



**RESTRICCIONES PRO ENTRADA EN
SUBASTAS DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:
IMPACTO SOBRE EL BIENESTAR**

Tesis para optar al grado de Magíster en Análisis Económico de la
Universidad de Chile

Autor: Felipe Ramos Anguita
Profesor Guía: Aldo González

Santiago, junio 2020

*Para Paula,
Que la luz de tú espíritu
Siga brillando fuertemente*

Agradecimientos

- *A mi familia, por todo el amor entregado incondicionalmente. A mis abuelos, por amarme como a un hijo más. A mi hermana, por alegrarme día a día. A mis padres, por creer siempre en mí. En especial a mi madre, por permitirme llegar hasta aquí.*
- *A mis amigas del colegio, mis amigas de toda la vida. A Danae, por su eterna alegría. A Cristina, por siempre estar ahí. A Catalina, la primera y más antigua.*
- *A mis amigos del colegio, mis amigos de toda la vida. A Gonzalo: joystick, risas y fútbol. A Andrés, por su amistad sincera y eterna. A Nicolás, amigo del alma. A Tomás, mi hermano.*
- *A mis amigas y amigos de la universidad, mesitas; compañerismo, risas y dignidad. Agustín, Boris, Carla, Katherine y Luis, grandes personas y economistas, mejores amigas y amigos. En especial a Katherine, sé que lograremos un mejor país.*

Antecedentes

- El espectro radioeléctrico presenta un rol clave en la correcta implementación de la tecnología 5G. Ad portas de su desarrollo en los países OCDE, se requiere un rol activo de las agencias de regulación sectorial en la promoción de la competencia durante la asignación de espectro.
- La licitación de espectro no basta por sí misma para generar una correcta estructura aguas abajo. Necesariamente, se debe idear un diseño de subastas específico para cada escenario que enfrente la autoridad regulatoria.
- Mediante la generación de un modelo en dos periodos con interacción estratégica entre los operadores móviles reales es factible detectar las implicancias de bienestar de cada diseño de subasta de espectro.
- La autoridad regulatoria debe considerar lo siguiente:
 - Asignar espectro a incumbentes aumenta la eficiencia productiva y su poder de mercado.
 - Asignar espectro a entrantes aumenta la eficiencia asignativa y las incumbentes se tornan relativamente más ineficientes.
- Dado este tradeoff regulatorio, si el bienestar aumenta principalmente mediante la reducción de costos, debe aplicar una subasta sin intervención. Por el contrario, si el bienestar aumenta mediante el fomento de la competencia, debe aplicar una subasta con restricciones de set aside.
- Asimetrías en la productividad y costos fijos de los operadores, junto con el enfoque de bienestar del regulador, jugarán un importante rol en la recomendación de política asignativa derivada de la investigación.
- Incluir otros modelos de competencia, o mayor heterogeneidad entre las firmas, contribuirá a disminuir la probabilidad de que el regulador disminuya el bienestar social debido a una deficiente asignación de espectro.

Índice

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Antecedentes	III
Índice	IV
Índice de cuadros	V
Índice de figuras	VI
1. Introducción	2
2. El Modelo	5
2.1. Calibración	5
2.2. Competencia Aguas Abajo	6
2.3. Oferta Óptima	10
3. Licitación de Espectro bajo demanda lineal aguas abajo . . .	12
3.1. Modelos de Subasta	13
3.1.1. Modelo I: Subasta Bloque A sin restricciones	14
3.1.2. Modelo II: Subasta Bloque A con set aside	20
3.2. Análisis de Equilibrio de Mercado	20
3.3. Análisis de Bienestar	22
3.3.1. Análisis de Concentración de Mercado	22
3.3.2. Análisis de Bienestar Social	23
4. Licitación de Espectro bajo demanda no lineal aguas abajo .	27
4.1. Modelos de Subasta	28
4.1.1. Modelo I: Subasta Bloque A sin restricciones	28
4.1.2. Modelo II: Subasta Bloque A con set aside	30
4.2. Análisis de Equilibrio de Mercado	30
4.3. Análisis de Bienestar	31
4.3.1. Análisis de Concentración de Mercado	31
4.3.2. Análisis de Bienestar Social	32
5. Extensiones	33
5.1. Licitación bajo Asimetría y Demanda Lineal	34
5.1.1. Productividad de Entrantes mayor a Incumbentes	34
5.1.2. Productividad de Entrantes menor a Incumbentes	37
5.1.3. Costo Fijo de Entrada positivo	42
5.2. Licitación bajo Asimetría y Demanda no Lineal	45
5.2.1. Productividad de Entrantes mayor a Incumbentes	45
5.2.2. Productividad de Entrantes menor a Incumbentes	47
6. Conclusiones	49
A. Bibliografía	51

Índice de cuadros

1.	Escenario A: Incumbentes No Participan	16
2.	Escenario B y C: Participa Una Incumbente	17
3.	Escenario D: Ambas Incumbentes Participan	18
4.	Equilibrio de Nash Subasta Modelo I	19
5.	Participación Incumbentes	19
6.	Escenario E: Subasta con Set Aside	20
7.	Equilibrio de Mercado Post Subasta Modelo I	21
8.	Equilibrio de Mercado Post Subasta Modelo II	21
9.	Concentración de Mercado (IHH)	22
10.	Bienestar Social según nivel de Productividad	24
11.	Bienestar Social según nivel de Costos	25
12.	Escenario A: Incumbentes No Participan	28
13.	Escenario B y C: Participa una Incumbente	29
14.	Escenario D: Participan ambas Incumbentes	29
15.	Equilibrio de Nash Subasta Modelo I	30
16.	Escenario E: Set Aside	30
17.	Equilibrio de Mercado	31
18.	Concentración de Mercado (IHH)	31
19.	Bienestar Social según nivel de Costos	32
20.	Escenarios de Competencia Subasta Modelo I	34
21.	Equilibrio de Nash Subasta Modelo I	35
22.	Escenario E: Subasta con Set Aside	36
23.	Bienestar Social según nivel de Costos	36
24.	Escenarios de Competencia Subasta Modelo I	38
25.	Equilibrio de Nash Subasta Modelo I	39
26.	Escenario E: Subasta con Set Aside	39
27.	Bienestar Social	40
28.	Escenarios de Competencia Subasta Modelo I	42
29.	Equilibrio de Nash Subasta Modelo I	43
30.	Escenario E: Subasta con Set Aside	43
31.	Bienestar Social según nivel de Costos	44
32.	Escenarios de Competencia Subasta Modelo I	45
33.	Equilibrio de Nash	46
34.	Escenario E: Set Aside	46
35.	Bienestar Social según Nivel de Costos	46
36.	Escenarios de Competencia Subasta Modelo I	47
37.	Equilibrio de Nash	48
38.	Escenario E: Set Aside	48
39.	Bienestar Social según Nivel de Costos	48

Índice de figuras

1.	Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor	26
2.	Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total	26
3.	Intervención Regulatoria Óptima	27
4.	Intervención Regulatoria Óptima	33
5.	Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor	36
6.	Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total	37
7.	Intervención Regulatoria Óptima	37
8.	Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor	40
9.	Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total	40
10.	Intervención Regulatoria Óptima	41
11.	Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor	44
12.	Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total	44
13.	Intervención Regulatoria Óptima	45
14.	Intervención Regulatoria Óptima	47
15.	Intervención Regulatoria Óptima	49

Restricciones Pro Entrada en Subastas de Espectro Radioeléctrico: Impacto sobre el Bienestar

Felipe Ramos Anguita, *Universidad de Chile*

Resumen

El espectro radioeléctrico es un insumo escaso, de uso público y esencial en la estructura productiva de los operadores móviles reales. En un entorno de mercado con crecientes requerimientos por incrementar el espectro disponible para las firmas, no basta con la mera licitación de dicho insumo. Ni siquiera el mecanismo de subastas por sí mismo es suficiente para alcanzar un resultado socialmente óptimo aguas abajo. Si la autoridad regulatoria tiene interés en incrementar el bienestar social, el diseño de subastas específico para cada escenario es clave. En este sentido, una subasta sin restricciones será adecuada en escenarios de baja o media productividad dado su impacto en la eficiencia productiva, mientras que en contextos de alta productividad la inclusión de una restricción pro entrada surge como la mejor opción de política debido a su impacto en la eficiencia asignativa. Del mismo modo, la consideración de asimetrías en la productividad de las firmas, la inclusión de costos fijos o la variación de la demanda de mercado jugarán un rol preponderante en la mantención o modificación de la recomendación de política regulatoria óptima.

Palabras Clave: Market Regulation, Market entry, Policy instruments, Spectrum licensing.

JEL Classification D82 · L51 · L96

1. Introducción

El espectro radioeléctrico es el principal insumo productivo que tienen los operadores móviles para generar el servicio de telecomunicaciones. En cada país, el espectro es un bien nacional de uso público, escaso y administrado por el gobierno local a través de una agencia de regulación sectorial.

Al ser un bien con las características mencionadas, no existe un mercado entre privados que permita la compra y venta de espectro, al menos, en términos de adquisición del insumo.

En este contexto, el regulador sectorial de cada país debe idear la manera más adecuada de asignar el espectro entre las firmas interesadas en adquirirlo. Sean operadores establecidos, o bien, nuevas firmas que deseen entrar a competir al mercado.

Algunas agencias reparten este insumo mediante la determinación de una tarifa fija establecida para cada operador asignado.

Tal como plantea Cramton (2013), la dificultad de esta metodología radica en las asimetrías de información existentes entre regulador y operadores. Lo que en un ambiente de maximización de beneficios, puede generar un problema de agencia.

Debido a que el agente, en este caso, la empresa adquiriente de espectro, puede utilizar este insumo para fines distintos al otorgamiento del servicio a los consumidores. Tal como es el caso de utilizar dicho insumo en bloquear la entrada de nuevos competidores para limitar el grado de competencia en el mercado aguas abajo.

Para evitar este problema, al menos, ex ante a la repartición, la mayor parte de las agencias reguladores otorgan espectro a partir de licitaciones públicas de espectro.

Estas licitaciones consisten generalmente en ofrecer dentro de una subasta, un conjunto de bloques de espectro de cierta banda de frecuencia en particular. Donde cada bloque se subasta de forma individual y es adquirido por la firma que realiza la mayor oferta en términos monetarios.

Las subastas de espectro se pueden implementar de dos formas, principalmente. Por un lado se encuentran las subastas sin restricciones en las que cada firma compete de igual a igual con las demás interesadas.

Por otro lado, están las subastas con restricciones, estas subastas entregan ciertas limitaciones o facilidades a un tipo de firma en particular, a modo de equiparar el poder de mercado entre las firmas participantes de la subasta.

Lo anterior es relevante debido a que al igual que lo ocurrido en la repartición mediante tarifa fija, las empresas pueden utilizar su poder de mercado para adquirir espectro con fines contrarios a la libre competencia. Al excluir potenciales nuevos competidores que harían aumentar la innovación o bajar los precios, entre otros aspectos ligados al bienestar social.

Este fenómeno conocido como 'monopoly persistence' fue expuesto por Gilbert & Newbery (1982). En específico, dichos autores plantean que en un mercado competitivo en el que la entrada de un nuevo competidor reduce los beneficios totales de la industria al transformarse de monopolio a duopolio, el operador incumbente siempre realizará un patentamiento preventivo.

Entonces, la invención de nuevas patentes –en nuestro caso, la adquisición de nuevo espectro– siempre la realizará el monopolista por sobre un nuevo competidor. Este resultado se debe a que al contar este último con menores beneficios post entrada nunca podrá realizar una oferta lo suficientemente competitiva respecto a la oferta del incumbente.

Por ello, el incumbente con el objetivo de no perder beneficios en el mercado aguas abajo, estará dispuesto a participar de la licitación, incluso cuando le sea conveniente no utilizar el espectro adicional adquirido, generando según los autores, el problema de patentes fantasmas.

En ciertas ocasiones, esta situación también se mantiene en industrias con mayor grado de competencia pre licitación. Aunque tal como demostraremos en las siguientes secciones y siguiendo lo planteado por Gilbert (2006), en una competencia Nash-Cournot con baja o media ganancia de eficiencia productiva no siempre se cumple el fenómeno del patentamiento preventivo, ya que, los incumbentes pueden obtener mayores beneficios acomodando la entrada o bien, mediante el free riding.

El problema de free riding surge cuando en presencia de al menos dos operadores establecidos y un conjunto de posibles entrantes, el operador incumbente que no participa de la licitación obtiene mayores beneficios netos aguas abajo respecto al operador establecido que se adjudica el espectro.

Lo anterior, debido a que al no ser directamente quien realiza el patentamiento preventivo, no realiza ningún gasto por el bloqueo, pero sí se beneficiará del mantenimiento de la estructura de mercado. Esto provoca que la licitación realizada por la autoridad regulatoria genere un equilibrio socialmente ineficiente.

Si bien, en presencia del fenómeno de monopoly persistence, un regulador debiese diseñar una subasta que busque disminuir la concentración de mercado aguas abajo para facilitar la entrada de nuevos competidores, esta decisión de política que a priori busca aumentar el bienestar social, no siempre generará dicho resultado.

Ya que, tal como plantea Jehiel y Moldovanu (2000) y Cramton et al (2011), al momento de repartir espectro, el diseño de subastas debe ser capaz de considerar el tradeoff existente entre disminuir el poder de mercado de las firmas establecidas promoviendo la llegada de nuevas firmas, pero teniendo presente que bajo cierto nivel de concentración, la presencia de importantes costos fijos harán inviable la promoción de nuevos competidores.

Es correcto que el regulador debe buscar promover la competencia aguas abajo,

pero también debe ser capaz de considerar la estructura productiva de los operadores móviles. Esto genera que el bienestar social puede mejorar con la licitación mediante dos mecanismos, que al ser sustitutos generan un constante tradeoff regulatorio.

Por un lado, el bienestar puede aumentar gracias al fomento de la eficiencia asignativa al otorgar licencias de espectro a nuevos competidores. De esta manera, el regulador fomenta el nivel de competencia al disminuir el poder de mercado de los operadores establecidos, pero al mismo tiempo, afecta la estructura productiva de las firmas establecidas.

Por otro lado, el bienestar puede aumentar debido al fomento de la eficiencia productiva gracias al otorgamiento de las licencias a los operadores incumbentes. Con ello, el regulador fomenta la disminución de los costos de producción de las firmas incumbentes, pero en paralelo, permite que incrementen su poder de mercado.

Como el espectro es un bien escaso, el regulador deberá seleccionar solo una alternativa de política asignativa. Mejorar la eficiencia productiva sin incrementar la competencia aguas abajo, o bien, mejorar la eficiencia asignativa sin perfeccionar la eficiencia de los operadores establecidos. La decisión óptima de política será aquella que genere la mayor ganancia de bienestar social.

Cabe destacar, que la única manera en que el regulador puede incidir en la estructura del mercado es mediante la subasta, ya que, el precio de equilibrio aguas abajo se genera producto de la interacción entre las firmas y no es regulable.

Por lo tanto, la licitación y en específico, el mecanismo de subasta con el que se lleva a cabo la licitación, es el instrumento clave de política que el regulador tiene para alcanzar la estructura de mercado aguas abajo deseada y con ello, conducir al mercado a su nivel socialmente óptimo.

La presente investigación buscará determinar la decisión de política óptima que debe implementar el regulador bajo distintos escenarios competitivos. En específico, la recomendación de política será sobre el mecanismo de subasta más adecuado que deba anunciar la autoridad regulatoria considerando el nivel de productividad y el tipo de demanda de mercado que enfrentan las firmas, junto con el grado de asimetría entre incumbentes y entrantes.

Esta recomendación se realizará tomando en cuenta, dos enfoques que la autoridad regulatoria puede presentar sobre el bienestar social. Por un lado, el regulador puede estar particularmente interesado en mejorar el bienestar de los consumidores. Mientras que por otro lado, además de los consumidores puede tener un interés adicional en la recaudación obtenida con la licitación.

En contextos de alta productividad, la intervención regulatoria mediante una restricción de set aside es socialmente óptima. A diferencia de lo sucedido en niveles de baja productividad donde la licitación sin intervención generará mayor bienestar.

Tanto las asimetrías entre incumbentes y entrantes, como el enfoque particular

del regulador y la demanda de mercado, afectarán los beneficios de las firmas y sus respectivas ofertas por espectro. Esto generará variaciones en el equilibrio de mercado, pudiendo incluso, provocar importantes modificaciones sobre la recomendación de política regulatoria.

Luego de la introducción, la segunda sección presenta el modelo de competencia en la subasta y en el mercado aguas abajo. La sección tres expone para una demanda lineal de mercado los modelos de subasta y la decisión regulatoria óptima. La cuarta sección expone un análisis equivalente para una demanda no lineal. La sección cinco es una extensión del modelo al incorporar asimetrías en la productividad, para ambos tipos de demanda. La sección seis presenta las conclusiones de la investigación.

2. El Modelo

Para evaluar el impacto de cada tipo de licitación sobre la estructura de mercado y el bienestar, se construirá un modelo de equilibrio parcial de dos periodos.

En el primer periodo, la autoridad regulatoria realizará una licitación pública de espectro para el mercado de telecomunicaciones móviles. Este mercado se encuentra compuesto inicialmente por un conjunto de incumbentes que poseen espectro.

Además de los incumbentes, existen nuevas firmas interesadas en entrar al mercado. Por ende, en la licitación se producirá una competencia aguas arriba entre las posibles firmas entrantes y los operadores previamente establecidos en el mercado.

Una vez adjudicada la licitación, en el segundo periodo se producirá una nueva competencia. Esta vez, por el mercado aguas abajo entre las firmas que posterior a la licitación tengan espectro en su poder.

2.1. Calibración

Entonces, el modelo se desarrollará de la siguiente manera:

T=0: Firmas establecidas y posibles entrantes compiten por adquirir un número limitado de bloques par de espectro licitado, $\overline{EL} = \{1, 2, \dots, n\}$.¹

T=1: Firmas que poseen y/o adquieren espectro compiten por consumidores finales en el mercado aguas abajo.

Durante el primer periodo el conjunto de incumbentes $N_I = \{2, 3, \dots, n\}$ que tienen en su posesión una cierta cantidad de espectro inicial ($\overline{EI}_i > 0$), competirá en la subasta contra un conjunto de posibles firmas entrantes $N_E = \{2, 3, \dots, n\}$ que no poseen espectro y desean entrar a competir en el mercado aguas abajo.

¹ Un bloque par de espectro está compuesto por un bloque de espectro en bandas de baja frecuencia y por un bloque de espectro en bandas de alta frecuencia. Las bandas bajas entregan amplitud al servicio, mientras que las bandas altas entregan rapidez. Por ende, un bloque par permite la correcta entrada de un nuevo operador.

Por ello, a cada operador además de interesarle la cantidad de espectro que adquiere en términos absolutos, también le interesa su posesión en términos relativos. Debido a que a mayor posesión espectral de los competidores, menor será la importancia relativa del espectro particular de la firma y por ende, menor será su producción individual y sus beneficios aguas abajo.

Dada la descripción anterior, cada operador posee una cantidad E_i de bloques de espectro, equivalente a:

$$E_i = \overline{EI}_i + EL_i, \quad EL_i = \left(\overline{EL} - \sum_{j=1}^{N-1} EL_j \right), \quad \forall i \neq j \quad (2.1)$$

Donde \overline{EI}_i es cero si la firma es entrante, o bien, mayor a cero si la firma es incumbente. Mientras que EL_i es la cantidad de bloques de espectro que la firma se adjudica en la licitación.

Para cada firma la única forma de adquirir nuevos bloques de espectro es participando en la licitación. La autoridad regulatoria licitará bloques de espectro a través del mecanismo de subasta, donde las condiciones de competencia son anunciadas previamente por el regulador.

En términos generales, cada subasta es de sobre cerrado único por firma, donde la adjudicación recae en quién realiza la mejor oferta monetaria por el espectro licitado (O_i^{EL}), o sea, en la firma que está dispuesta a pagar el mayor precio en la subasta.

Además, cada operador posee información completa sobre los demás postulantes. Esto es, siguiendo un juego simultáneo donde cada jugador conoce los resultados propios y de los demás en cada escenario factible.

Dado que el espectro es un insumo que está directamente relacionado con la capacidad de producción, en $T=0$ cada firma realizará su oferta en la subasta hasta conseguir la cantidad de espectro que le permita obtener la mejor estructura de mercado para sus beneficios.

Luego de la subasta de espectro, durante $T=1$ cada firma maximiza sus beneficios individualmente escogiendo la cantidad óptima a ofrecer en el mercado. Esta cantidad depende de su capacidad productiva, la que se encuentra determinada por la cantidad de factores productivos que posee.

2.2. Competencia Aguas Abajo

Al igual que lo propuesto por la International Telecommunications Union (ITU, 2017) y por Prasad (2015), la tecnología de producción será del tipo Cobb-Douglas:

$$Q_i(E, T) = \lambda_i \cdot E_i^\alpha \cdot T_i^\beta \quad (2.2)$$

Donde λ representa la productividad que posee cada firma y en conjunto con los factores productivos, espectro radioléctrico (E) y estaciones de transmisión base (T) generan el servicio de telecomunicaciones al conjunto de suscriptores móviles (Q)

que es el proxy de minutos de uso (MoU, por su sigla en inglés).

Tal como mencionábamos previamente, las firmas presentan rendimientos crecientes a escala, por ende, $\alpha + \beta > 1$. Específicamente, siguiendo las estimaciones de Prasad (2015) asumiremos que $\bar{\alpha} = 1$ y $\bar{\beta} = 1$.²

De esta forma, cuando los insumos de producción aumenten en una cierta proporción, t , la cantidad producida aumentará en una proporción mayor, equivalente a $t^{(\alpha+\beta)}$ debido a la forma funcional de (2.2).

Por otra parte, los costos de producción de cada operador se expresan mediante la siguiente función de costos:

$$C_i(E, T) = P^E \cdot E_i + P^T \cdot T_i + F_i \quad (2.3)$$

Donde P^E es el precio del espectro y P^T el precio de las estaciones de transmisión.

Una vez que la firma adquiere espectro y se encuentra operando dentro de la capacidad de dicho insumo, el costo marginal de la utilización de espectro es cero. Por lo tanto, hasta no alcanzar el límite de capacidad espectral la firma no necesitará adquirir bloques adicionales y el precio del espectro será cero, $P^E = 0$.

Además de los costos variables, en (2.3) cada nuevo operador presenta un costo fijo por establecerse en el mercado (F_i).³ De este modo, será cero para incumbentes, mientras que para operadores entrantes será equivalente al beneficio de una firma que opera dentro de un oligopolio con cinco firmas simétricas:⁴

$$F_i = \left(\frac{A - \frac{P^T}{\lambda_i \cdot E_i}}{(N + 1)} \right)^2 \quad (2.4)$$

Adicionalmente, reemplazando el nivel de producción en (2.3), se obtendrá la estructura de costos en función de la cantidad producida, esto es:

$$C_i(q_i) = P^T \left(\frac{q_i}{\lambda_i \cdot E_i^\alpha} \right)^{\frac{1}{\beta}} + F_i \quad (2.5)$$

Dado los valores de α y β , la función (2.5) se puede reescribir como:

$$C_i(q_i) = \left(\frac{P^T}{\lambda_i \cdot E_i} \right) q_i + F_i = c_i q_i + F_i, \quad c_i = \frac{P^T}{\lambda_i \cdot E_i} \quad (2.6)$$

De esta forma, el costo marginal será constante para cada nivel de producción.

² Prasad (2015) realiza cuatro modelos de estimación de la función de producción, dos de ellos del tipo Cobb-Douglas, en uno $\alpha = 0,937$ y $\beta = 1,002$, mientras que en el otro $\alpha = 0,97$ y $\beta = 0,73$.

³ La presencia del costo fijo dependerá de su posible amortización. En la siguiente sección se abordará en mayor detalle.

⁴ A nivel OCDE, ese es el mercado menos concentrado que se puede observar. Por ende, es factible establecer dicho costo en ese nivel. De lo contrario, si fuese mayor no se podría sostener en el tiempo dicha estructura, y si fuese menor, ya se hubiese experimentado en alguna economía un mercado con seis operadores.

Finalmente, resta por determinar el tipo de competencia presente en el mercado. Dada la forma en que está presentado el modelo es necesario un tipo de competencia aguas abajo en donde la interacción estratégica entre las firmas sea relevante al momento de determinar las decisiones de producción de cada participante.

Debido a lo anterior, y al igual que lo planteado tanto por Gilbert & Newbery (1982) y por Cramton et al (2011) para un mercado monopólico capaz de incorporar nueva competencia respecto a la invención de una nueva patente y la asignación de nuevo espectro radioeléctrico, respectivamente.

Como por Jehiel & Moldovanu (2000) y Gilbert (2006) para la invención de nuevas patentes dentro de un mercado duopólico, la competencia entre los operadores participantes del mercado aguas abajo se llevará a cabo mediante una competencia *a la Cournot*.

Competencia que a diferencia de los estudios mencionados previamente, partirá desde una estructura duopólica que puede transformarse en un oligopolio con tres firmas participantes aguas abajo.

Lo anterior, permite abarcar un rango de casos que previamente no ha sido abordado de manera específica, logrando la generación de nuevas recomendaciones de política respecto a la asignación de espectro bajo estructuras de mercado más competitivas.

Respecto a la demanda de mercado aguas abajo, se analizará el resultado bajo dos tipos de formas funcionales. En primer lugar, las firmas enfrentarán una demanda lineal de mercado del tipo:

$$Q(P) = A - P \quad (2.7)$$

Donde, P y Q corresponde al precio y demanda del mercado aguas abajo, respectivamente. Mientras que A, es la sumatoria de porcentaje del presupuesto de cada consumidor que gasta en este bien en particular.⁵

Entonces, las firmas maximizan utilidades escogiendo la cantidad óptima a ofrecer en el mercado aguas abajo, de modo que:

$$Max_{q_i} \Pi_i = P \cdot q_i - C(q_i) \quad (2.8)$$

Donde $(P \cdot q_i)$ son los ingresos totales de la firma a los que se les debe restar el costo total de la cantidad producida $(C(q_i))$. Expresado (2.8) en función de la cantidad, obtenemos:

$$Max_{q_i} \Pi_i = \left(A - \sum_{i=1}^N q_i \right) \cdot q_i - c_i \cdot q_i \quad (2.9)$$

⁵ Dado que al igual que en Puu (2008), estamos interesados en el equilibrio parcial de la economía, tanto para la demanda lineal como la no lineal asumiremos que los consumidores solamente consumen este bien, por ende, A es equivalente al total de sus ingresos.

Para maximizar sus beneficios, la firma debe calcular la derivada parcial de (2.9) respecto a q_i e igualar a cero, obteniendo:

$$q_i(Q_{-i}) = \frac{A - c_i - (Q - q_i)}{2}, \quad Q_{-i} = Q - q_i \quad (2.10)$$

La ecuación (2.10) es la función de reacción del modelo Cournot y refleja la conducta óptima de cada firma dada la conducta de los demás competidores. Al reemplazarla dentro de (2.9) se obtendrán las utilidades de cada firma.

En segundo lugar, se analizará la interacción entre las firmas bajo una demanda de mercado no lineal, específicamente una demanda isoelástica:

$$Q(P) = A \cdot P^\varepsilon \quad (2.11)$$

Como en Puu (1991, 2008), Tramontana (2010) y Yao et al (2012), emplearemos una demanda isoelástica con elasticidad precio unitaria,⁶ de modo tal que la demanda inversa de mercado queda expresada como:

$$P = \frac{A}{Q} \quad (2.12)$$

Al igual que para el caso lineal, las firmas maximizan beneficios. Considerando (2.12), tenemos que:

$$Max_{q_i} \Pi_i = \frac{q_i}{Q} - c_i \cdot q_i \quad (2.13)$$

Siguiendo a Ahmed & Agiza (1998), tenemos que la función de reacción de cada firma cuando tiene N competidores es:

$$q_i(Q_{-i}) = \sqrt{\frac{Q - q_i}{c_i}} - (Q - q_i), \quad Q_{-i} = Q - q_i \quad (2.14)$$

Esto implica que:

$$q_i = \frac{(N - 1)(c - (N - 1)c_i)}{c^2}, \quad c = \sum_{i=1}^N c_i \quad (2.15)$$

Reemplazando (2.15) en (2.13), obtenemos la maximización de beneficios:

$$\Pi_i = \frac{(c - (N - 1)c_i)^2}{c^2} \quad (2.16)$$

Ya presentados los modelos de competencia aguas abajo, corresponde detallar el mecanismo con el que cada firma determina su oferta óptima aguas arriba.

⁶ Si bien, existen investigaciones sobre el mercado de telecomunicaciones móviles que estiman una mayor elasticidad precio tal como Iimi (2005) para Japón ($\varepsilon = 1,3 - 2,4$) o Kathuria et al (2009) para India ($\varepsilon = 2,1$), también están los trabajos de Hausman & Ros (2013) para México ($\varepsilon = 0,5$), Dewenter & Haucap (2007) para Austria ($\varepsilon = 0,3 - 0,7$) y Lange & Saric (2016) para la Unión Europea ($\varepsilon = 0,2 - 0,3$) cuyos resultados apuntan a mercados más inelásticos. Entre ambos resultados, están las investigaciones de Garbacz & Thompson (2007) para países en desarrollo ($\varepsilon = 0,2 - 1,3$) y Grzybowski (2008) unión europea ($\varepsilon = 0,2 - 1,0$) que apuntan a una elasticidad entorno a uno. En términos generales, tal como lo plantea Galperín & Ruzzier (2013), la elasticidad dependerá de cuán maduro esté el mercado. Países más desarrollados tendrán una menor elasticidad precio que aquellos mercados pertenecientes a países emergentes.

2.3. Oferta Óptima

Como se mencionaba previamente, las firmas subastarán por espectro hasta conseguir la estructura de mercado que considerando el pago en la subasta les permita obtener los mayores beneficios netos aguas abajo.

Para ello, dicha oferta tiene que estar lo suficientemente por sobre la de sus competidores, a modo de adjudicarse la licitación. Pero al mismo tiempo sin ofertar en exceso, a modo que dicha oferta no le genere menores beneficios económicos con respecto al escenario de no participar en dicha subasta.

En este sentido, como primera etapa las firmas deben realizar un análisis comparativo entre los beneficios netos obtenidos en los escenarios de adquirir (π_i^P) y no adquirir espectro (π_i^{NP}). Definimos el beneficio neto como la diferencia entre los beneficios brutos aguas abajo post adquisición de espectro (Π_i^P) y la oferta monetaria de adjudicación del bloque espectral (O_i^{EL}).

Entonces, la firma solo participará en la subasta si los beneficios netos derivados de dicha acción son iguales o superiores a no participar en la licitación. Esto es:

$$\Pi_i^P - O_i^{EL} \geq \Pi_i^{NP} \quad (2.17)$$

$$\pi_i^P \geq \pi_i^{NP} \quad (2.18)$$

Una vez que la firma decide participar de la licitación, la segunda etapa consiste en determinar la oferta óptima que realizará en la subasta. En este contexto, la firma debe realizar un análisis comparativo ya no consigo misma, sino que con el rendimiento obtenido por la firma rival.⁷

Específicamente, debe comparar los beneficios brutos derivados de la adquisición de espectro entre ambas firmas. De esta forma, la oferta óptima será equivalente a:

$$O_i^{EL}(\Pi_i, \Pi_j) = \begin{pmatrix} \Pi_j + \varepsilon & \Pi_i > \Pi_j \\ \Pi_i & \Pi_i = \Pi_j \\ 0 & \Pi_i < \Pi_j \end{pmatrix}$$

Oferta Óptima en Subasta

La primera fila de la matriz corresponde al caso donde la firma obtiene mayores beneficios que sus competidores al adquirir el espectro disputado en la subasta, por ende, para adjudicárselo basta con realizar una oferta equivalente a los beneficios de la competencia más un epsilon mayor a cero para adquirir el bloque de espectro.

La segunda fila expone el caso en que las firmas obtendrían beneficios equivalentes al adjudicarse la licitación. Debido a esto, la firma no puede realizar una oferta superior a la de su rival, ya que obtendría beneficios negativos, ni tampoco una oferta inferior, ya que, perdería la subasta. Por ello, las firmas realizan ofertas idénticas.

⁷ Puede que en la subasta participen más de dos firmas, pero en términos comparativos la única restricción activa es con la firma rival más competitiva, de ahí la singularidad.

La tercera fila corresponde a la situación en donde la firma rival obtendría mayores beneficios al adquirir espectro. Dado lo anterior, la firma no puede ni siquiera igualar la oferta de su competidora, dada la racionalidad de beneficios no negativos. Por ende, en esta situación, la firma no participa de la subasta.

Si bien, lo planteado en la segunda fila es válido para la mayoría de los casos analizados, hay un caso particular en donde la oferta óptima será mayor a la descrita.

Cuando las firmas establecidas y entrantes son simétricas entre sí, excepto en la cantidad de espectro inicial que poseen, la competencia efectiva por el espectro subastado será solo entre las firmas incumbentes, ya que el espectro les genera una mayor eficiencia productiva.

Lo planteado en la oferta óptima previa implica que bastaría con que cada incumbente oferte una cantidad epsilon mayor a las entrantes para que una de las dos se adjudique el bloque subastado, ya que al ser simétricas, tendrán igual probabilidad de adjudicarse la licitación y equivalentes beneficios netos en valor esperado.

Pero cuando las firmas poseen un bajo desarrollo técnico, dicha oferta no es un equilibrio estable. Cada firma puede aumentar sus beneficios al realizar una oferta un epsilon mayor a la realizada por la otra incumbente, obteniendo con certeza un mayor beneficio neto.

Dada esta situación, iterativamente las firmas incumbentes subirán su oferta hasta lograr que el beneficio neto en valor esperado de ganar la subasta sea equivalente al beneficio neto con certeza derivado de dejar que sea la otra firma establecida la que adquiera el espectro.

O sea, que la oferta óptima será equivalente a la diferencia entre los beneficios brutos por adquirir con certeza espectro y los beneficios netos por adquirir espectro en valor esperado:

$$O_i^L = \Pi_i^P - E[\pi_i^P] \quad (2.19)$$

En otras palabras, la firma buscará adquirir con total certeza el bloque de espectro subiendo su oferta hasta el punto en que el nivel alcanzado por la oferta la deje indiferente entre adjudicarse o no la licitación.

Cada una de estas posibles ofertas será efectiva en la medida en que adjudicarse la licitación le otorgue mayores beneficios netos a la firma respecto a la decisión de no participación en la subasta.

Una vez determinada la estrategia de oferta en las subastas, corresponde analizar el resultado de la licitación de espectro en la estructura del mercado aguas abajo y en el bienestar social según las diferentes especificaciones que se realicen sobre la estructura previa del mercado.

Tal como veremos, tanto la asimetría en la posesión de espectro como los diferentes contextos competitivos en que ocurren las subastas serán factores claves al

momento de escoger la subasta óptima de espectro.

En la siguiente sección se presentará el caso correspondiente a un mercado duopólico simétrico cuya demanda de mercado es lineal. Este mercado puede transformarse en un oligopolio con tres firmas si la licitación se la adjudica un nuevo entrante, o bien, mantenerse en un estado duopólico si es que uno de los operadores establecidos se adjudica el espectro adicional.

Luego de analizar el primer caso, las siguientes secciones presentarán modificaciones tanto al tipo demanda como a la simetría entre las firmas. Otorgándole mayor o menor desarrollo tecnológico a las firmas entrantes respecto a las incumbentes.

Tanto para el modelo lineal como para el modelo no lineal, las asimetrías en la productividad jugarán un rol preponderante en potenciar o debilitar los resultados encontrados en las secciones previas.

A modo de motivación, en cada caso se analizará si efectivamente se cumple lo planteado por Jehiel y Moldovanu (2003), respecto a que serán las firmas incumbentes las que de manera exclusiva adquieran espectro si la subasta no incluye la restricción de set aside.

3. Licitación de Espectro bajo demanda lineal aguas abajo

En esta sección analizaremos bajo un contexto de demanda lineal de mercado y simetría entre las firmas, los diferentes modelos de subasta que puede implementar la autoridad regulatoria al momento de licitar espectro. Específicamente, se analizarán dos modelos de subastas.

En primer lugar, se analizará la subasta sin restricciones (modelo I), o sea, aquel modelo de subasta en el que tanto incumbentes como posibles entrantes compiten en igualdad de condiciones. Esto se traduce en que no habrán ciertas facilidades o limitantes para entrantes o incumbentes, respectivamente.

En segundo lugar, se analizará la subasta con restricciones de set aside (modelo II), subasta que va en directo beneficio de las firmas entrantes al no permitir participar dentro de la licitación a los operadores que ya poseen espectro.

Para cada modelo de subasta el análisis comenzará determinando los beneficios brutos derivados de cada escenario de participación de las firmas, con ello, se establecerán las posibles ofertas de espectro de cada escenario. Luego, con los beneficios netos de cada escenario se establecerá el equilibrio de Nash perfecto en subjuegos (en adelante, el equilibrio de Nash o el equilibrio) alcanzado por cada modelo de subasta.

Con el establecimiento del escenario de competencia y el correspondiente equilibrio alcanzado por cada modelo de subasta, se podrá realizar un análisis comparativo sobre el bienestar alcanzado por ambas subastas.

Finalmente, con esta información el regulador escogerá aquel modelo de subasta

que consiga el mayor bienestar social posible.

En dicha elección, el regulador debe considerar que el bienestar puede incrementarse a través de dos vías, que además de ser excluyentes entre sí, no producirán en todo contexto el efecto deseado.

Ya que, cuando el regulador decide aumentar el bienestar gracias al incremento de la eficiencia productiva de las firmas establecidas, el poder de mercado de las incumbentes también aumentará, lo que puede provocar un efecto rebote en el bienestar al disminuir la eficiencia asignativa.

Por otro lado, cuando el regulador decide aumentar el bienestar mediante la disminución de la concentración al permitir nuevos competidores, al mismo tiempo dejará invariante la eficiencia productiva y debido a las economías de escala, el efecto neto en el bienestar puede ser negativo.

Dado este tradeoff regulatorio, si el bienestar social aumentase mayoritariamente mediante la vía de la reducción de costos, el regulador debiese aplicar el modelo de subasta sin restricciones. Por el contrario, si el principal incremento es gracias al aumento de la competencia, el modelo de subasta con restricciones de set aside debe ser aplicado.

3.1. Modelos de Subasta

En el contexto previo a la licitación, el mercado estará compuesto por dos firmas simétricas que poseen un bloque de espectro: $E_{I1} = E_{I2} = 1$. Junto con las N_I firmas establecidas, existirá un conjunto N_E de firmas simétricas entre sí interesadas en participar en el mercado aguas abajo.⁸

Bajo este entorno competitivo aguas arriba, el regulador licitará mediante subasta un bloque par, llamado A. Esta subasta que será al mejor postor mediante sobre sellado, puede llevarse a cabo de dos maneras. Mediante una subasta sin restricciones (modelo I), o bien, mediante la aplicación de set aside (modelo II).

Como mencionábamos en la sección previa, cada firma debe realizar un análisis en dos etapas para determinar su oferta óptima. Dado que la decisión de participación depende directamente de la oferta realizada, el análisis debe realizarse bajo la metodología de inducción hacia atrás.

De modo que solamente una vez que esté determinada la oferta competitiva en la subasta se proceda a analizar si dicha oferta es capaz de generar la participación de la firma en la subasta.

Entonces, se generarán distintos escenarios de participación. Donde cada escenario será una de las posibles combinaciones de participación derivadas de las decisiones de cada firma y las limitaciones impuestas por la autoridad regulatoria.

⁸ Con respecto a las firmas incumbentes, las entrantes serán simétricas en todos los aspectos, excepto en la posesión inicial de espectro.

3.1.1. Modelo I: Subasta Bloque A sin restricciones

Si el regulador no aplica restricciones a la subasta, además de las firmas entrantes, cada una de las firmas establecidas tiene la posibilidad de participar en la licitación, por ende, tendremos cuatro posibles escenarios.

Escenario A: ninguna de las firmas incumbentes participa de la licitación, acomodando la entrada de la firma entrante. Esto genera que la competencia por espectro ocurra solo entre las posibles entrantes.

Escenario B y C: solamente una de las dos incumbentes decide competir por espectro. En este caso, la competencia aguas arriba es entre incumbente y entrante.

Escenario D: ambas incumbentes deciden participar en la subasta, generando una competencia entre incumbentes por adquirir espectro adicional.⁹

El escenario que finalmente se produzca estará determinado por el o los equilibrio(s) de Nash derivados de la decisión de participación de las firmas incumbentes.

Esta decisión, dependerá de los distintos contextos competitivos en los que se desarrolle la subasta. Es decir, serán claves factores como la productividad (λ) o el precio de la infraestructura (P^T), junto con el grado de asimetría existente entre incumbentes y entrantes en estos factores y en la posesión de espectro.

Los factores previos adquieren la relevancia mencionada debido a que influirán directamente en el nivel de eficiencia productiva de las firmas. Dada la estructura de costos de las firmas, una mayor productividad, un menor costo de la infraestructura de transmisión, o una mayor posesión de espectro tendrán un impacto positivo en la eficiencia de cada firma al disminuir los costos marginales de producción.

Como la productividad y el precio de la infraestructura son exógenos a las firmas, la adquisición de espectro es el mecanismo clave con el que las firmas pueden incrementar sus beneficios netos mediante el aumento del poder de mercado derivado de la ganancia de eficiencia productiva. Aunque, como veremos en esta sección, la adquisición de espectro no será la decisión óptima en todo contexto.

En contextos de bajo desarrollo productivo o de elevados precios de la infraestructura, aumentar la cantidad de espectro adquiere incluso una mayor importancia relativa, dado que su impacto en la estructura de costos será más pronunciado.

A diferencia de lo sucedido en contextos de elevado desarrollo productivo o bajos precios de la infraestructura, donde la adquisición de espectro tendrá un menor peso relativo dentro de los costos de la firma. En contraste, el costo de dicha inversión es creciente a mayor eficiencia de los competidores. Por ende, las firmas pueden considerar preferible no participar en las subastas.

⁹ Como se mencionaba previamente, a pesar de que existan las entrantes como potenciales competidoras, al no poseer espectro inicial serán menos eficientes y no serán capaces de realizar ofertas competitivas respecto a las ofertas de incumbentes.

Por otro lado, en contextos de productividad media puede generar una situación particular. Un operador incumbente aún cuando no adquiera por sí mismo el espectro, puede verse beneficiado de la subasta en términos netos siempre que sea otro incumbente el que adquiera el espectro en desmedro de una entrante.

Específicamente, cuando la subasta es adjudica por una incumbente, ambos operadores establecidos obtendrán mayores beneficios brutos respecto al escenario donde una firma entrante adquiere espectro. Al mismo tiempo, la incumbente que no adquiere espectro no debe costear ninguna inversión.

Por ende, a pesar que la otra establecida sea la que obtenga mayores beneficios brutos, al descontar el pago por la inversión en espectro, quedará con mayores beneficios netos la incumbente que no participó de la subasta, generándose un problema de free riding.

En otras palabras, se produce un problema de agencia cuando la adquisición de espectro sea relevante en términos de eficiencia pero no lo suficiente como para que la firma realice por sí misma una oferta en la subasta.

En definitiva, como la decisión de participación depende directamente del desarrollo tecnológico, el análisis de los distintos escenarios se realizará considerando distintos niveles de productividad de las firmas.

Para la realización de las distintas simulaciones, se establecerá el nivel de demanda lineal como: $Q(P) = 100 - P$. El costo fijo de las entrantes, inicialmente será $F_e = 0$, asumiendo al igual que Gilbert & Newbery (1982) que al ser un costo hundido se amortizará completamente en el tiempo.¹⁰ Mientras que el precio de la infraestructura de transmisión inicialmente estará fijado en $\overline{P^T} = 5$, para luego transformarse en variable.

De este modo, el análisis del modelo óptimo de subasta comenzará considerando los distintos niveles de productividad que pueden presentar las firmas.¹¹ Posteriormente, al dejar variable P^T , el análisis de optimización se realizará en base al nivel de eficiencia mediante las variaciones en los costos marginales de producción.

Las primeras tres tablas presentan los beneficios brutos y netos de las firmas en cada escenario, junto con la oferta óptima para cada nivel de productividad.

La tabla 1 presenta el escenario A, donde las incumbentes acomodan la entrada. Por tanto, las únicas ofertas que recibe el regulador son de posibles firmas entrantes.

¹⁰ Al ser un costo hundido no afecta la producción de la entrante, por ende, la exclusión de F_e le entrega una mayor parsimonia al análisis. Mientras que su inclusión, le otorga un mayor grado de realismo al considerar la mayor dificultad de la competencia de la entrante con los operadores establecidos. Esta situación será uno de los casos analizados durante la sección de extensiones.

¹¹ Dado que $P^T = 5$, el nivel mínimo de productividad es $\lambda = 0,0505$, ya que con ese nivel el costo marginal es 99. Mientras que el nivel máximo de productividad es $\lambda = 5$, ya que con ese nivel el costo marginal es 1.

Tab. 1: Escenario A: Incumbentes No Participan

λ_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
0,05	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0
0,1	156	156	156	-	-	156	156	156	0
0,2	352	352	352	-	-	352	352	352	0
0,3	434	434	434	-	-	434	434	434	0
0,4	479	479	479	-	-	479	479	479	0
0,5	506	506	506	-	-	506	506	506	0
0,6	525	525	525	-	-	525	525	525	0
0,7	539	539	539	-	-	539	539	539	0
0,8	549	549	549	-	-	549	549	549	0
0,9	557	557	557	-	-	557	557	557	0
1,0	564	564	564	-	-	564	564	564	0
2,0	594	594	594	-	-	594	594	594	0
5,0	613	613	613	-	-	613	613	613	0

Nota: En esta y las siguientes tablas los valores de beneficios y ofertas fueron aproximados. Fuente: Elaboración Propia.

Cada una de las entrantes se enfrenta a la disyuntiva de no participar de la licitación y mantener su utilidad de reserva, o bien, adjudicarse la licitación y entrar al mercado cuya estructura resultante sería un oligopolio con tres firmas simétricas.

Debido a la simetría entre las entrantes, la oferta óptima para adjudicarse el espectro será equivalente a sus beneficios brutos:

$$O_E^A = \Pi_E = \frac{\left(A - \left(\frac{P_T}{\lambda \cdot E_E}\right)\right)^2}{16} > 0 \quad (3.1)$$

Dada la competencia por la entrada al mercado, la entrante que adquiera el espectro tendrá beneficios equivalentes a su utilidad de reserva.

Los resultados de los escenarios donde además de las entrantes participa en la subasta una de las dos incumbentes se presentan en la tabla 2.

La firma entrante, al igual que en el primer escenario, si se adjudica el bloque entrará a un mercado oligopólico con tres firmas simétricas. Por ende, nuevamente su oferta óptima será equivalente a sus beneficios brutos aguas abajo.

La firma incumbente, al adjudicarse el bloque mantendrá un mercado duopólico, siendo ahora una firma dominante gracias al bloque adicional de espectro. Consiguiendo siempre mayores beneficios brutos que la firma entrante. De este modo, su oferta óptima será un *epsilon* mayor a la realizada por la firma entrante.

$$O_I^A = \Pi_E^T + \varepsilon \quad (3.2)$$

$$O_E^A = \Pi_E^T \quad (3.3)$$

Tab. 2: Escenario B y C: Participa Una Incumbente

λ_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
0,05	637	0	-	$0,1 + \varepsilon$	-	-	637	0	-
0,1	1.111	69	-	$156 + \varepsilon$	-	-	955	69	-
0,2	1.111	434	-	$352 + \varepsilon$	-	-	760	434	-
0,3	1.111	625	-	$434 + \varepsilon$	-	-	677	625	-
0,4	1.111	734	-	$479 + \varepsilon$	-	-	633	734	-
0,5	1.111	803	-	$506 + \varepsilon$	-	-	605	803	-
0,6	1.111	851	-	$525 + \varepsilon$	-	-	586	851	-
0,7	1.111	886	-	$539 + \varepsilon$	-	-	572	886	-
0,8	1.111	913	-	$549 + \varepsilon$	-	-	562	913	-
0,9	1.111	934	-	$557 + \varepsilon$	-	-	554	934	-
1,0	1.111	951	-	$564 + \varepsilon$	-	-	547	951	-
2,0	1.111	1.029	-	$594 + \varepsilon$	-	-	517	1.029	-
5,0	1.111	1.078	-	$613 + \varepsilon$	-	-	499	1.078	-

Fuente: Elaboración Propia.

Dado lo anterior, la oferta máxima de la firma entrante es insuficiente para adquirir espectro.

$$\Pi_E^T \leq O_E^A \quad (3.4)$$

En otras palabras, los beneficios netos al participar de la subasta serían menores a la utilidad de reserva, por ende la firma entrante se resta del proceso de licitación.

$$\pi_E^P \leq \pi_E^{NP} \quad (3.5)$$

Por su parte, la firma establecida que no participa de la subasta también obtendrá beneficios positivos. Beneficios que en términos brutos siempre serán menores a los que logra la incumbente que adquiere espectro.

A diferencia de lo que sucede en términos netos, donde dicha conclusión solo se repite en niveles de baja productividad. A mayor productividad, mayor es el costo de adquirir espectro, dada la mayor competitividad de las firmas rivales y la menor ganancia de eficiencia, llegando a un nivel de λ en que se genera el problema de free riding.

La tabla 3 presenta los resultados del escenario D, aquel en que ambas incumbentes compiten en la subasta. Dado que son firmas simétricas, sus ofertas serán equivalentes. Por ende, tendrán igual probabilidad de adquisición del espectro.

Tal como se mencionaba en la sección anterior, la oferta óptima será equivalente al monto mínimo que permita bloquear la entrada de un nuevo competidor.

$$O_{I1}^A = O_{I2}^A = \Pi_E^T + \varepsilon \quad (3.6)$$

A excepción de los casos con baja productividad, donde cada firma irá subiendo progresivamente su oferta respecto a su competencia, generando que en definitiva

sea equivalente a la diferencia entre el beneficio bruto de adjudicarse con certeza el bloque y el beneficio neto en valor esperado de adjudicarse el bloque.

$$O_{I1}^A = O_{I2}^A = \Pi_I^P - E(\pi_I^{NP}) \quad (3.7)$$

Tab. 3: Escenario D: Ambas Incumbentes Participan

λ_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	$E(\Pi_1)$	$E(\Pi_2)$	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	$E(\pi_1)$	$E(\pi_2)$	π_e
0,05	319	319	-	636	636	-	1	1	-
0,1	590	590	-	1.040	1.040	-	70	70	-
0,2	773	773	-	676	676	-	435	435	-
0,3	868	868	-	$485 + \varepsilon$	$485 + \varepsilon$	-	626	626	-
0,4	922	922	-	$479 + \varepsilon$	$479 + \varepsilon$	-	683	683	-
0,5	957	957	-	$506 + \varepsilon$	$506 + \varepsilon$	-	704	704	-
0,6	981	981	-	$525 + \varepsilon$	$525 + \varepsilon$	-	718	718	-
0,7	998	998	-	$539 + \varepsilon$	$539 + \varepsilon$	-	729	729	-
0,8	1.012	1.012	-	$549 + \varepsilon$	$549 + \varepsilon$	-	737	737	-
0,9	1.022	1.022	-	$557 + \varepsilon$	$557 + \varepsilon$	-	744	744	-
1,0	1.031	1.031	-	$564 + \varepsilon$	$564 + \varepsilon$	-	749	749	-
2,0	1.070	1.070	-	$594 + \varepsilon$	$594 + \varepsilon$	-	773	773	-
5,0	1.095	1.095	-	$613 + \varepsilon$	$613 + \varepsilon$	-	788	788	-

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez presentadas las ofertas óptimas de los tres escenarios, corresponde analizar cual estrategia escogen las firmas según los beneficios netos de cada escenario.

La firma entrante realizará una oferta cuando sus beneficios netos sean mayores a su utilidad de reserva.

$$\Pi_E^T - O_E^A \geq U^R \quad (3.8)$$

Mientras que cada firma incumbente participará de la licitación, cuando obtenga mayores beneficios netos respecto a la situación de no participación. Dicho análisis lo debe efectuar cuando la firma establecida rival decide participar y cuando decide no participar.

$$\pi_I^P \geq \pi_I^{NP} \quad (3.9)$$

De esta manera, obtendremos la estrategia óptima de las firmas, y con ello, el equilibrio de Nash para cada nivel de productividad. La tabla 4 presenta un cuadro resumen con los equilibrios generados por la subasta sin restricciones.

En niveles de baja productividad, la tenencia de mayor espectro es clave para aumentar la eficiencia productiva de las firmas y con ello, su participación de mercado. Por tanto, cuando el nivel de productividad es menor a 0,33, el equilibrio de Nash ocurre cuando ambas incumbentes participan.¹²

¹² A pesar de que en términos de beneficios netos esperados la mejor alternativa sea el escenario A. En otras palabras, se replica el resultado de dilema del prisionero.

Tab. 4: Equilibrio de Nash Subasta Modelo I

λ_i	¿El siguiente equilibrio, es eq. de Nash?				¿Se genera Free Riding?
	(NP,NP)	(P,NP)	(NP,P)	(P,P)	
0,05	No	No	No	Sí	No
0,1	No	No	No	Sí	No
0,2	No	No	No	Sí	No
0,3	No	No	No	Sí	No
0,4	No	Sí	Sí	No	Sí
0,5	No	Sí	Sí	No	Sí
0,6	No	Sí	Sí	No	Sí
0,7	No	Sí	Sí	No	Sí
0,8	No	Sí	Sí	No	Sí
0,9	Sí	No	No	No	No
1,0	Sí	No	No	No	No
2,0	Sí	No	No	No	No
5,0	Sí	No	No	No	No

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora bien, cuando la productividad es elevada, el costo de adquisición de espectro es comparativamente alto respecto a la ganancia bruta de utilidad. Esto genera que el equilibrio se produzca cuando ambas incumbentes no participan de la licitación. Equilibrio alcanzado cuando $\lambda > 0,87$.

Mientras tanto, en niveles intermedios, solo una firma incumbente participa de la subasta. Ya que, para la incumbente rival, el óptimo es no ofertar debido a que a pesar de recibir menores beneficios brutos que su rival, los beneficios netos son mayores, produciéndose free riding. Este fenómeno ocurre cuando $0,33 < \lambda < 0,87$. La tabla 5 resume lo descrito previamente.

Tab. 5: Participación Incumbentes

λ_I	Decisión
[0,05, 0,33]	Ambas Participan
(0,33, 0,87]	Solo una Participa
(0,87, 5,00]	Ninguna Participa

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, en una subasta sin restricciones con firmas altamente productivas el equilibrio de Nash alcanzado se traduce en la entrada de un nuevo competidor al mercado. Mientras que en un contexto de operadores incumbentes ineficientes o relativamente ineficientes, el resultado del equilibrio de Nash se traduce en que el mercado mantiene su estructura de duopolio.

Ahora corresponde determinar el equilibrio de Nash alcanzado por el modelo de subasta con restricción de set aside.

3.1.2. Modelo II: Subasta Bloque A con set aside

Dada la licitación de un único bloque, bajo este modelo de subasta solo las firmas entrantes tendrán acceso al nuevo espectro licitado. En este contexto y como se aprecia en la tabla 6, el equilibrio de mercado y la oferta óptima serán equivalentes a los resultados obtenidos en el escenario A del modelo de subasta sin restricciones.

Tab. 6: **Escenario E: Subasta con Set Aside**

λ_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
0,05	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0
0,1	156	156	156	-	-	156	156	156	0
0,2	352	352	352	-	-	352	352	352	0
0,3	434	434	434	-	-	434	434	434	0
0,4	479	479	479	-	-	479	479	479	0
0,5	506	506	506	-	-	506	506	506	0
0,6	525	525	525	-	-	525	525	525	0
0,7	539	539	539	-	-	539	539	539	0
0,8	549	549	549	-	-	549	549	549	0
0,9	557	557	557	-	-	557	557	557	0
1,0	564	564	564	-	-	564	564	564	0
2,0	594	594	594	-	-	594	594	594	0
5,0	613	613	613	-	-	613	613	613	0

Fuente: Elaboración Propia.

Tal como se mencionaba previamente, la aplicación de este modelo de subasta se sustenta en la idea del regulador de buscar aumentar el bienestar social exclusivamente mediante el fomento de los niveles de competencia aguas abajo por sobre la promoción de la eficiencia productiva de las firmas ya establecidas.

Estrategia sustentada en que la ganancia de bienestar sería mayor con la incorporación de un nuevo actor a la competencia. Pero dado el poder de mercado de las firmas establecidas, realizarán una mayor oferta respecto a las posibles entrantes, por ende, no será factible que sin regulación se logre una disminución de la concentración.

La única manera de asegurar la validez de dicha argumentación es mediante la realización de un análisis comparativo del mercado aguas abajo generado por ambos modelos de subasta. De esta forma, la decisión óptima de política será aquella subasta que genera el máximo bienestar social. Dicho análisis se presenta a continuación.

3.2. Análisis de Equilibrio de Mercado

La importancia del equilibrio de mercado radica en que al realizar un análisis tanto del precio como de la cantidad de equilibrio, se podrá efectuar una primera revisión respecto a que escenario es más efectivo en términos de conseguir el más elevado nivel de bienestar, junto con sentar las bases para el siguiente análisis de concentración y excedente de los actores del mercado.

Las tablas 7 y 8 señalan el equilibrio de mercado aguas abajo luego de una subasta sin intervención y con restricción de set aside, respectivamente.

Tab. 7: Equilibrio de Mercado Post Subasta Modelo I

λ_i	Oferta	Precio	Cantidad	Beneficios Netos		
	O^A	P*	Q*	π_1	π_2	π_e
0,05	636	75	25	1	1	-
0,1	1.040	58	42	70	70	-
0,2	676	46	54	435	435	-
0,3	485	42	58	626	626	-
0,4	479	40	60	683	683	-
0,5	506	38	62	704	704	-
0,6	525	38	63	718	718	-
0,7	539	37	63	729	729	-
0,8	549	36	64	737	737	-
0,9	557	29	71	557	557	0
1,0	564	29	71	564	564	0
2,0	594	27	73	594	594	0
5,0	613	26	74	613	613	0

Nota: Para incumbentes, sus beneficios son beneficios esperados cuando ambas ofertan por espectro. Fuente: Elaboración Propia.

En niveles de baja eficiencia productiva la subasta sin restricciones genera un mejor equilibrio al ofrecerse una mayor cantidad total a un menor precio de mercado. A medida que nos acercamos a niveles de media productividad la situación se revierte, ya que, ahora la subasta con restricción de set aside genera el menor precio de mercado. Mientras que al llegar a un nivel elevada eficiencia productiva, ambas subastas generan un equilibrio equivalente.

Tab. 8: Equilibrio de Mercado Post Subasta Modelo II

λ_i	Oferta	Precio	Cantidad	Beneficios Netos		
	O^A	P*	Q*	π_1	π_2	π_e
0,05	0,1	99	1	0,1	0,1	0
0,1	156	63	38	156	156	0
0,2	352	44	56	352	352	0
0,3	434	38	63	434	434	0
0,4	479	34	66	479	479	0
0,5	506	33	68	506	506	0
0,6	525	31	69	525	525	0
0,7	539	30	70	539	539	0
0,8	549	30	70	549	549	0
0,9	557	29	71	557	557	0
1,0	564	29	71	564	564	0
2,0	594	27	73	594	594	0
5,0	613	26	74	613	613	0

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis de equilibrio de mercado, la subasta sin restricciones debiese realizarse en niveles de bajo desarrollo productivo. Por el contrario, la subasta con restricciones debiese preferirse en niveles de media productividad. Mientras que en niveles de alta productividad ambas subastan generan el mismo resultado.

3.3. Análisis de Bienestar

A continuación, se presentarán los resultados en términos de bienestar social medido en base a dos conceptos. Por un lado se analizará la concentración de mercado y por otro, el excedente de los actores del mercado para cada caso.

3.3.1. Análisis de Concentración de Mercado

La manera de medir el grado de concentración de mercado será a partir del índice de Herfindahl-Hirschman (IHH), el cual toma valores entre 0 y 10.000. Siendo 10.000 el caso indicativo de un monopolio y 0 el caso de perfecta competencia. El IHH se calcula como:

$$IHH = \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad (3.10)$$

Donde S_i es la participación de mercado de la firma i en términos porcentuales.

Para llevar a cabo el análisis, se procederá a comparar las variaciones del IHH entre el periodo previo a la subasta y posterior a ella, considerando en este último periodo los dos tipos de subastas que puede emplear el regulador.

Entonces, si la autoridad regulatoria tuviese un especial interés en la concentración de mercado, debiese elegir aquel modelo de subasta que genera el menor nivel de IHH.

La tabla 9 presenta la concentración de mercado para los casos previamente analizados. Al comparar la columna tres con la dos, podemos observar el hecho de que realizar una subasta no implica por sí sola el mejoramiento de la concentración. Es más, en niveles de baja y media productividad, o sea, cuando $\lambda < 0,87$ la concentración de mercado aumenta al licitar sin restricciones nuevo espectro.

Tab. 9: Concentración de Mercado (IHH)

λ_i	Pre	Ex Post Subasta	
	Subasta	Sin Restricción	Con Set Aside
0,05	5.000	10.000	3.333
0,1	5.000	6.800	3.333
0,5	5.000	5.033	3.333
1,0	5.000	3.333	3.333
5,0	5.000	3.333	3.333

Fuente: Elaboración Propia.

Si solo nos quedamos con el análisis de concentración de mercado, la recomendación de política sería que independiente del nivel de productividad, el regulador

siempre seleccione la subasta con restricciones, ya que siempre alcanzará un nivel de concentración mejor o al menos igual al modelo de subasta sin restricciones.

Sin embargo, no es el mecanismo de subasta por sí mismo lo que entrega mayor bienestar social, es la adaptación de las reglas de la subasta al escenario enfrentado por el regulador lo que permite perfeccionar un mercado.

Dado lo anterior, aplicar siempre una subasta con set aside sería una decisión ineficiente por parte del regulador. Ya que, como lo hemos mencionado, no solo la disminución de la concentración puede aumentar el bienestar social. Puede ser igualmente válida, o incluso mejor, la reducción de los costos como mecanismo de mejoramiento del bienestar. Por tanto, es necesario analizar tanto el excedente de los consumidores y operadores como la recaudación fiscal.

3.3.2. Análisis de Bienestar Social

Dado que el análisis de la concentración es insuficiente para la determinación del modelo de subastas, el regulador debe estimar alguna medición del bienestar social que considerando el equilibrio de mercado entrega información respecto a la satisfacción de los principales grupos de interés: consumidores, operadores participantes y gobierno central.

Para los usuarios de telecomunicaciones móviles se aplicó el excedente de los consumidores (E.C.), medido como el producto entre la cantidad de equilibrio y el diferencial entre la disposición a pagar y el precio de equilibrio.

Para los operadores productores del servicio móvil se empleó el excedente de los productores (E.P.), medido como sus beneficios netos.

Mientras que para la recaudación fiscal se utilizó el excedente de gobierno (E.G.), medido como la oferta monetaria generada en la subasta de espectro.¹³

Dada la existencia de tres grupos de interés, es razonable que existan distintas visiones entre las autoridades de regulación sobre qué grupo de interés considerar dentro de su análisis de bienestar social.

Si solo está enfocada en el bienestar de los consumidores, la decisión de política debe basarse en los resultados obtenidos para el excedente de los consumidores.

Si también tiene interés en la recaudación, debe además considerar el excedente de productores y gobierno. Esto genera la siguiente medida de bienestar total.¹⁴

$$W = E.C. + E.P. + E.G. = (S - P^*)Q^* + \sum_{i=1}^N \pi_i + O^L \quad (3.11)$$

¹³ No se consideró la existencia de un costo social de los fondos públicos. Lo anterior, con el objetivo de comparar la recaudación total sin distorsiones.

¹⁴ Un segundo criterio diferenciador podría ser el peso relativo que cada grupo de interés ocupa dentro de la decisión del regulador. Para efectos de esta investigación, se utilizó una ponderación equivalente entre los tres grupos, o sea, cada grupo presenta un peso relativo de 33 %.

En la tabla 10, al realizar la comparación entre modelos de subasta, podemos observar que la política óptima dependerá del nivel de productividad de las firmas.

Tab. 10: Bienestar Social según nivel de Productividad

λ_i	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
0,05	319	1	636	956	0,3	0,1	0,1	0,5
0,1	868	141	1.040	2.049	703	313	156	1.172
0,2	1.467	869	676	3.012	1.582	703	352	2.637
0,3	1.701	1.251	485	3.438	1.953	868	434	3.255
0,4	1.825	1.366	479	3.670	2.153	957	479	3.589
0,5	1.901	1.408	506	3.815	2.278	1.013	506	3.797
0,6	1.953	1.437	525	3.915	2.363	1.050	525	3.939
0,7	1.991	1.458	539	3.987	2.425	1.078	539	4.042
0,8	2.019	1.474	549	4.042	2.472	1.099	549	4.120
0,9	2.509	1.115	557	4.181	2.509	1.115	557	4.181
1,0	2.538	1.128	564	4.230	2.538	1.128	564	4.230
2,0	2.674	1.188	594	4.456	2.674	1.188	594	4.456
5,0	2.757	1.225	613	4.594	2.757	1.225	613	4.594

Fuente: Elaboración Propia.

En este sentido, en mercados con baja productividad, la adquisición de espectro será más beneficiosa para el bienestar total si es una firma establecida la que se adjudica el bloque por sobre una nueva firma. Lo mismo ocurre en particular para el bienestar de los consumidores, pero solo en niveles muy bajos de productividad.

Lo anterior quiere decir que en presencia de baja productividad es preferible un regulador enfocado en mejorar los costos de producción por sobre la concentración de mercado.

Por el contrario, en niveles intermedios de desarrollo tecnológico, la decisión óptima será emplear una subasta con restricción de set aside, o sea, que es preferible privilegiar el aumento de competencia por sobre el aumento de eficiencia.

Distinto es lo ocurrido en niveles altos de productividad, el resultado tanto a nivel de bienestar del consumidor como de bienestar total será equivalente entre ambos modelos de subasta, en otras palabras, el enfoque en la reducción de costos o de la concentración generan igual resultado.

Adicional al análisis según la productividad, es factible realizar una segunda evaluación a partir de los costo marginales de las firmas. La ventaja de este último análisis es que además de la productividad, el precio de la infraestructura también es variable.

Si bien, los resultados se mantienen respecto al enfoque en la productividad, el costo marginal entrega un análisis con mayores grados de libertad al no depender de un precio prefijado de la infraestructura. La tabla 11 presenta ambos modelos en base al costo marginal que tienen las firmas previo a la licitación de espectro.

Tab. 11: Bienestar Social según nivel de Costos

Pre c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
99	319	1	636	956	0,3	0,1	0,1	0,5
75	456	1	975	1.432	176	78	39	293
66,7	556	1	1.110	1.667	313	139	69	521
50	868	141	1.040	2.049	703	313	156	1.172
33,3	1.250	557	832	2.639	1.250	556	278	2.083
25	1.467	869	676	3.012	1.582	703	352	2.637
9,3	1.923	1.420	514	3.857	2.314	1.028	514	3.857
8,3	1.953	1.437	525	3.915	2.363	1.050	525	3.939
5,7	2.502	1.112	556	4.170	2.502	1.112	556	4.170
1	2.757	1.225	613	4.594	2.757	1.225	613	4.594

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Si nos enfocamos netamente en términos del bienestar del consumidor podemos observar que en niveles de alta eficiencia previa, cuando el costo es menor a 5,7 ambas subastas son equivalentes. Mientras que en presencia de costos relativamente bajos, esto es $33,3 \geq cmg$, la mejor alternativa es realizar una subasta con set aside. El enfoque en la concentración genera mayor bienestar que el enfoque en los costos.

La subasta óptima cambia a medida que las incumbentes previo a la subasta son más ineficientes. En este sentido, en niveles intermedios, o sea, cuando el costo marginal es superior a 33,3 pero inferior a 66,7, es preferible una subasta sin restricciones, de este modo la mayor eficiencia en costos genera una mayor ganancia de excedente de consumidor por sobre la opción de incluir un nuevo actor al mercado.

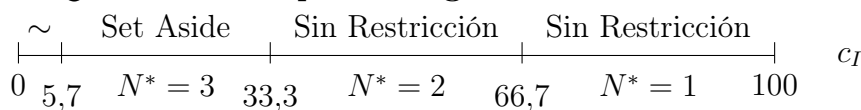
Situación similar ocurre en niveles de costos altos, la subasta óptima también debe ser una con restricciones, pero la diferencia es que en niveles de costos ineficientes, esto es sobre 66,7, solo se mantienen funcionando dos firmas si es que dichas firmas son simétricas.

En cambio, cuando una incumbente adquiere una mayor posesión de espectro, la firma competidora quedará en una posición de tal desventaja que no será capaz de mantenerse en el mercado.

Dado lo anterior, es preferible fortalecer a una única firma en el mercado por sobre la mantención de dos firmas ineficientes o la entrada de una tercera firma igualmente ineficiente.

Por lo tanto, la subasta óptima no solo puede ser aquella que no permita la entrada de nuevos operadores, sino que incluso puede ser aquella que aumente la concentración aguas abajo si es que con dicha política al mejorar considerablemente la eficiencia productiva se es capaz de mejorar el bienestar. La siguiente figura resume la subasta óptima para un regulador enfocado en el bienestar del consumidor.

Fig. 1: Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor

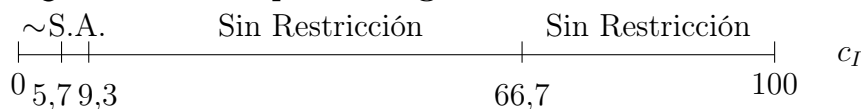


Fuente: Elaboración Propia.

Ahora bien, si el regulador también tiene un objetivo de recaudación la lógica anterior se mantiene, pero reduciendo el rango de aplicación de la subasta con set aside solamente a cuando el costo marginal está entre 5,7 y 9,3.

Superado dicho rango, la decisión óptima de política es la implementación de una subasta sin restricciones, ya que, a pesar de la reducción del excedente del consumidor en una porción de los casos, el excedente de las firmas y la recaudación logran compensar dicha disminución. La figura 2 resume la subasta óptima si el regulador tiene un enfoque en el bienestar total.

Fig. 2: Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total



Fuente: Elaboración Propia.

Una vez detalladas las subastas óptimas para el regulador según su interés específico de bienestar social, el siguiente cuadro resume cuando el regulador deberá implementar una restricción dentro de la subasta para lograr la asignación socialmente óptima de espectro entre las firmas. Debido a que según el enfoque que tenga la autoridad regulatoria, el óptimo privado no siempre será eficiente socialmente.

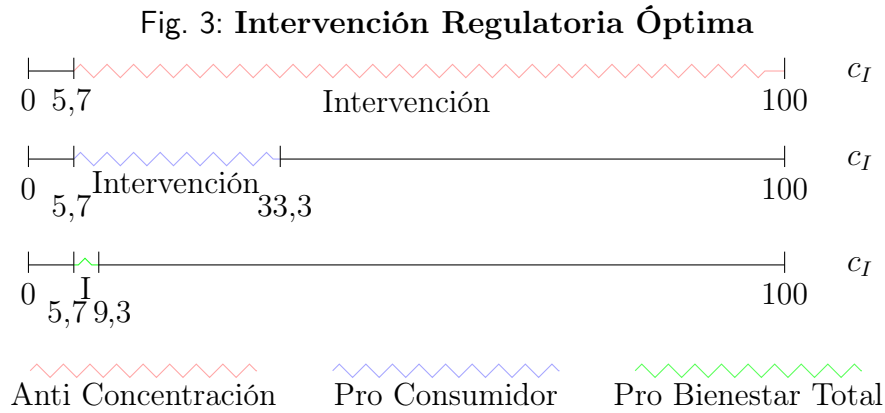
En una subasta sin intervención o restricción, las firmas incumbentes siempre se adjudicarán el espectro cuando el costo marginal sea superior a 5,7.

Por ende, si el regulador está enfocado en la reducción de la concentración aguas abajo, la intervención se justificará para una gran cantidad de casos. Siempre que las incumbentes poseen costos marginales superiores a 5,7 deberá realizar una intervención, ya que, independiente de la ganancia de eficiencia de las incumbentes, el regulador buscará la entrada de mayor competencia.

En el segundo enfoque, el regulador centra interés en el bienestar de los consumidores. En este contexto, la intervención se justifica en niveles levemente eficientes, ya que, precisamente en esos casos la entrada de nuevas firmas entrega mejores resultados para los consumidores respecto al aumento de la eficiencia de las establecidas.

Finalmente, en el tercer enfoque el regulador presenta interés en los consumidores y en la recaudación. En esta situación, solo en un pequeño umbral se justifica la intervención, debido a que la subasta sin restricción siempre le entregará mayor recaudación al regulador. Por tanto, la intervención tiene que generar no solo un

aumento del bienestar de consumidores, sino que debe ser capaz adicionalmente de compensar la menor recaudación. La figura 3 presenta la intervención óptima.



Por lo tanto, bajo un enfoque anti concentración prácticamente en todos los casos se debiese intervenir. Pero dado que una correcta determinación de la autoridad regulatoria debiese estar sustentada en alguna medición de bienestar más que en una condición del mercado, la intervención no debiese contar con esa extensión.

Más bien, la intervención regulatoria óptima será acotada y estará justificada en los casos en donde las firmas establecidas cuentan con algún grado de eficiencia de costos. De modo que la entrada de un nuevo competidor permita disminuir el poder de mercado de firmas eficientes y con ello, lograr un equilibrio de mercado más competitivo que sea sostenible por las firmas participantes.

Por ende, cuando las incumbentes tienen costos de producción altos o medios, la subasta sin intervención es la opción óptima de política. Mientras que en presencia de firmas altamente productivas, la aplicación de set aside es la decisión óptima.

Una vez presentado el tipo de licitación óptima según los distintos niveles de eficiencia y enfoque del regulador en un contexto de demanda lineal, la siguiente sección realizará un análisis similar bajo una demanda de mercado isoelástica.

4. Licitación de Espectro bajo demanda no lineal aguas abajo

Para esta sección, la demanda de mercado utilizada será la demanda isoelástica unitaria (2.11). Bajo esta demanda, los consumidores gastarán una cantidad fija de sus ingresos en el servicio de telecomunicaciones.

Por tanto, cualquier variación en la cantidad producida tendrá un impacto inversamente proporcional de igual magnitud en el precio de mercado. Del mismo modo, cualquier variación en la productividad de las firmas tendrá un impacto directamente proporcional de igual magnitud en la cantidad total producida.

4.1. Modelos de Subasta

Al igual que la sección pasada, la decisión óptima de subasta del bloque A se determinará en torno a comparar el bienestar social conseguido bajo el modelo I y el modelo II de subasta en un contexto de simetría entre las firmas.¹⁵

4.1.1. Modelo I: Subasta Bloque A sin restricciones

Para determinar el equilibrio de mercado resultante de esta subasta, se analizarán los beneficios netos de las firmas en cada uno de los escenarios de competencia para cada nivel de productividad.

Para llevar a cabo las distintas simulaciones, se mantuvieron los mismos supuesto establecidos en la secciones previas.¹⁶ Exceptuando la ya mencionada variación en el tipo de demanda, que expresada en su forma inversa es: $P = \frac{100}{Q}$.

La tabla 12 presenta el equilibrio de mercado cuando las incumbentes acomodan la entrada. En este escenario, la entrada de una firma igualmente competitiva genera que el mercado se reparta equitativamente entre los tres operadores participantes.

Como la subasta es entre firmas simétricas, la entrante no obtiene beneficios netos, ya que debe subir su oferta hasta que sus beneficios iguales su utilidad de reserva.

A diferencia del caso lineal, independiente del nivel de eficiencia productiva, las firmas obtendrán siempre los mismos beneficios brutos. Como lo adelantábamos, este resultado se debe al hecho de que cualquier variación en la productividad se traspaasa en igual proporción a la producción dado que siempre los consumidores gastan una cantidad fija. Entonces la variable de ajuste será el precio, dejando constantes los beneficios de las firmas.

Tab. 12: Escenario A: Incumbentes No Participan

c_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
99	11	11	11	-	-	11	11	11	0
50	11	11	11	-	-	11	11	11	0
1	11	11	11	-	-	11	11	11	0

Fuente: Elaboración Propia.

En el segundo equilibrio posible, cuando las entrantes compiten con una incumbente, siempre será esta última firma la que se adjudique el espectro al oferta una cantidad un ε mayor a las entrantes. Nuevamente, los beneficios para cada firma se mantienen constantes independiente de la productividad.

A diferencia del caso lineal, bajo una demanda isoelástica unitaria no se genera free riding. La diferencia entre los beneficios brutos y el costo de la inversión de

¹⁵ Nuevamente, la única diferencia entre las firmas es su posesión inicial de espectro. Mientras las incumbentes ya cuentan con un bloque, las entrantes no poseen espectro.

¹⁶ Se mantendrá el costo fijo en: $F_e = 0$, el precio de la infraestructura en: $P^T = 5$ y la productividad variable.

espectro siempre será mayor a los beneficios de netos de la incumbente que no se adjudica la subasta.

Lo anterior, debido a que al volverse relativamente menos eficiente, experimentará una reducción en su cantidad producida y por ende, sufrirá una importante disminución de sus beneficios brutos. Entonces, como observamos en la tabla 13, las incumbentes siempre preferirán adjudicarse la subasta.

Tab. 13: Escenario B y C: Participa una Incumbente

c_I	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
99	44	11	-	$11 + \varepsilon$	-	-	33	11	-
50	44	11	-	$11 + \varepsilon$	-	-	33	11	-
1	44	11	-	$11 + \varepsilon$	-	-	33	11	-

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

El tercer escenario de participación ocurre cuando ambas incumbentes buscan adquirir el espectro subastado. Como las firmas establecidas son simétricas, tendrán igual probabilidad de adquirir espectro si realizan la misma oferta.

Por ende, su oferta no será equivalente al monto mínimo que deja a la entrante sin espectro, sino que, buscarán subir su oferta para dejar a la firma incumbente rival sin el nuevo bloque hasta que los beneficios netos esperados de subir su oferta no sean menores a los beneficios netos de no participar en la subasta.

La tabla 14 muestra los beneficios alcanzados bajo este escenario. La oferta de ambas incumbentes es mayor a la oferta de los escenarios B y C, mientras que los beneficios netos esperados son superiores a los beneficios del escenario A.

Tab. 14: Escenario D: Participan ambas Incumbentes

c_I	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	$E(\Pi_1)$	$E(\Pi_2)$	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	$E(\pi_1)$	$E(\pi_2)$	π_e
99	28	28	-	32	32	-	12	12	-
50	28	28	-	32	32	-	12	12	-
1	28	28	-	32	32	-	12	12	-

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez expuestos los posibles escenarios de equilibrio que genera la subasta sin restricciones, corresponde analizar para cada nivel de productividad cuál de ellos efectivamente es el equilibrio de Nash. Debido a que en cada escenario los beneficios no se ven alterados por el nivel de productividad o la eficiencia productiva pre-subasta, el equilibrio de Nash será único, independiente de la productividad.

El equilibrio de Nash se encuentra en la tabla 15 y tal como se aprecia, dicho equilibrio siempre será que ambas firmas incumbentes participen de la subasta.

Producto de lo anterior, no se observa el problema de free riding.

Tab. 15: Equilibrio de Nash Subasta Modelo I

c_I	E.N.	¿Free Riding?
[1, 99]	Ambas Participan	No

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta. Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, si el regulador aplica una subasta sin restricciones siempre una incumbente se adjudicará la licitación. Lo anterior, hará aumentar la eficiencia productiva, al mismo tiempo que aumenta la concentración y el poder de mercado de la firma que se adjudica el espectro. Para evaluar si esta es o no la mejor decisión de política debemos comparar los resultados con el siguiente modelo de subasta.

4.1.2. Modelo II: Subasta Bloque A con set aside

Si la agencia reguladora establece la restricción de set aside, el bloque A será adjudicado por un nuevo operador. Esta restricción, generará al igual que en el escenario A que el mercado se transforme desde un duopolio a un oligopolio con tres firmas simétricas. La tabla 16 presenta los beneficios de mercado logrado por cada firma en este modelo de subasta.

Dado que en esta modalidad de subasta es la firma entrante la que siempre adquiere el espectro subastado, se generará una disminución de la concentración y el poder de mercado de las firmas establecidas, pero no aumentará la eficiencia productiva, ya que, se está incorporando una firma con iguales costos marginales.

Una vez establecido el equilibrio de Nash en ambas subastas, lo siguiente es realizar un análisis comparativo sobre ambos equilibrios de mercado y niveles de concentración y bienestar para determinar cuál es la subasta óptima de espectro.

Tab. 16: Escenario E: Set Aside

c_I	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
99	11	11	11	-	-	11	11	11	0
50	11	11	11	-	-	11	11	11	0
1	11	11	11	-	-	11	11	11	0

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Análisis de Equilibrio de Mercado

Tal como se observa en la tabla 17, el equilibrio de mercado es equivalente en ambos tipos de subasta. Esto se debe a que tanto la inclusión de un tercer competidor como la reducción de los costos de producción de una incumbente al obtener un segundo bloque de espectro, generan una reducción equivalente del precio de un 25 %.

Es decir, en el equilibrio la ganancia de eficiencia asignativa derivada del otorgamiento de un bloque adicional de espectro a un nuevo operador, será equivalente a la ganancia de eficiencia productiva derivada de otorgarle dicho bloque de espectro a una firma establecida.

Tab. 17: Equilibrio de Mercado

c_I	Oferta	Precio	Cantidad	Beneficios Netos		
	O^A	P^*	Q^*	π_1	π_2	π_e
<u>Pre Subasta</u>						
99	-	198	0,7	25	25	-
50	-	100	1,3	25	25	-
1	-	2	67	25	25	-
<u>Post Subasta Modelo I</u>						
99	32	149	0,7	12	12	-
50	32	75	1,3	12	12	-
1	32	1,5	67	12	12	-
<u>Post Subasta Modelo II</u>						
99	11	149	0,7	11	11	0
50	11	75	1,3	11	11	0
1	11	1,5	67	11	11	0

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta. Fuente: Elaboración Propia.

Entonces, la evaluación del equilibrio de mercado aguas abajo entrega como resultado que ambas subastas son equivalentes en términos de asignación de recursos. Lo siguiente, es determinar si este resultado se mantiene durante el análisis de concentración y bienestar.

4.3. Análisis de Bienestar

De igual modo que en la sección previa, la evaluación de ambas subasta empleará la medición de la concentración aguas abajo y el cálculo del bienestar social.

4.3.1. Análisis de Concentración de Mercado

En la tabla 18 se encuentran los niveles de concentración mediante el índice IHH. Al igual que lo sucedido con el equilibrio de mercado, el nivel de concentración de la industria será independiente del nivel de productividad de las firmas.

Tab. 18: Concentración de Mercado (IHH)

c_I	Pre	Ex Post Subasta	
	Subasta	Sin Restricción	Con Set Aside
[1 , 99]	5.000	5.555	3.333

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta. Fuente: Elaboración Propia.

Pero como es de esperar, la elección del modelo de subasta sí generará diferencias en el nivel de concentración. Mientras que en la subasta sin restricciones siempre es

una firma establecida la que se adjudica espectro, en la subasta con set aside siempre será un operador entrante el que ganará la licitación.

Dado lo anterior, la concentración posterior a la subasta sin restricciones será mayor a la generada por la subasta con set aside e incluso, a los niveles pre licitación.

Si solo nos quedáramos con el análisis de concentración, la decisión óptima de política sería la permanente realización de una subasta con set aside. A pesar de que ambas subastas son equivalentes en términos de equilibrio de Nash.

Por tanto el análisis de concentración necesariamente debe estar acompañado por un análisis de bienestar que sea capaz de evaluar como el equilibrio de mercado dado un cierto nivel de concentración impacta a los distintos grupos de interés social: usuarios, empresas y fisco.

4.3.2. Análisis de Bienestar Social

Para poder realizar una evaluación más certera sobre el impacto social de los distintos modelos de subasta se utilizarán las dos medidas de bienestar social empleada en la sección tres.

La principal diferencia con la sección anterior, es que la demanda no es lineal, por tanto para cada nivel de productividad, el excedente de los consumidores (4.1) será la integral definida entre el área sobre el precio de equilibrio y por debajo de la curva de demanda isoelástica.

$$EC = \int_a^b (f(x) - g(x)) dx \quad (4.1)$$

Donde x es la cantidad demandada, $f(x)$ es la curva de demanda isoelástica, $g(x)$ es el precio de equilibrio, $a = \varepsilon \approx 0$ y b es la cantidad de equilibrio.¹⁷

A diferencia de la oferta de equilibrio que es independiente de la productividad, el excedente de los consumidores se ve positivamente afectado con el nivel de eficiencia de las firmas. Como se aprecia en la tabla 19, cuando las firmas son más eficientes los consumidores obtienen un mayor excedente, ya que, al gastar siempre una cantidad fija, a mayor productividad, menor será el precio y mayor será la cantidad producida.

Tab. 19: Bienestar Social según nivel de Costos

c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
99	3.314	24	32	3370	3.314	22	11	3.348
50	3.383	24	32	3.438	3.383	22	11	3.416
1	3.774	24	32	3.829	3.774	22	11	3.807

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

¹⁷ Si bien, el excedente parte desde cero, la función isoelástica es asintótica en el eje de las ordenadas. Por tanto, para contar con una integral definida se consideró el excedente desde $\varepsilon=1 \times 10^{-15}$.

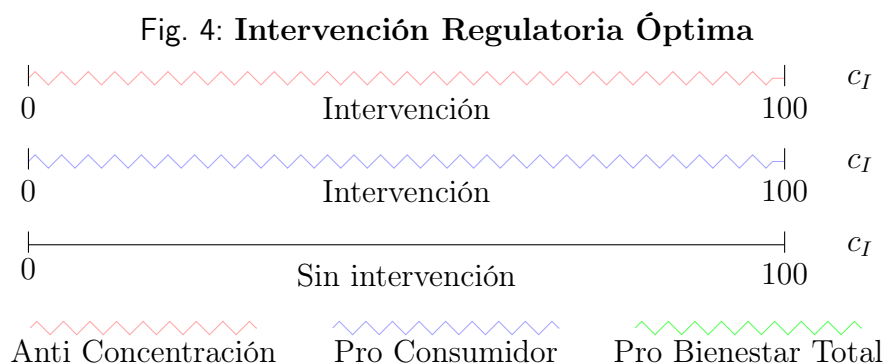
Al comparar el bienestar social entre ambos modelos de subasta, se observa que ambas subastas entregan equivalentes niveles de excedente del consumidor, pero diferentes niveles de excedente del productor y de gobierno.

Esto último se debe a que por un lado, al mantenerse constante el equilibrio entre ambas subastas los consumidores estarán indiferentes en términos de bienestar.

Aunque, por otro lado, en la subasta sin restricciones la adjudicación por parte de una firma incumbente generará mayores niveles de concentración, permitiéndoles a las firmas generar mayores beneficios brutos que se traducen en mayores niveles de recaudación para el regulador y para las propias firmas en términos netos.

Si el regulador tiene un enfoque en el bienestar total, la recomendación de política es la adjudicación de espectro a un operador incumbente mediante la aplicación de una subasta sin intervenciones.

Mientras que si la agencia reguladora tiene como prioridad el bienestar de los consumidores y una importante preocupación por los efectos de la subasta en los niveles de concentración aguas abajo, la política óptima de licitación debe ser la inclusión de un nuevo competidor al mercado mediante la aplicación de una subasta con restricciones de set aside. La figura 4 presenta lo recién mencionado.



A continuación, para ambos tipos de demanda de mercado se aplicarán las extensiones del modelo relacionadas al grado de asimetría entre incumbentes y posibles entrantes. Esto se realizará con el objetivo de analizar si las conclusiones obtenidas en las secciones tres y cuatro se mantienen durante otros contextos competitivos que puede enfrentar la autoridad reguladora.

5. Extensiones

Al igual que en las secciones anteriores, el mercado estará compuesto por dos firmas simétricas que poseen un bloque de espectro, cada una. Junto con ellas, existirá un conjunto de firmas entrantes (N_E) simétricas entre sí, pero asimétricas respecto a las incumbentes.

Esta asimetría se encontrará en el nivel de productividad que poseen las firmas y por ende, en su nivel de eficiencia productiva en el mercado aguas abajo, o bien, en la existencia de un costo fijo de producción que solamente tendrán amortizado las firmas establecidas.

Específicamente, para cada tipo de demanda se analizarán dos situaciones de asimetría en la productividad. La primera, corresponde al caso en que las entrantes son un 50 % más productivas que las incumbentes: $\lambda_E = 1,5\lambda_I$. Mientras que la segunda situación es aquella en que las entrantes poseen un 50 % menos de productividad que las incumbentes: $\lambda_E = 0,5\lambda_I$.

Adicionalmente, para el caso lineal se evaluará la inclusión del costo fijo de producción para las firmas entrantes.

5.1. Licitación bajo Asimetría y Demanda Lineal

Las simulaciones realizadas durante esta subsección mantendrán los supuestos metodológicos de la sección tres, a excepción, de la asimetría en la productividad o la presencia del costo fijo.

5.1.1. Productividad de Entrantes mayor a Incumbentes

Nuevamente el análisis comienza con el estudio de los escenarios que puede producir una subasta sin restricciones. La tabla 20 presenta los cuatro posibles escenarios.

Tab. 20: Escenarios de Competencia Subasta Modelo I

λ_I	λ_e	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
		Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
Escenario A										
0,05	0,075	0	0	289	-	-	289	0	0	0
0,1	0,15	69	69	625	-	-	625	69	69	0
0,5	0,75	469	469	625	-	-	625	469	469	0
1	1,5	544	544	625	-	-	625	544	544	0
5	7,5	608	608	625	-	-	625	608	608	0
Escenario B y C										
0,05	0,075	637	0	-	$289 + \varepsilon$	-	-	349	0	-
0,1	0,15	1.111	69	-	$625 + \varepsilon$	-	-	486	69	-
0,5	0,75	1.111	803	-	$625 + \varepsilon$	-	-	486	803	-
1	1,5	1.111	951	-	$625 + \varepsilon$	-	-	486	951	-
5	7,5	1.111	1.078	-	$625 + \varepsilon$	-	-	486	1.078	-
Escenario D										
0,05	0,075	319	319	-	636	636	-	1	1	-
0,1	0,15	590	590	-	1.040	1.040	-	70	70	-
0,5	0,75	957	957	-	$625 + \varepsilon$	$625 + \varepsilon$	-	644	644	-
1	1,5	1.031	1.031	-	$625 + \varepsilon$	$625 + \varepsilon$	-	718	718	-
5	7,5	1.095	1.095	-	$625 + \varepsilon$	$625 + \varepsilon$	-	782	782	-

Fuente: Elaboración Propia.

En niveles de baja y muy baja productividad, el óptimo es que ambas incumbentes participen. En el primer caso porque obtendrán mayores beneficios respecto a los otros escenarios. Mientras que en el segundo caso, al ser tan poco eficientes, la no adjudicación de espectro les impedirá competir en el mercado aguas abajo.

En niveles intermedios de eficiencia, al igual que bajo simetría se genera el problema de free riding, ya que solo una incumbente participa en la subasta. Producto de que la incumbente que no realiza el bloqueo obtiene mayores beneficios netos respecto a la incumbente que sí realiza la oferta y se adjudica el espectro.

Ahora bien, cuando ambas incumbentes presentan alta productividad obtienen mayores beneficios netos acomodando la entrada de un nuevo operador. Esto genera que el equilibrio de Nash sea que ambas incumbentes no participan de la subasta.

La tabla 21 detalla el equilibrio de Nash para cada nivel de productividad, junto con la posible existencia de free riding. Cuando la productividad es menor a 0,24, el equilibrio óptimo es que ambas incumbentes participen de la subasta. En niveles intermedios: $[0,24, 0,56]$, solo un operador establecido participa de la subasta. Mientras que con una productividad mayor a 0,56, ambas firmas establecidas logran su óptimo individual al restarse de la licitación de espectro.

Tab. 21: Equilibrio de Nash Subasta Modelo I

λ_I	E.N.	¿Free Riding?
$[0,05, 0,23]$	Ambas Participan	No
$(0,23, 0,56]$	Solo una Participa	Sí
$(0,56, 5,00]$	Ninguna Participa	No

Fuente: Elaboración Propia.

Al realizar la comparación con el caso simétrico, se observa un aumento del rango en donde el óptimo individual es que ninguna incumbente participa y una disminución de los rangos óptimos de participación mutua y en solitario.

Esto porque a mayor eficiencia relativa de la firma entrante, mayor debe ser la oferta a realizar por la o las firmas establecidas para bloquear la entrada de nuevos competidores. Por lo tanto, prefieren no invertir en adquirir espectro adicional para no debilitar sus beneficios netos post licitación.

Una vez presentados los escenarios bajo subasta sin restricción, la tabla 22 presenta el equilibrio generado bajo una subasta con restricción de set aside.

En este escenario, al igual que en el caso en que las incumbentes deciden no participar, la restricción de set aside provoca el establecimiento de un monopolio aguas abajo cuando los niveles de productividad de las establecidas es inferior a 0,07.

Luego, en niveles superiores a 0,06 los operadores incumbentes logran competir en el mercado, y a medida que van aumentando su productividad, la asimetría se reduce en términos relativos alcanzando niveles similares de beneficios brutos.

Tab. 22: Escenario E: Subasta con Set Aside

λ_I	λ_e	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
		Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
0,05	0,075	0	0	289	-	-	289	0	0	0
0,07	0,105	0,02	0,02	625	-	-	0,02	0,02	69	0
0,2	0,3	278	278	625	-	-	625	278	278	0
0,5	0,75	469	469	625	-	-	625	469	469	0
1	1,5	544	544	625	-	-	625	544	544	0
5	7,5	608	608	625	-	-	625	608	608	0

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez determinado el equilibrio de Nash en ambas subastas, corresponde realizar el análisis de bienestar social. Siguiendo la medición realizada en la sección tres, la tabla 23 presenta el excedente de consumidores, productores y gobierno, mientras que las figuras 5 y 6, la intervención óptima según el enfoque regulatorio.

Un regulador enfocado netamente en el bienestar de los consumidores subastará incluyendo la restricción de set aside en un mayor rango de casos, respecto a un regulador que además presenta interés en la recaudación obtenida.

Tab. 23: Bienestar Social según nivel de Costos

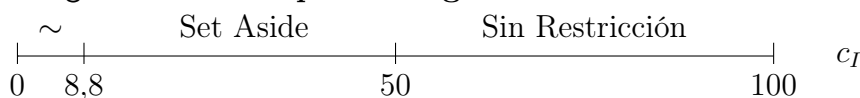
c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
50,5	858	132	1.044	2.034	854	133	625	1.612
50	868	141	1.040	2.049	868	139	625	1.632
15,6	1.732	1.137	625	3.494	2.086	783	625	3.494
10	1.901	1.289	625	3.815	2.335	939	625	3.899
8,8	2.391	975	625	4.024	2.391	975	625	4.024
1	2.763	1.217	625	4.605	2.763	1.217	625	4.605

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Mientras que en comparación a la subasta óptima obtenida bajo simetría entre las firmas, el regulador preferirá la subasta con restricción de set aside en un 50% más de casos. Al mismo tiempo, la subasta sin intervención regulatoria sufre una disminución de un 25% en su aplicabilidad.

Fig. 5: Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor



Fuente: Elaboración Propia.

Si bien, existe una diferencia en la magnitud, ocurre una situación similar cuando la autoridad regulatoria tiene puesto su interés en el bienestar total. Bajo este enfoque, el aumento de los casos en que es preferible la subasta con exclusividad

para nuevos entrantes alcanza el 89%. Mientras que el rango en que es preferible una subasta sin restricciones disminuye un 7%.

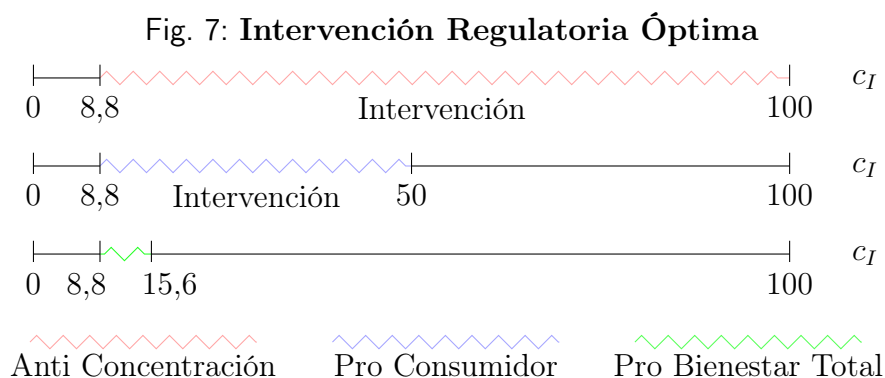


Fuente: Elaboración Propia.

Dado lo anterior, cuando el regulador licita espectro en un mercado donde las posibles entrantes poseen mayor productividad respecto a las firmas establecidas, la subasta con set aside genera un equilibrio superior en un mayor rango de casos.

Específicamente, en casos de relativa ineficiencia que bajo simetría se prefería fortalecer a una de las incumbentes, bajo asimetría el enfoque en aumentar la competencia adquiere mayor importancia respecto al enfoque en la eficiencia productiva.

Lo que generará, tal como observamos en la figura 7, una variación en el rango de optimalidad de la intervención. Dado que el enfoque exclusivo en la disminución de la concentración no está fundamentado en alguna medición de bienestar, nos centraremos netamente en los enfoques pro consumidor y pro bienestar total.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuando la autoridad regulatoria focaliza su interés en el bienestar de los consumidores, deberá aumentar su intervención en un 50%, por ende, deberá intervenir el 41% de los casos posibles. De este modo, para cada nivel de eficiencia productiva la asignación privada será equivalente a la asignación socialmente óptima.

Para lograr el mismo objetivo bajo un enfoque centrado en el bienestar total, el regulador deberá aumentar la implementación de set aside en un 89%, cubriendo el 7% del total de casos posibles.

5.1.2. Productividad de Entrantes menor a Incumbentes

El segundo caso asimétrico que puede enfrentar la autoridad regulatoria es aquel en que las posibles entrantes son un 50% menos productivas que las incumbentes.

La tabla 24 presenta la subasta sin restricciones. En los escenarios en que sí hay participación de al menos una incumbente, se reproduce la lógica mostrada previamente, siempre una firma establecida se adjudica el bloque de espectro.

Respecto a las ofertas óptimas, dada la menor productividad de las entrantes, en los escenarios en que dichas firmas participan, las ofertas óptimas son menores al caso bajo simetría.

Tab. 24: Escenarios de Competencia Subasta Modelo I

λ_I	λ_e	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
		Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
Escenario A										
0,05	0,025	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	-
0,1	0,05	278	278	-	-	-	-	278	278	-
0,2	0,1	625	625	0	-	-	0	625	625	0
0,5	0,25	625	625	225	-	-	225	625	625	0
1	0,5	625	625	400	-	-	400	625	625	0
5	2,5	625	625	576	-	-	576	625	625	0
Escenario B y C										
0,05	0,025	637	0	-	$0 + \varepsilon$	-	-	637	0	-
0,1	0,05	1.111	69	-	$0 + \varepsilon$	-	-	1.111	69	-
0,2	0,1	1.111	434	-	$0 + \varepsilon$	-	-	1.111	434	-
0,5	0,25	1.111	803	-	$225 + \varepsilon$	-	-	886	803	-
1	0,5	1.111	951	-	$400 + \varepsilon$	-	-	711	951	-
5	2,5	1.111	1.078	-	$576 + \varepsilon$	-	-	535	1.078	-
Escenario D										
0,05	0,025	319	319	-	636	636	-	1	1	-
0,1	0,05	590	590	-	1.040	1.040	-	70	70	-
0,2	0,1	773	773	-	676	676	-	435	435	-
0,5	0,25	957	957	-	307	307	-	803	803	-
1	0,5	1.031	1.031	-	400	400	-	831	831	-
5	2,5	1.095	1.095	-	576	576	-	807	807	-

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto al equilibrio de Nash y la posible existencia de free riding entre incumbentes, la tabla 25 presenta los resultados según la productividad de las incumbentes.

Al realizar en términos de la eficiencia productiva la comparación con el caso simétrico respecto al equilibrio de mercado, se observa un aumento de un 50% en los casos en que la participación mutua es óptima. Lo mismo ocurre con los casos en que solo una incumbente decide participar de la subasta. Mientras que el rango en que las incumbentes acomodan la entrada sufre una disminución de un 50%.

Estas variaciones se sustentan en que la mayor productividad de las establecidas les permite contar con una competitividad relativa mayor dentro de la subasta y por tanto realizar mejores ofertas sin perjudicar sus beneficios netos en un mayor rango de productividad respecto al caso de simetría con las entrantes.

Tab. 25: Equilibrio de Nash Subasta Modelo I

λ_I	Decisión	¿Free Riding?
[0,05 , 0,58]	Ambas Participan	No
(0,58 , 1,69]	Solo una Participa	Sí
(1,69 , 5,00]	Ninguna Participa	No

Fuente: Elaboración Propia.

Al analizar la subasta con restricción de set aside en la tabla 26, podemos observar que aún cuando las establecidas no participen de la subasta, la participación de una nueva firma no está asegurada.

Lo anterior, debido a que en niveles de muy baja productividad, específicamente cuando $\lambda_E < 0,1$, la entrante no es capaz de obtener beneficios brutos positivos, por lo tanto, no es capaz de realizar una oferta por espectro, dejando desierta la licitación de espectro, junto con las consecuencias negativas que dicho resultado implica.

Por ende, en cada proceso de licitación la agencia reguladora debe ser capaz de considerar las características propias de la industria y de los operadores previo establecimiento de las condiciones de subasta.

Una incorrecta decisión de política, como licitar espectro que no será asignado a ningún operador, además de no incrementar el bienestar, puede provocar un escenario de mayor ineficiencia.

Tab. 26: Escenario E: Subasta con Set Aside

λ_I	λ_e	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
		Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
0,05	0,025	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	0
0,1	0,05	278	278	-	-	-	-	278	278	0
0,2	0,1	625	625	0	-	-	0	625	625	0
0,5	0,25	625	625	225	-	-	225	625	625	0
1	0,5	625	625	400	-	-	400	625	625	0
5	2,5	625	625	576	-	-	576	625	625	0

Fuente: Elaboración Propia.

Lo anterior, nos entrega las primeras luces sobre como debe actuar el regulador si desea maximizar el bienestar social. La tabla 27 presenta la medición del bienestar, mientras que las figuras 8 y 9 la intervención óptima bajo un enfoque centrado en los consumidores y en el bienestar total, respectivamente.

Independiente de si presenta un enfoque en la recaudación y/o los consumidores, en niveles de baja productividad siempre es preferible una subasta sin restricciones, ya que permitirá la asignación socialmente óptima de espectro al adjudicárselo un operador establecido que aumentará su eficiencia productiva y con ello, la eficiencia asignativa del mercado.

Luego, en de niveles relativa eficiencia la asignación óptima que maximiza el bienestar de los consumidores será aquella que provoca la entrada de un nuevo competidor al mercado. Por tanto, también existe un rango en que la subasta con set aside es la decisión óptima que maximiza el bienestar social.

Aunque dicho rango será acotado cuando el regulador busque maximizar el bienestar social considerando la recaudación obtenida con la licitación espectral.

Tab. 27: **Bienestar Social**

c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
50	868	141	1.040	2.049	556	556	0	1.111
16,7	1.701	1.251	485	3.438	1.701	1.250	69	3.021
10	1.901	1.607	307	3.815	2.113	1.250	225	3.588
4,6	2.073	1.658	418	4.148	2.480	1.250	418	4.148
3,5	2.106	1.647	460	4.213	2.553	1.250	460	4.263
2,9	2.596	1.250	487	4.333	2.596	1.250	487	4.333
1	2.738	1.250	576	4.564	2.738	1.250	576	4.564

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Si comparamos los rangos socialmente óptimos de este caso con el caso de simetría en la productividad, se observa una disminución de un 50% del rango en que la restricción de set aside es socialmente óptima cuando el regulador centra sus esfuerzos en la recaudación y/o los consumidores.

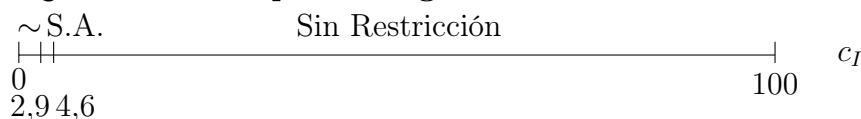
Fig. 8: **Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor**



Fuente: Elaboración Propia.

Situación contraria experimenta el rango de preferencia de una subasta sin restricciones, ya que sufre una variación positiva de un 25% y un 5%, respectivamente.

Fig. 9: **Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total**



Fuente: Elaboración Propia.

Dado lo anterior, al comparar las variaciones de la subasta socialmente óptima según la asimetría en la productividad de entrantes respecto a incumbentes, se observa que la variación porcentual en la productividad generará una variación porcentual equivalente en el rango en que una subasta con set aside es la decisión socialmente

óptima cuando el regulador tiene pleno interés en el bienestar del consumidor.

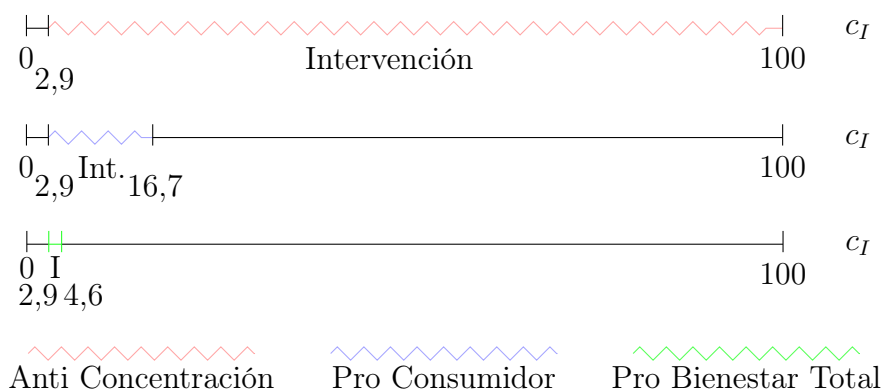
Con respecto a la subasta sin restricciones, la relación entre productividad y subasta socialmente óptima también será directamente proporcional, pero con una proporcionalidad de dos a uno.

Por lo tanto, la productividad de las firmas entrantes afectará directamente la decisión óptima que deba adoptar el regulador con relación al tipo de subasta que maximice el bienestar social. La figura 10 detalla la intervención según cada enfoque.

Nuevamente, a diferencia de lo que sucedería con una intervención focalizada en la disminución de la concentración, la aplicación de una restricción solo debe realizarse dentro de un cierto rango basado en alguna medición de bienestar. De lo contrario, dicha decisión podría generar una asignación ineficiente de espectro que incluso haga empeorar el bienestar social post licitación de espectro.

En este sentido, cuando las posibles entrantes sean menos eficientes que las establecidas, el regulador enfocado en el bienestar de los consumidores deberá disminuir su intervención en la subasta en un 50 %, mientras que el regulador enfocado en el bienestar total lo deberá hacer en un 53 %. De este modo, la subasta con intervención de set aside se aplicará en el 14 % y 2 % del total de casos posibles, respectivamente.

Fig. 10: Intervención Regulatoria Óptima



Fuente: Elaboración Propia.

Dado lo sucedido en ambos casos de asimetría en la productividad, la relación entre productividad e intervención regulatoria siempre será directamente proporcional.

Cuando la autoridad regulatoria esta enfocada en el bienestar de los consumidores, una variación porcentual de la productividad de las entrantes respecto a las incumbentes se traducirá en una variación equivalente en el porcentaje de casos en que debe intervenir la subasta para adecuar el equilibrio privado al equilibrio socialmente óptimo.

Mientras que para un regulador enfocado en el bienestar total, la magnitud de la proporcionalidad directa dependerá de la magnitud de la asimetría de las posibles entrantes respecto a las incumbentes.

Si las entrantes son muy ineficientes, en una mayor proporción de casos no subastarán, generando que un mayor número de ofertas de las incumbentes sean un *epsilon* mayor a cero, lo que se traduce en una menor recaudación.

Por el contrario, cuando las incumbentes son muy eficientes, la mayor intervención regulatoria no solo será beneficiosa para los consumidores, sino que también lo será para la recaudación, al recibir mayores ingresos por las ofertas en la subasta.

5.1.3. Costo Fijo de Entrada positivo

La tercera extensión del modelo lineal corresponde al caso en que las firmas entrantes enfrentan la existencia de un costo fijo de producción, a diferencia de las firmas establecidas que ya lo tienen amortizado.

La tabla 28 presenta los escenarios de participación que generaría la subasta sin intervención regulatoria. La principal diferencia con la sección tres, radica en la disminución de la oferta realizada por las firmas entrantes debido a la reducción de sus beneficios brutos al contar con la existencia del costo fijo de producción.

Tab. 28: Escenarios de Competencia Subasta Modelo I

λ_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
Escenario A									
0,05	0,1	0,1	0	-	-	0	0,1	0,1	0
0,1	156	156	87	-	-	87	156	156	0
0,5	506	506	281	-	-	281	506	506	0
1	564	564	313	-	-	313	564	564	0
5	613	613	340	-	-	340	613	613	0
Escenario B y C									
0,05	637	0	-	$0 + \varepsilon$	-	-	637	0	-
0,1	1.111	69	-	$87 + \varepsilon$	-	-	1.024	69	-
0,5	1.111	803	-	$281 + \varepsilon$	-	-	830	803	-
1	1.111	951	-	$313 + \varepsilon$	-	-	798	951	-
5	1.111	1.078	-	$340 + \varepsilon$	-	-	771	1.078	-
Escenario D									
0,05	319	319	-	636	636	-	1	1	-
0,1	590	590	-	1.040	1.040	-	70	70	-
0,5	957	957	-	$307 + \varepsilon$	$307 + \varepsilon$	-	803	803	-
1	1.031	1.031	-	$313 + \varepsilon$	$313 + \varepsilon$	-	874	874	-
5	1.095	1.095	-	$340 + \varepsilon$	$340 + \varepsilon$	-	924	924	-

Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, en los escenarios en que podría haber participación de los operadores incumbentes, también se genera una disminución en su oferta monetaria, ya que, al competir con una entrante que obtiene menores beneficios, pueden adjudicarse la subasta con menores ofertas.

La menor competitividad aguas arriba de las firmas entrantes, también provoca una variación en el equilibrio de Nash generado por la subasta sin restricciones.

Como las ofertas de las entrantes son menos competitivas dada la presencia del costo fijo en cualquier nivel de productividad, en un mayor rango de casos al menos una firma establecida participará en la licitación.

Específicamente, para cualquier nivel de productividad, el equilibrio de Nash contará con la participación de uno o dos operadores incumbentes.

Tal como se observa en la tabla 29, la presencia del costo fijo hará menos competitivas a las firmas entrantes, impidiendo su entrada al mercado si la subasta realizada por el regulador no presenta ninguna intervención. Además, hará aumentar la presencia de free riding entre las firmas incumbentes.

Tab. 29: Equilibrio de Nash Subasta Modelo I

λ_I	Decisión	¿Free Riding?
[0,05 , 0,54]	Ambas Participan	No
(0,54 , 5,00]	Solo una Participa	Sí
\emptyset	Ninguna Participa	No

Fuente: Elaboración Propia.

Situación contraria ocurre cuando la autoridad regulatoria interpone una restricción de set aside, donde para cualquier nivel de productividad la entrante es capaz de competir en el mercado aguas abajo. La tabla 30 presenta el escenario generado cuando se produce la entrada de un nuevo competidor al mercado.

Entonces, dado el costo fijo que enfrentan las entrantes, el espectro subastado sin restricción siempre será adjudicado por una incumbente, mientras que la subasta con intervención de set aside le otorga el bloque de espectro licitado a un nuevo operador.

Tab. 30: Escenario E: Subasta con Set Aside

λ_i	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
0,05	0,1	0,1	0	-	-	0	0,1	0,1	0
0,1	156	156	87	-	-	87	156	156	0
0,5	506	506	281	-	-	281	506	506	0
1	564	564	313	-	-	313	564	564	0
5	613	613	340	-	-	340	613	613	0

Fuente: Elaboración Propia.

Para determinar cuál subasta entrega el equilibrio socialmente óptimo, la tabla 31 presenta el análisis de bienestar, mientras que las figuras 11 y 12 presenta la subasta óptima considerando los dos enfoques que puede presentar la autoridad regulatoria.

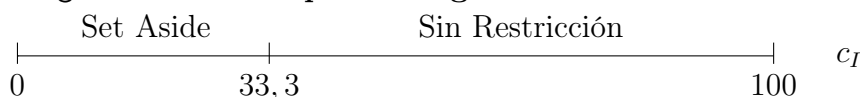
Tab. 31: Bienestar Social según nivel de Costos

c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
99	319	1	636	956	0,3	0,1	0	0,4
50	868	141	1.040	2.049	703	313	87	1.102
33,3	1.250	557	832	2.639	1.250	556	154	1.960
5	2.059	1.748	313	4.120	2.538	1.128	313	3.980
1	2.189	1.849	340	4.378	2.757	1.225	340	4.322

Nota: c_I =costo marginal de incumbentes pre-subasta. Fuente: Elaboración propia.

Si la autoridad regulatoria deposita su interés netamente en los consumidores, deberá interponer la restricción de set aside siempre que el costo marginal de los operadores establecidos sea menor a 33,3. Si bien, el límite superior no se ve afectado con la inclusión del costo fijo, el límite inferior sí presenta variación, ya que, ahora en los casos en que el costo sea menor a 5,7, la subasta con set aside entrega un mejor equilibrio respecto a la subasta sin restricciones.

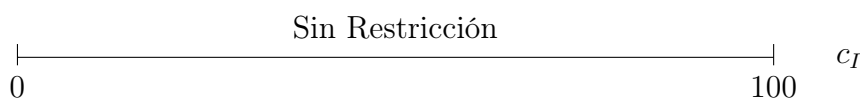
Fig. 11: Subasta Óptima Regulador Pro Consumidor



Fuente: Elaboración Propia.

Cuando el regulador presenta un enfoque en el bienestar total, la subasta óptima también sufre modificaciones respecto al caso sin costo fijo. Si inicialmente, en un pequeño número de casos se justificaba la intervención, ahora con la reducción de las ofertas de las entrantes, la menor recaudación generada por la subasta con set aside provoca que siempre sea la subasta sin intervención la que genere el mayor bienestar total.

Fig. 12: Subasta Óptima Regulador Pro Bienestar Total



Fuente: Elaboración Propia.

Entonces, la agencia reguladora deberá realizar una intervención de set aside siempre que el costo marginal de las incumbentes sea inferior a 33,3. De lo contrario, el equilibrio privado será socialmente ineficiente para un regulador enfocado en el bienestar de los consumidores.

Por otro lado, si el regulador está enfocado en incrementar el bienestar social, deberá realizar la subasta sin set aside, ya que, el equilibrio privado genera la mejor situación de bienestar social. La figura 13 expone lo descrito anteriormente.



Por lo tanto, la presencia de costos fijos en la producción de las entrantes tiene importantes implicancias en la recomendación de política. Si el regulador tiene un enfoque pro consumidor debe aumentar la intervención regulatoria, mientras que si presenta un enfoque pro bienestar total debe reducir dicha intervención.

5.2. Licitación bajo Asimetría y Demanda no Lineal

Durante esta subsección, las simulaciones realizadas mantendrán los supuestos metodológicos de la sección cuatro, con excepción de la ya mencionada asimetría en la productividad de las posibles firmas entrantes.

5.2.1. Productividad de Entrantes mayor a Incumbentes

Al analizar el modelo de subasta sin restricciones en la tabla 32, observamos que dentro de cada escenario, el nivel de productividad no afecta los beneficios obtenidos por las firmas. Entonces, al igual que bajo simetría, el equilibrio de Nash será único.

Tab. 32: Escenarios de Competencia Subasta Modelo I

λ_I	λ_e	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos			
		Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e	
Escenario A											
0,05	0,075	6	6	25	-	-	25	6	6	0	
1	1,5	6	6	25	-	-	25	6	6	0	
5	7,5	6	6	25	-	-	25	6	6	0	
Escenario B y C											
0,05	0,075	44	11	-	$25 + \varepsilon$	-	-	19	11	-	
1	1,5	44	11	-	$25 + \varepsilon$	-	-	19	11	-	
5	7,5	44	11	-	$25 + \varepsilon$	-	-	19	11	-	
Escenario D											
0,05	0,075	28	28	-	$32 + \varepsilon$	$32 + \varepsilon$	-	12	12	-	
1	1,5	28	28	-	$32 + \varepsilon$	$32 + \varepsilon$	-	12	12	-	
5	7,5	28	28	-	$32 + \varepsilon$	$32 + \varepsilon$	-	12	12	-	

Fuente: Elaboración Propia.

Dado que las firmas obtienen mayores beneficios esperados en el escenario D, respecto a los escenarios A, B y C, el equilibrio de mercado generado por una subasta

sin restricciones será aquel en que ambas incumbentes participen en la licitación.

Tal como se detalla en la tabla 33, el equilibrio generado por la subasta sin restricciones no permite la entrada de nuevos competidores para ningún nivel de eficiencia de las incumbentes, a la vez que tampoco genera el problema de free riding entre los incumbentes.

Tab. 33: Equilibrio de Nash

c_I	E.N.	¿Free Riding?
[1 – 99]	(P,P)	No

Fuente: Elaboración Propia.

La segunda opción que puede ejecutar el regulador es la implementación de set aside en el bloque a subastar. En esta subasta las firmas incumbentes obtienen menores beneficios respecto a la subasta sin restricciones debido a la imposibilidad de mejorar su estructura de costos dado el otorgamiento de espectro en exclusiva a un nuevo operador. La tabla 34 presenta el equilibrio alcanzado en esta subasta.

Tab. 34: Escenario E: Set Aside

c_I	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
99	6,25	6,25	25	-	-	25	6,25	6,25	0
50	6,25	6,25	25	-	-	25	6,25	6,25	0
1	6,25	6,25	25	-	-	25	6,25	6,25	0

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Entonces, si no se aplica set aside la subasta sin restricciones generará el fortalecimiento del mercado duopólico, a pesar de que la posible entrante sea más eficiente.

Lo anterior, debido al poder de mercado que presentan los operadores incumbentes, poder que les permite realizar ofertas superiores a las entrantes a pesar de contar con una estructura de costos inferior.

Dada esta situación, al analizar el bienestar social en la tabla 35, encontramos que el excedente del consumidor es mayor en la subasta con set aside, mientras que el índice de concentración es menor. Por su parte, el excedente del productor y de gobierno es mayor en la subasta sin limitaciones para incumbentes.

Tab. 35: Bienestar Social según Nivel de Costos

c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
99	3.314	24	32	3370	3.326	13	25	3.364
50	3.383	24	32	3.438	3.394	13	25	3.432
1	3.774	24	32	3.829	3.786	13	25	3.823

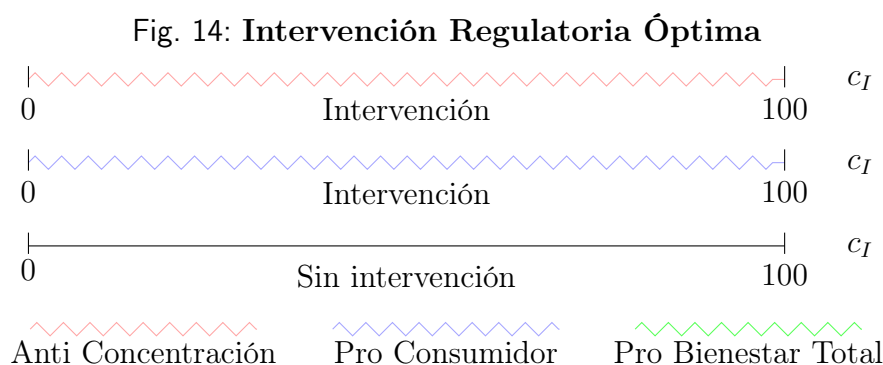
Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 14 presenta la intervención óptima. Si el regulador está interesado en la reducción de la concentración y el bienestar de los consumidores, su decisión debe ser la implementación de la restricción de set aside, de lo contrario y a diferencia del caso simétrico generará un equilibrio ineficiente de mercado.

Ahora bien, si el regulador además del bienestar de los consumidores está interesado en la recaudación fiscal y en las utilidades de las firmas, debe implementar una subasta sin intervención, ya que, el equilibrio privado es equivalente al equilibrio socialmente óptimo.

Por lo tanto, para cada nivel de eficiencia de las firmas, se mantiene la decisión de política en ambos enfoques de regulación respecto al caso simétrico.



Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2. Productividad de Entrantes menor a Incumbentes

El último caso a estudiar es aquel en que bajo una demanda no lineal las firmas entrantes tienen la mitad de la productividad de las incumbentes.

Tab. 36: Escenarios de Competencia Subasta Modelo I

λ_I	λ_e	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
		Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
Escenario A										
0,05	0,075	25	25	-	-	-	-	25	25	-
1	1,5	25	25	-	-	-	-	25	25	-
5	7,5	25	25	-	-	-	-	25	25	-
Escenario B y C										
0,05	0,075	44	11	-	$0+\varepsilon$	-	-	44	11	-
1	1,5	44	11	-	$0+\varepsilon$	-	-	44	11	-
5	7,5	44	11	-	$0+\varepsilon$	-	-	44	11	-
Escenario D										
0,05	0,075	28	28	-	$32+\varepsilon$	$32+\varepsilon$	-	12	12	-
1	1,5	28	28	-	$32+\varepsilon$	$32+\varepsilon$	-	12	12	-
5	7,5	28	28	-	$32+\varepsilon$	$32+\varepsilon$	-	12	12	-

Fuente: Elaboración Propia.

Como en los casos previos, la primera opción del regulador es realizar una subasta sin restricciones, cuyos resultados se encuentran en la tabla 36.

Si la subasta es sin intervención, tal como se detalla en la tabla 37, el equilibrio de Nash será que siempre una firma incumbente se adjudicará el espectro, sin generar problemas de free riding.

Tab. 37: Equilibrio de Nash

c_I	E.N.	¿Free Riding?
[1 – 99]	(P,P)	No

Fuente: Elaboración Propia

Si la subasta es con restricciones de set aside, las entrantes dada su ineficiencia productiva obtendrían beneficios brutos que no lograrían ser superiores a su utilidad de reserva, por ende, la licitación quedará desierta y el equilibrio de mercado previo a la subasta se mantendrá.

Tab. 38: Escenario E: Set Aside

c_I	Beneficios Brutos			Ofertas Óptimas			Beneficios Netos		
	Π_1	Π_2	Π_e	O_1^A	O_2^A	O_e^A	π_1	π_2	π_e
99	25	25	0	-	-	0	25	25	0
50	25	25	0	-	-	0	25	25	0
1	25	25	0	-	-	0	25	25	0

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Dado el equilibrio generado por las subastas, de manera intuitiva, la opción de una subasta sin restricciones surge como la decisión más adecuada para aumentar el bienestar. Para corroborar dicha intuición, debemos observar los resultados de la evaluación de bienestar social presentados en la tabla 39.

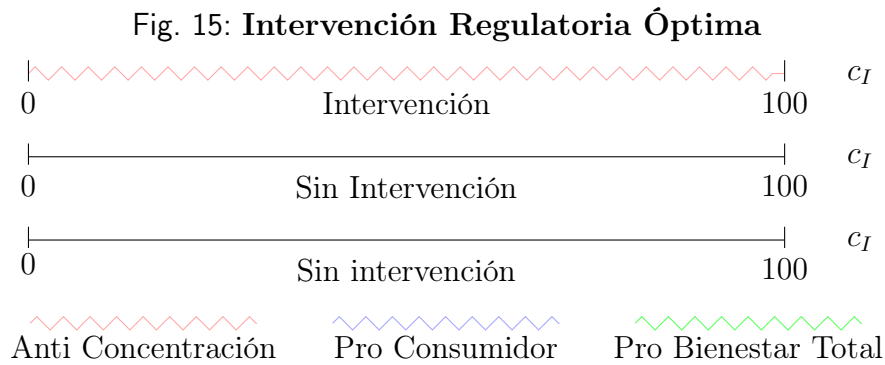
Tab. 39: Bienestar Social según Nivel de Costos

c_I	Post Subasta Sin Restricción				Post Subasta con Set Aside			
	E.C.	E.P.	E.G.	W	E.C.	E.P.	E.G.	W
99	3.314	24	32	3370	3.286	50	0	3.336
50	3.383	24	32	3.438	3.354	50	0	3.404
1	3.774	24	32	3.829	3.745	50	0	3.795

Nota: c_I es el costo marginal de las incumbentes previo a la subasta.

Fuente: Elaboración Propia.

Tanto para un regulador enfocado en el bienestar del consumidor, como para un regulador enfocado en el bienestar total, la decisión óptima de política debe ser la licitación mediante una subasta sin restricciones. La figura 15 expone lo anterior.



Entonces, para el caso no lineal si las posibles firmas entrantes son altamente ineficientes respecto a las firmas ya establecidas en el mercado siempre será preferible realizar una subasta sin restricciones. De este modo, el bienestar podrá aumentar mediante la ganancia de eficiencia productiva derivada del mejoramiento de la estructura de costos de uno de los operadores incumbentes al adquirir mayor espectro.

Por el contrario, si las firmas entrantes son simétricas o altamente eficientes respecto a los operadores incumbentes la decisión dependerá del enfoque regulatorio que tenga la autoridad política.

Si su objetivo son los consumidores, siempre adicionará la restricción de set aside. Si en sus prioridades además están las firmas y la recaudación, siempre deberá realizar la subasta sin restricciones.

6. Conclusiones

Mientras que el espectro radioeléctrico es un insumo fundamental para la estructura productiva de los operadores de telecomunicaciones móviles.

La licitación de este insumo es clave para la autoridad regulatoria. Con una adecuada asignación aguas arriba, el regulador puede transformar la estructura de mercado aguas abajo sin intervenir directamente en el equilibrio competitivo.

El correcto diseño de subastas le permitirá al regulador mejorar el bienestar social a través de la asignación eficiente de dicho insumo.

La autoridad regulatoria deberá tener presente que la decisión socialmente óptima en un determinado contexto, puede producir un resultado ineficiente bajo un entorno regulatorio diferente.

Enfocarse netamente en la reducción de la concentración de mercado como proxy de bienestar social es una decisión subóptima. Esto se sustenta al no considerar las posibles ganancias de eficiencia productiva que le genera a las firmas previamente establecidas en el mercado la adquisición de mayor espectro.

Al mismo tiempo, un enfoque radicado en su totalidad en la promoción de la eficiencia productiva de las firmas incumbentes también es una estrategia inadecuada. Esto se sustenta al no considerar los beneficios derivados de aumentar la promoción de la competencia en mercados marcadamente concentrados cuyas firmas incumbentes presentan poder de mercado.

El mecanismo de subasta óptimo será aquel que logre equilibrar efectivamente el tradeoff entre aumentar la eficiencia productiva de incumbentes y la disminución de la concentración de mercado aguas abajo.

En este sentido, el contexto competitivo del mercado, y variables como el tipo de demanda, el enfoque adoptado por el regulador y el nivel de asimetría entre las firmas son claves para tomar una decisión socialmente óptima.

Cuando las firmas son simétricas y la demanda de mercado es lineal, la recomendación de política dependerá del enfoque regulatorio de la autoridad.

Para un regulador enfocado netamente en los consumidores, la decisión óptima será aplicar una intervención que privilegie la entrada de nuevos competidores al mercado cuando los operadores establecidos presenten costos marginales de producción entre 5,7 y 33,3. En presencia de costos fijos de producción, el límite inferior disminuye a 0. De lo contrario, el equilibrio privado será socialmente ineficiente.

Si además, el regulador está interesado en maximizar la recaudación obtenida, la ganancia de bienestar derivada de aumentar la competencia aguas abajo será mayor a la ganancia derivada de aumentar la eficiencia productiva solo cuando los costos marginales de producción sean menores a 9,3. Si adicionalmente, las entrantes enfrentan costos fijos, a cualquier nivel de eficiencia será preferible la subasta sin intervención.

La amplitud de la intervención regulatoria también está directamente relacionada con el grado de simetría entre entrantes e incumbentes respecto a su productividad.

Para un regulador pro consumidor, una variación de un 1 % en la productividad relativa de las entrantes respecto a las incumbentes genera una variación de un 1 % en el rango de aplicación óptimo de la intervención regulatoria.

Para un regulador interesado en el bienestar de los consumidores y la recaudación, dicha variación dependerá de la magnitud de la asimetría presentada.

Ahora bien, cuando los operadores son simétricos pero presentan una demanda no lineal de mercado, un regulador enfocado en los consumidores siempre realizará una intervención de set aside, independiente del nivel de productividad de las firmas. Mientras que un regulador centrado en el bienestar total, siempre aplicará una subasta libre de intervención.

Si adicionalmente, existe asimetría entre las firmas, cuando la entrante tiene un 50 % de la productividad de las incumbentes, el regulador independiente de su en-

foque nunca establecerá una restricción de set aside. Mientras que si la entrante presenta un 50 % adicional de productividad, dicha conclusión solo se mantiene si el regulador busca maximizar el bienestar total.

Futuras investigaciones, que incluyan la existencia de productos diferenciados o mayores grados de asimetría entre las firmas establecidas y/o entrantes, serán útiles para abarcar un mayor ángulo de visión sobre el mecanismo adecuado de subastas dentro de una licitación pública de espectro radioeléctrico.

A. Bibliografía

- Cramton, P., Kwerel, E., Rosston, G., y Skrypacz, A. (2011). Using Spectrum Auctions to Enhance Competition in Wireless Services, *The Journal of Law & Economics*, 54(4), 167-188. DOI: 10.1086/661939
- Cramton, P. (2013). The Rationale for Spectrum Limits and Their Impact on Auction Outcomes. Presentado para T-Mobile USA en la elaboración de normas de la subasta de 700 MHz. Recuperado de <https://goo.gl/xHXif7>
- Dewenter, R., y Haucap, J. (2007). Demand Elasticities for Mobile Telecommunications in Austria, *Ruhr Economic, Paper No. 17*. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1012100>
- Galperin, H. y Ruzzier, C. (2013). Price elasticity of demand for broadband: Evidence from Latin America and the Caribbean, *Telecommunications Policy*, 37(6-7), 429-438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.06.007>
- Garbacz, C., y Thompson, H. (2007). Demand for telecommunication services in developing countries. *Telecommunications Policy*, 31(5), 276-289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2007.03.007>
- Gilbert, R., y Newbery, D. (1982). Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly. *The American Economic Review*, 72(3), 514-526. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1831552/>
- Gilbert, R. (2006). Competition and Innovation, *Journal of Industrial Organization Education*, 1(1), 8-8. DOI: 10.2202/1935-5041.1007
- Grzybowski, L. (2008). The Competitiveness of Mobile Telephony across the European Union, *International Journal of the Economics of Business*, 15(1), 99-115. DOI: 10.1080/13571510701830549
- Hausman, J., y Ros, A. (2013). An econometric assessment of telecommunications prices and consumer surplus in Mexico using panel data, *Journal of Regulatory Economics*, 43(1), 284-304. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11149-013-9212-0>

- Iimi, A. (2005). Estimating demand for cellular phone services in Japan, *Telecommunications Policy*, 29(1), 3-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2004.11.001>.
- International Telecommunication Union (ITU). (2017). Methodologies for valuation of spectrum - Technical Report.
Recuperado de <http://handle.itu.int/11.1002/pub/8106272d-en>.
- Jehiel, P., y Moldovanu, B. (2000). Auctions with Downstream Interaction among Buyers, *Journal of Economics*, 31(4), 768-791.
Recuperado de www.jstor.org/stable/2696358
- Jehiel, P., Moldovanu, B., Ottaviani, M., y Propper, C. (2003). An Economic Perspective on Auctions, *Economic Policy*, 18(36), 269-308.
Recuperado de www.jstor.org/stable/1344658
- Kathuria, R., Uppal, M., y Mehar, M. (2009). An Econometric Analysis of the Impact of Mobile, *The Policy Paper Vodafone Public Policy Series*, 1(9), 5-20.
Recuperado de www.icrier.org/pdf/public_policy19jan09.pdf
- Lange, M., y Saric, A. (2016). Substitution between fixed, mobile, and voice over IP telephony – Evidence from the European Union, *Telecommunications Policy*, 40(10–11), 1007-1019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.05.008>
- Prasad, R. (2015). The production function methodology for estimating the value of spectrum. *Telecommunications Policy*, 39(1), 77-88.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.12.007>
- Puu, T., (1991). Chaos in Duopoly Pricing, *Chaos, Solitons & Fractals*, 1(6), 573-581. DOI: [https://doi.org/10.1016/0960-0779\(91\)90045-B](https://doi.org/10.1016/0960-0779(91)90045-B)
- Puu, T., (2008). On the stability of Cournot equilibrium when the number of competitors increases, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 66(3–4), 445-456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2006.06.010>
- Tramontana, F. (2010). Heterogeneous duopoly with isoelastic demand function, *Economic Modelling*, 27(1), 350-357.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.09.014>
- Yao, H., Shi, L., y Xi, H. (2012). Analysis of Triopoly Game with Isoelastic Demand Function and Heterogeneous Players, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2012, 16 pp. DOI: [:10.1155/2012/280824](https://doi.org/10.1155/2012/280824)