces y positiva en caso contrario, por tanto el regulador puede mejorar el bienestar social con respecto a la situación donde $\triangle a = 0$ eligiendo algún $\triangle a < 0$. El máximo bienestar se alcanza cuando $\triangle a = max\{-\triangle a, 2u_H + u_L - 2\sqrt{u_H(u_H + 2u_L)}\}$.

Sin embargo, El regulador no puede alcanzar óptimos de segundo orden. Para demostrar esto, cogemos las cuotas de mercado de ambas empresas. El regulador pueden influir en los precios solo cuando ambas empresas están en el mercado.De antes, sabemos que esta interesado en elegir una diferencia en los precios de interconexión negativa para mejorar el bienestar social. Bajo estas condiciones, las cuotas de mercado de las empresas son:

$$\alpha_H^* = \frac{2u_H u_L}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L},$$

y

$$\alpha_L^* = \frac{u_H(u_L - \triangle a)}{(\triangle a)^2 + (4u_H - u_L)u_L}.$$

As ser $\triangle a < 0$, la cuota de mercado de la empresa L es siempre positiva, los precios de Ramsey no pueden ser implementados usando $\triangle a$, ya que $\alpha_L^R = 0$, mientras que $\alpha_L^* = 0$.

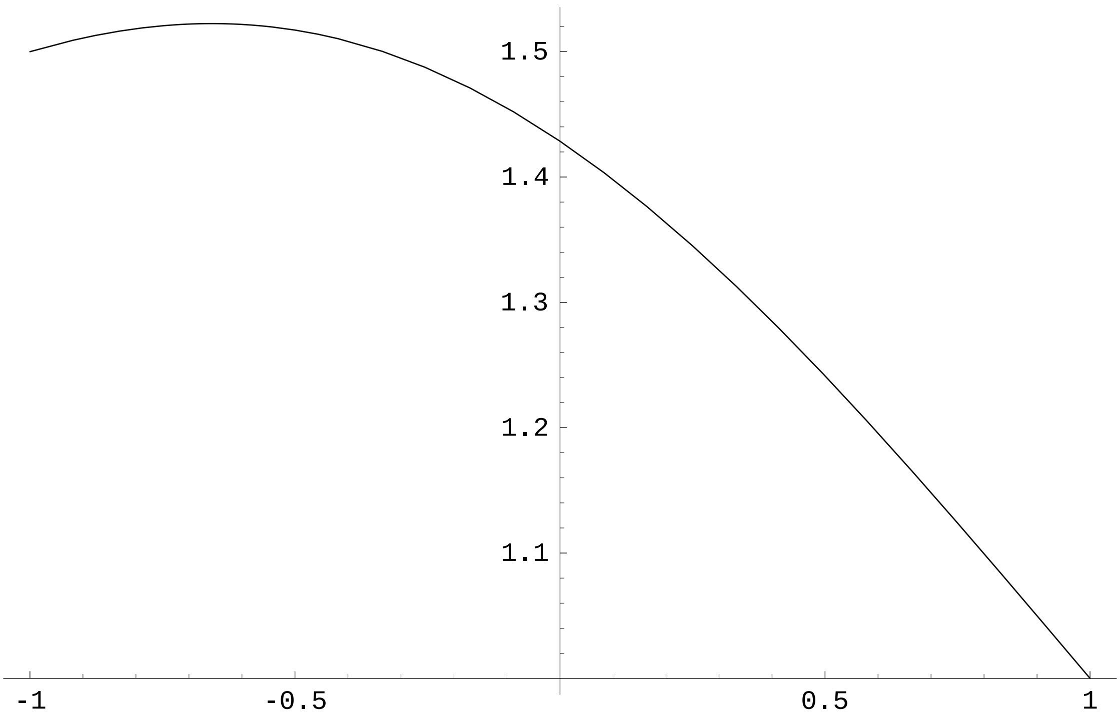


Figura 4.1: Bienestar social como fución de $\triangle a$ en el intervalo $[-\triangle u, \triangle u]$, cuando $u_H = 2$ y $u_L = 1$.