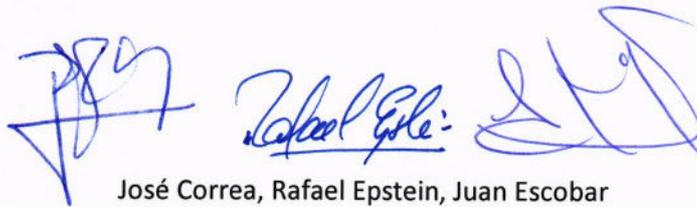


Consideraciones para una política de límites máximos de espectro¹



José Correa, Rafael Epstein, Juan Escobar

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Universidad de Chile

21 Marzo 2019

¹ Este reporte ha sido encargado por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel).

José Correa obtuvo un PhD en Investigación de Operaciones en MIT.
Rafael Epstein obtuvo un PhD en Investigación de Operaciones en MIT.
Juan Escobar obtuvo un PhD en Economía en Stanford University.

Resumen ejecutivo

1. Este reporte evalúa la asignación actual del espectro en Chile y propone una metodología para definir sus límites máximos.
2. Se argumenta la necesidad de tener una política de límites máximos del espectro para impedir la concentración y el acaparamiento.
3. Se fundamenta que la mejor manera de evaluar la concentración del espectro es estudiando la asignación en cada macro banda, pues distintas bandas tienen propiedades físicas específicas.
4. Se observa que sólo tres operadores poseen espectro en la macro banda baja (<1GHz). Se argumenta que una condición necesaria para que un cuarto operador se consolide con una red móvil es que obtenga espectro en la banda baja para aumentar su cobertura.
5. Se analiza que en la banda media baja (1 a 3GHz), la asignación del espectro parece sobre atomizada. En efecto, un operador mantiene 30MHz de espectro sin uso en la banda 1.7-2.1GHz. Este caso ilustra los peligros de intentar generar más participantes que lo que el mercado móvil puede sostener.
6. Se concluye con una propuesta de límites máximos de espectro porcentual por macro bandas. La propuesta está orientada a que al menos cuatro operadores puedan competir creíblemente en el mercado móvil en el corto y mediano plazo.

1734

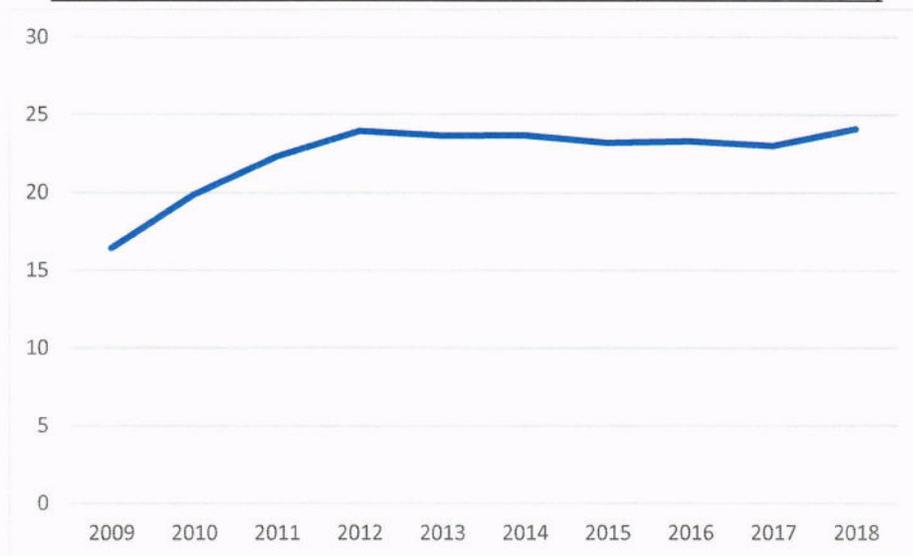
Contenido

Resumen ejecutivo.....	1
I. Contexto	3
II. La racionalidad económica de los límites máximos de espectro	6
III. Consideraciones específicas para establecer límites máximos de espectro	7
IV. Experiencia comparada	15
V. Evaluación de la concentración del espectro en Chile	17
VI. Una propuesta de límites máximos de espectro.....	20

I. Contexto

- A. Evolución reciente del mercado.** El mercado de servicios móviles en Chile ha tenido una expansión significativa en los últimos 10 años, como se muestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1: Número de abonados de telefonía móvil (millones de usuarios)



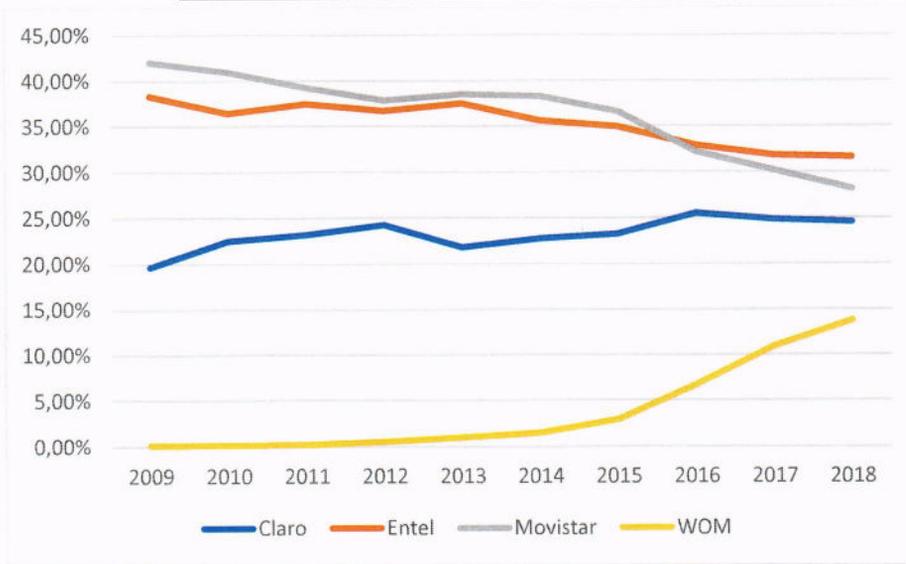
Fuente: Series Estadísticas Subtel

Un hecho importante en el desarrollo reciente del mercado móvil es la entrada de WOM, a través de la compra de Nextel en el 2015. Hasta el 2015, el mercado de servicios móviles era servido principalmente por tres empresas: Claro, Entel, y Movistar.

Desde su entrada, WOM ha expandido su participación de manera significativa. Como se ilustra en el Gráfico 2, la expansión de WOM coincide con una disminución de la participación de mercado de Entel y Movistar, siendo la participación de Claro relativamente estable. Así, en el mercado de servicios móviles participan cuatro operadores importantes.

La expansión de WOM se debe probablemente a su capacidad para encontrar y desarrollar una propuesta atractiva para un segmento importante de clientes, así como a cambios regulatorios que facilitaron su entrada (como la portabilidad) y que le permitieron complementar su propuesta con los activos de Nextel.

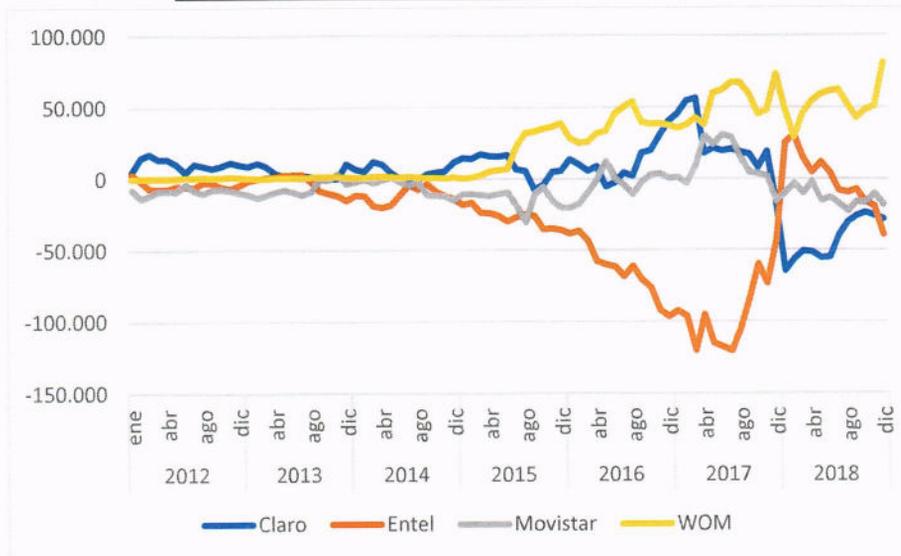
Gráfico 2: Participación de mercado por operador



Fuente: Series estadísticas Subtel

En el Gráfico 3 se muestra cómo ha variado la cantidad neta de números portados desde el 2012 al 2018, lo que se obtiene al calcular durante ese período y de forma mensual, la cantidad de números portados como empresa receptora menos número portados como empresa donante. En particular, se observa que desde el 2015 la portabilidad aumentó considerablemente.

Gráfico 3: Portabilidad neta mensual por operador

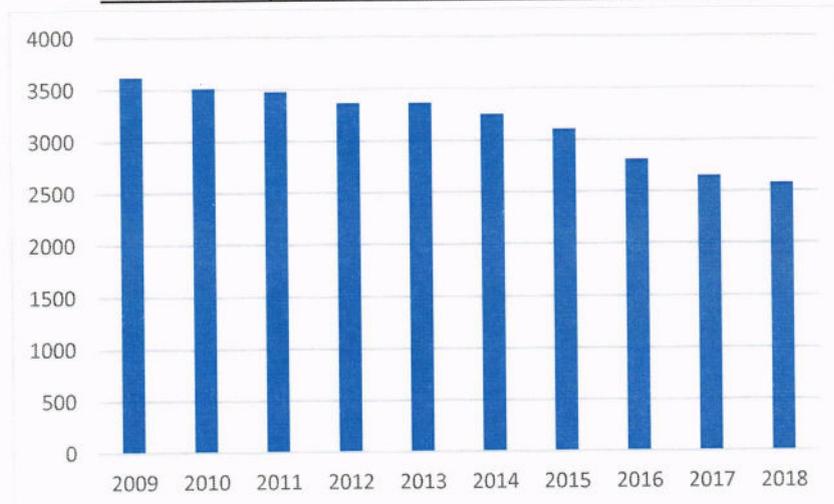


Fuente: Reporte portabilidad Subtel 2018

Por otro lado, el Gráfico 4 muestra cómo ha evolucionado la concentración del mercado en cuanto a número de abonados en telefonía móvil a través del HHI (Índice de Herfindahl-

Hirschman) entre el 2009 y el 2018. En el gráfico se observa que la entrada de WOM en 2015 produce una baja sustantiva de la concentración de la participación de mercado.

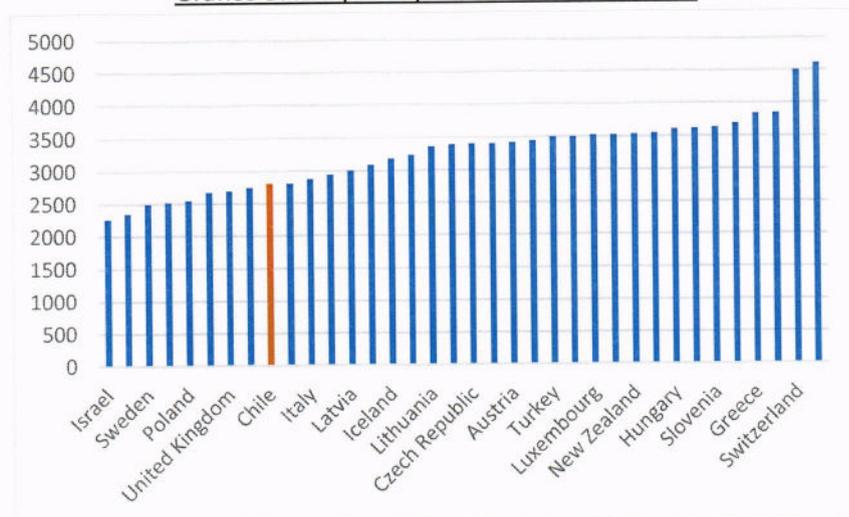
Gráfico 4: HHI participación de mercado por año en Chile



Fuente: Series estadísticas Subtel

Además, se observa que la actual concentración en el mercado de servicios móviles en Chile, medida por número de abonados, es similar al de países OCDE. En el Gráfico 5 se presentan los indicadores de concentración (HHI) de la participación de mercado en los países miembros de la OCDE, observándose que Chile está en el tercio con menores índices de concentración de la participación de mercado en el año 2018.

Gráfico 5: HHI participación de mercado 2018



Fuente: GSMA Intelligence – Data request Subtel

B. Mercado mayorista. El servicio mayorista es provisto por operadores móviles de redes (OMRs) que poseen concesiones de bandas de espectro radioeléctrico e infraestructura de

redes. Actualmente, los operadores mayoristas son Claro, Entel, Movistar, y WOM.² Un operador mayorista puede ofrecer servicios móviles a clientes finales o vender sus servicios a terceros, sean estos operadores móviles virtuales (OMVs) que carecen de red, u otros OMRs que pueden complementar sus inversiones en redes contratando servicios a otro mayorista.

Las OMVs pueden ser de variada naturaleza.³ En Chile, sin embargo, su desarrollo ha sido escaso. En efecto, la participación de las OMVs en el mercado minorista es cercana al 2%, según datos Subtel.⁴ Así, las OMVs no son un actor de peso en el mercado mayorista nacional.

El objeto de este estudio es el mercado mayorista de servicios móviles nacional, lo que incluye el espectro asignado para la provisión de servicios intermedios.

II. La racionalidad económica de los límites máximos de espectro

El espectro radioeléctrico es un insumo escaso pero esencial para proveer servicios mayoristas. Un operador mayorista con más espectro tiene un menor costo de servir clientes y por lo tanto puede tener una ventaja competitiva importante que le permite jibarizar o incluso excluir competidores.

Los métodos de asignación de espectro son variados, incluyendo licitaciones y *beauty contests*. El punto en común de los distintos métodos de asignación de espectro es que en ninguno de ellos por sí solo se internaliza el impacto de su resultado sobre la competencia en el mercado de telecomunicaciones.⁵ Por el contrario, los distintos métodos de asignación de espectro llevan a que éste se concentre en un número de firmas menor que el socialmente deseable.

Para argumentar el punto anterior, notamos el siguiente principio económico general: la disposición a pagar o disipar rentas de una sola firma por detentar poder monopólico obteniendo la totalidad del espectro es estrictamente mayor que la suma de las utilidades de dos o más firmas que comparten ese espectro y compiten. Dependiendo del tipo de concurso que se use para asignar espectro, tales rentas se disiparán a través de contraprestaciones e inversiones en un *beauty contest*, o transferencias monetarias en una licitación. En cualquier caso, la asignación de espectro favorecerá que éste se concentre en un número de operadores mayoristas menor que el deseable para la competencia aguas abajo.

² VTR posee espectro, pero no ha desarrollado una red móvil por lo que no es considerado un operador mayorista para los efectos del presente Informe.

³ En el mundo, existen OMVs que revenden marcas (y reciben comisión por cliente), otras que proveen servicios y poseen sus propios clientes, y otras que proveen servicios completos (de modo que controlan precios, numeración, y plataformas informáticas).

⁴ Véase "Sector Telecomunicaciones Primer Semestre 2018" (Diciembre 2018) en https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/PPT_Series_JUNIO_2018_V1.pdf.

⁵ Véase Cramton, Kwerel, Rosston, Skrzypacz, "Using spectrum auctions to enhance competition in wireless services," *Journal of Law, Economics and Organizations* (2011) o Hazlett, Muñoz, "Welfare analysis of spectrum auctions," *Rand Journal of Economics*, (2009) para análisis complementarios.

El acaparamiento de espectro es aún más fuerte cuando existen asimetrías importantes en los tamaños de los operadores. En efecto, las firmas ya establecidas cuentan con inversiones que les permiten complementar el espectro concursado. Así, el espectro concursado otorga mayor rentabilidad privada a las firmas establecidas que a las entrantes o más pequeñas.

La respuesta al problema de acaparamiento es una política de límites máximos de espectro.⁶⁻⁷ Por política de límites de espectro se entiende cualquier tipo de cota superior que enfrente uno o más operadores mayoristas para obtener espectro. Conceptualmente, los límites máximos de espectro son una manera de representar el interés de los consumidores del mercado móvil en cualquier proceso de adquisición de espectro.

Así, la necesidad de una política de límites máximos de espectro no depende del mecanismo usado para otorgar concesiones. La existencia de un mercado secundario de espectro tampoco hace que los límites de espectro se vuelvan innecesarios. En efecto, en tal mercado secundario las transacciones de espectro serían eficientes solo desde la perspectiva de las partes involucradas, pero no si se toma en consideración el mercado de servicios móviles.⁸ Más generalmente, esta divergencia entre beneficios privados y sociales implica que una política de límites máximos debe imponer restricciones sobre cualquier proceso de adquisición de espectro.

No es necesario que un operador mayorista participe en el mercado minorista para que intente acaparar espectro. Un operador mayorista se beneficia de excluir rivales aun cuando no participa en el mercado final. En consecuencia, la política de límites de espectro debe aplicar para cualquier operador mayorista.⁹

III. Consideraciones específicas para establecer límites máximos de espectro

A modo general, el propósito de una política de límites de espectro es intensificar la competencia en el mercado de servicios móviles de modo que los clientes finales enfrenten menores precios y un mejor servicio. La tarea de definir límites de espectro involucra *tradeoffs* importantes. Por un lado, un límite de espectro muy alto no ayuda a mejorar la competencia al permitir que una firma acapare espectro, invierta de manera subóptima en redes, y enfrente una competencia débil con pocos competidores que obtuvieron sólo el espectro remanente. El efecto de una política de límites demasiado laxa es el de concentración en la oferta mayorista, precios altos, y servicio deficiente.

⁶ Véase Jehiel and Moldovanu, "An economic perspective on auctions." *Economic Policy* (2003).

⁷ La literatura económica ha enfatizado beneficios adicionales de los límites de espectro. Por ejemplo, los límites de espectro hacen que las licitaciones de bandas sean más competitivas. El presente informe no toca este punto pues se enfoca en el impacto de una política de límites de espectro sobre el funcionamiento del mercado móvil. Véase Cramton, Kwerel, Rosston, Skrzypacz, "Using spectrum auctions to enhance competition in wireless services," *Journal of Law, Economics and Organizations* (2011).

⁸ La existencia de un mercado secundario de espectro profundo puede traer muchos beneficios al hacer que espectro asignado ineficientemente pase a mejores usos, pero esto no implica que esas transacciones deban carecer de regulación.

⁹ En Chile todos los operadores mayoristas participan en el mercado minorista, pero en México, por ejemplo, se ha consolidado un operador mayorista (Altan Redes) que no presta servicios a consumidores finales.

Por otro lado, una política de límites de espectro muy restrictiva no permitirá que las firmas exploten sus economías de escala al atomizar la oferta intentando inducir más operadores que los que caben en el mercado. Límites de espectro extremadamente bajos impiden que operadores mayoristas eficientes —que pueden hacer un buen uso social de un recurso escaso como el espectro— tengan más espectro y puedan servir clientes. Así, un límite de espectro muy bajo también reduce la eficiencia de la oferta mayorista, deteriorando la calidad del servicio y subiendo los precios.

Además, la política de límites de espectro debe considerar las constantes innovaciones tecnológicas en el sector de telecomunicaciones. Los cambios tecnológicos en la industria de las telecomunicaciones modifican tanto la demanda como la oferta de servicios de comunicaciones móviles. En efecto, la aparición de nuevas aplicaciones y aparatos lleva a una creciente demanda por comunicaciones móviles. Al mismo tiempo, nuevos desarrollos en tecnologías inalámbricas permiten el uso económicamente eficiente de nuevas bandas para proveer cada vez mayores coberturas y velocidades de transmisión de datos.

Ahora bien, las siguientes consideraciones específicas son útiles para definir una política de límites de espectro.

A. Definición de macro bandas. Las bandas de espectro disponibles para servicios móviles tienen propiedades físicas distintas. Mientras las bandas bajas tienen una gran capacidad de propagación y penetración, las bandas más altas están asociadas a mayor capacidad de transmisión, menor latencia, y soportan la reutilización de las frecuencias.

Para poner cotas sobre la asignación de espectro, se pueden considerar dos extremos. En un extremo, se pueden imponer límites sobre el espectro que cada operador puede poseer en cada banda. En el otro extremo, se pueden imponer límites sobre la suma (o la suma ponderada usando parámetros de velocidad, cobertura, capacidad, y desarrollo tecnológico) de las asignaciones sobre distintas bandas. La experiencia internacional muestra una variedad de fórmulas que combinan estos extremos.

Una observación importante al momento de diseñar una política de límites de espectro es que un operador que acapara espectro que no tiene sustitutos podría monopolizar la oferta de cobertura, velocidad, y/o capacidad de transmisión móvil. De este modo, una política de límite de espectros debe procurar que ningún operador acapare espectro en bandas que no tienen sustitutos. Obviamente, cada banda tiene propiedades físicas únicas y, tomando la postura anterior al extremo, se podría postular una política en la que se imponen límites de espectro sobre cada una de las bandas. Esto sería un error pues se sacrificaría la eficiencia en el manejo del espectro al impedir que un operador que no monopoliza la oferta móvil adquiera más espectro. De este modo, una política de límites de espectro debe imponer cotas sobre conjuntos de bandas que se sustituyen entre sí, evitando una desintegración artificial de los distintos grupos de bandas.

Poseer una variedad de bandas permite no sólo que un operador desarrolle una red que provea cobertura, capacidad y robustez, sino que también permite complementar las

bandas para alcanzar más eficiencia. En efecto, la agregación de portadoras permite que un operador combine distintas frecuencias (dentro de la misma banda o en bandas diferentes) para alcanzar mayores velocidades, mayor ancho de banda, y eficiencia.¹⁰ La agregación de portadoras se ha usado combinando las bandas 2.6GHz y 700MHz en Chile, mientras que en otros países latinoamericanos se ha usado combinando las bandas AWS (1.7-2.1GHz) y 700MHz.¹¹ La imposición de límites de espectro sobre conjuntos de bandas es condición necesaria para que operadores posean combinaciones complementarias de bandas de espectro.¹²

Típicamente, se han considerado tres grandes grupos de bandas:¹³

- a. Frecuencias bajo 1GHz están destinadas a cobertura;
- b. Frecuencias entre 1 y 6GHz están destinadas a capacidad;
- c. Frecuencias sobre 6GHz están destinadas a grandes capacidades con bajas latencias.

Sin embargo, clasificaciones más finas, que distinguen dentro de las bandas medias entre aquellas menores y mayores a 3GHz, también han sido propuestas. Así, un reporte encargado al Comité Asesor del Manejo de Espectro (Commerce Spectrum Management Advisory Committee, CSMAC) por la Oficina de Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información de Estados Unidos (US Department of Commerce's National Telecommunications and Information Administration, NTIA) propone refinar la clasificación anterior diferenciando entre bandas bajo y sobre 3GHz.¹⁴ ¹⁵ ¹⁶ El reporte

¹⁰ Véase la explicación de la 3GPP sobre la agregación de portadoras (*carrier aggregation*) en <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/101-carrier-aggregation-explained>.

¹¹ Véase el informe de OVUM "Asignación y uso eficiente del espectro en Chile: prioridad en la agenda de política pública hacia la conectividad total" (mayo 2018) en <https://static.pisapapeles.net/uploads/2018/07/Asignaci%C3%B3n-y-uso-eficiente-del-espectro-en-Chile-prioridad-en-la-agenda-de-pol%C3%ADtica-p%C3%BAblica-hacia-la-conectividad-total-OVUM-2018.pdf>

¹² Una manera de asegurar que un operador efectivamente posea un portafolio de bandas es concursando varias bandas simultáneamente, aunque esto también tiene costos. Véase Jehiel y Moldovanu, "An economic perspective on auctions," *Economic Policy* (2003).

¹³ Véase, por ejemplo, "Espectro 5G. Posición de la GSMA sobre políticas públicas" (Noviembre 2018) en <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2018/11/5G-Spectrum-Positions-SPA.pdf>. La GSMA es una organización de operadores móviles dedicada a la estandarización y promoción de la telefonía móvil.

¹⁴ NTIA es el brazo ejecutivo dentro del Departamento de Comercio que provee recomendaciones al Presidente de Estados Unidos en temas de telecomunicaciones y tecnologías de la información. Véase <https://www.ntia.doc.gov/>.

¹⁵ EL CSMAC es un comité externo conformado por académicos y expertos de la industria de las telecomunicaciones que provee recomendaciones sobre el manejo del espectro al Secretario de Comercio. Véase <https://www.ntia.doc.gov/category/csmac>

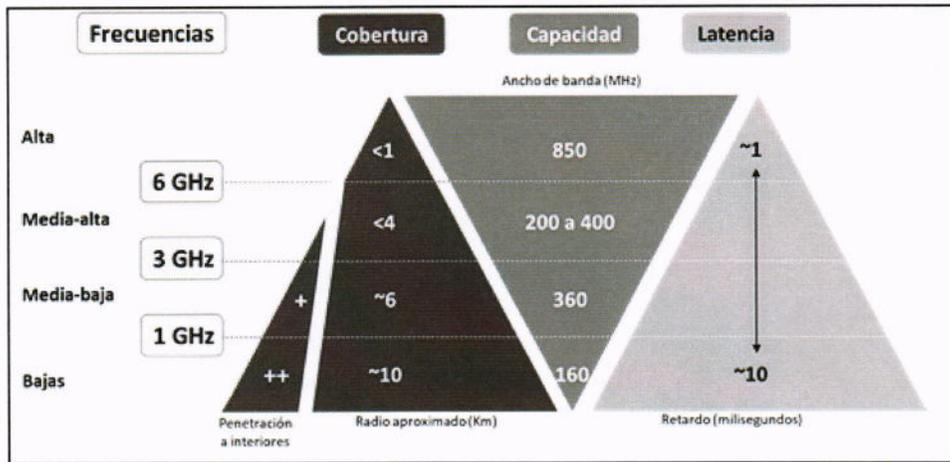
¹⁶ Véase "Identifying key characteristics of bands for commercial deployments and applications subcommittee. Final report and recommendations" (Noviembre 2017) en https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/key_characteristics_subcommittee_final_report_nov_17_2017.pdf.

ADZ

enfatisa una serie de diferencias en la penetración, volumen de datos, tecnologías y otros, entre las bandas en el rango 1 y 3GHz y aquellas sobre 3GHz.^{17 18}

Las diferencias en cobertura, capacidad, penetración, y latencia de las distintas bandas se ilustran en la Figura 1 a continuación.

Figura 1: Propiedades por banda específica



Fuente: Elaboración Subtel

Por otro lado, las diferentes macro bandas son útiles para las diferentes generaciones de servicios móviles a través del tiempo, como se ilustra en la Figura 2, lo cual permite predecir

¹⁷ El reporte señala: “The medium-low band (1–3 GHz) is useful for reliable, medium-data-rate radio links traversing medium-length paths (up to 5 miles) to handheld mobile phones. It has moderate free-space, foliage, and building-penetration losses, and is not particularly affected by rain. It allows somewhat higher degrees of freedom for antenna directionality and spatial reuse, increasing capacity. Site densification by use of small cells is possible. Because of the low power requirements, high-reliability, and ability to use omnidirectional antennae, frequencies in this band are used by two-way satellite mobile voice 9 and data services, such as those relied upon by users in military, first responder, energy production, and remote communities.” (p. 9)

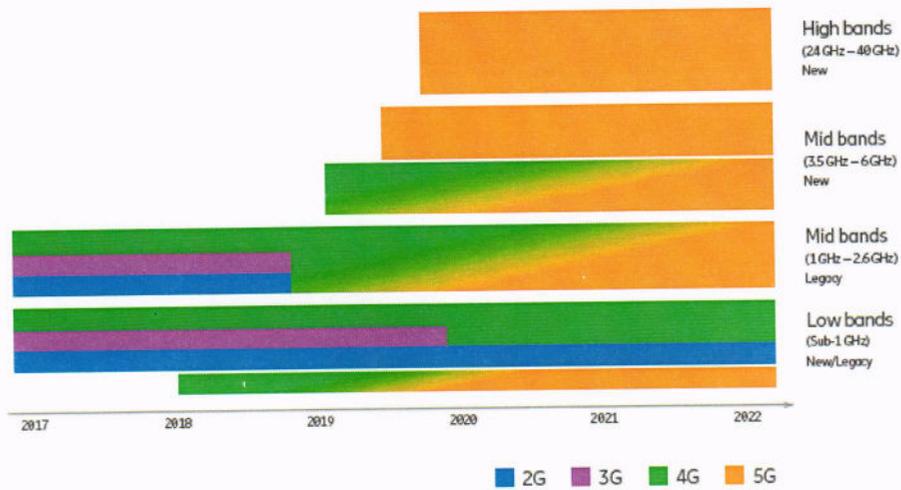
Por otro lado, sobre las bandas medias altas el reporte también señala que: “The medium-high band (3–5 GHz) is useful for higher-data-rate radio links traversing shorter paths, or longer paths on which occasional rain outages are considered tolerable. It has relatively high free-space, foliage, and building-penetration losses and is affected only by heavy rain. This band allows considerable antenna directionality and spatial reuse, enabling beamforming and high-order MIMO. This band is better suited for small cell use. Because of their broad coverage and resiliency to rain fade, frequencies in this band are utilized by satellite systems for providing broadcast services in challenging geographies as well as for critical feeder link and tracking, telemetry, and command operations.” (p.9).

¹⁸ El informe de Ericsson, “5g deployment considerations” (2018) también da cuenta de la heterogeneidad dentro de las bandas en el rango 1 a 6GHz. El texto señala (p.8): “In these bands (NA: 1 a 6GHz), especially in the new higher spectrum (NA: banda 3.5GHz), we are likely to see larger bandwidths (50–100 MHz). This will enable higher capacity, lower latency networks which can be used for 5G use cases...”. Al informe se puede acceder en: <https://www.ericsson.com/assets/local/networks/documents/5g-deployment-considerations.pdf>. Véase también la Figure 3 (p. 6) de ese informe.

1243

que estas mismas macro bandas puedan ser utilizadas de manera combinada incluso para futuras tecnologías.

Figura 2: Uso de las distintas macro bandas para el desarrollo de las nuevas generaciones de telefonía móvil



Fuente: Ericsson¹⁹

Como se puede ver, las bandas bajas han jugado un rol importante en la provisión de todas las generaciones de comunicación móvil, y seguirán siendo cruciales en toda la evolución del 5G. Las bandas bajas son fundamentales para el desarrollo de una red de telecomunicaciones móviles y, en países donde el espectro se licita, los abultados montos recaudados reflejan lo escasa y valiosa que son estas bandas para los operadores móviles.²⁰ Es por esto que los reguladores en el mundo han puesto especial atención a la concentración del espectro en las bandas bajas.²¹

Asimismo, el desarrollo del 5G requerirá paulatinamente bandas de mayores frecuencias. Su desarrollo puede partir en bandas medias bajas usando espectro utilizado para proveer 4G. Sin embargo, el uso de bandas medias altas permitirá desarrollar redes con mayor capacidad y menor latencia para el 5G. Para alcanzar todo su potencial, el 5G requerirá bandas altas, en el rango 24-40GHz.²²

¹⁹ Véase "5G deployment considerations" (2018) en:

<https://www.ericsson.com/assets/local/networks/documents/5g-deployment-considerations.pdf>.

²⁰ Espectro en las bandas bajas es se vende por montos sustantivamente mayores que en el resto de las bandas. Véase Koutroumpis y Cave, "Auction design and auction outcomes", Journal of Regulatory Economics (2018).

²¹ Véase Gretschko y Knappek, "Spectrum aggregation limits in auctions with spectrum below 1GHz" (2013), reporte preparado por encargo de T-Mobile para ser presentado ante la FCC en Estados Unidos, en <https://ecfsapi.fcc.gov/file/7520961800.pdf>.

²² Véase "5G deployment considerations" (2018) en:

<https://www.ericsson.com/assets/local/networks/documents/5g-deployment-considerations.pdf>.

1246

En consecuencia, atendido las distintas propiedades físicas y económicas de las bandas, es que en los sucesivos este documento agrupará las bandas en las macro bandas que se definen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Definición de macro bandas

Macro Banda	Frecuencias
Baja	<1GHz
Media-baja	1 a 3 GHz
Media-alta	3 a 6 GHz
Alta	>6GHz

B. Instrumentos de una política de límites de espectro. Una política de límites de espectro involucra al menos dos instrumentos. Por una parte, los *límites de espectro* limitan la cantidad de espectro que un operador puede tener. Por otra parte, las *reservas para entrantes* impiden que operadores establecidos puedan adquirir uno o más bloques en un concurso de espectro. Tanto los límites de espectro como las reservas para entrantes juegan el rol de limitar la concentración en la tenencia de espectro.

En Estados Unidos y Canadá se han usado también los *bidding credits*. Un *bidding credit* permite que un operador entrante adquiera espectro en un concurso aun si su oferta (técnica o económica) es menos atractiva que la de un operador establecido. Así, un *bidding credit* hace que sea más costoso para un operador establecido el seguir acumulando espectro.²³

C. Tipos de límites de espectro. Los límites sobre el espectro pueden ser fijos (es decir, una cantidad en MHz) o porcentuales (es decir, como fracción del espectro asignado). La diferencia entre ambos tipos de límites radica en su adaptabilidad. Un límite porcentual se adapta inmediatamente al asignar nuevas bandas. Por otro lado, un límite fijo durante un periodo de tiempo impone restricciones más severas sobre el espectro que un operador puede adquirir.

En cualquier caso, el problema que la política de límites máximos de espectro intenta resolver es el de concentración en la tenencia de espectro. Para evaluar y resolver un problema de concentración de la tenencia de espectro, lo importante son los porcentajes del espectro asignado con los que cuentan las empresas, y no los montos absolutos.

²³ Véase Cramton, Kwerel, Rosston, Skrzypacz, "Using spectrum auctions to enhance competition in wireless services", Journal of Law, Economics and Organizations (2011).

Un caso reciente ilustra el punto anterior. La Ofcom en el Reino Unido ha asignado banda 3.4GHz y 2.3GHz en su último concurso de abril 2018.²⁴ Para este concurso, se fijó un límite máximo de espectro total (sobre todas las bandas) de 340MHz.²⁵ Para llegar a esta cantidad, la Ofcom concluyó que un escenario en el que algún operador posea más del 37% del total del espectro asignado, podría poner en peligro la competencia en el mercado móvil. Así, la autoridad fijó un límite porcentual del 37% que se tradujo en el límite absoluto de 340MHz sobre el total del espectro que un operador podía adquirir.²⁶

Una política de límites máximos de espectro debe ser lo suficientemente flexible para adecuarse a la nueva oferta de espectro. En efecto, nuevos desarrollos en tecnologías inalámbricas permiten que nuevas bandas puedan ser asignadas a operadores para proveer cada vez mejores servicios móviles. Un límite máximo fijo puede terminar imponiendo restricciones demasiado severas una vez que nuevo espectro se vuelve técnica y económicamente factible.

Límites máximos de espectro porcentuales hacen explícito el nivel de concentración en la tenencia de espectro que se intenta evitar, al mismo tiempo que se adaptan automáticamente a la nueva oferta de espectro. Su definición debe evitar dañar la situación competitiva e intentar que la falta de espectro no sea la razón por la que un operador deje de ser un competidor creíble, al mismo tiempo que debe permitir algún grado de asimetría pues hay operadores que pueden realizar un uso más eficiente del espectro.²⁷

Es perfectamente posible que en un mercado tan dinámico como el móvil un límite máximo porcentual que fue apropiado en algún momento quede obsoleto. Por ejemplo, si uno de los operadores existentes deja de ser un actor creíble (por razones distintas a su portafolio de espectro) y sale del mercado y se estima que es difícil que un nuevo operador entre, el límite máximo de espectro debiese aumentar.²⁸

- D. Diseño de bloques.** Un límite máximo de espectro dado para un concurso interactúa con el tamaño y diseño de los bloques para determinar la homogeneidad de la asignación final. Dado un límite máximo de espectro para un concurso, en general, diseñar bloques más grandes hace que el límite máximo efectivo que enfrentan los operadores sea menor. Por

²⁴ Véase Ofcom, "Award of the 2.3 and 3.5GHz spectrum bands" (2017), en particular los puntos 1.3, 1.18 y 1.38, en el link https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf.

²⁵ El concurso fijó un límite adicional para bandas bajas y medias bajas.

²⁶ El reporte de la Ofcom señala que impone: "A cap of 340 MHz per operator on mobile spectrum overall after the Auction. This overall cap represents 37% of all the mobile spectrum that we expect to be useable".

²⁷ Para efectos de este informe, por *operador creíble* entendemos un operador que mantiene una red mayorista y es capaz de captar clientes en el mercado minorista.

²⁸ En Europa, muchos países han aprobado recientemente fusiones que hacen que los operadores mayoristas pasen de 4 a 3. Véase Genakos, Valletti, Verboven, "Evaluating market consolidation in mobile telecommunications", Economic Policy (2015) para una evaluación de las fusiones en mercados móviles de Europa.

ejemplo, consideremos un concurso por 90MHz de espectro en el que participan 3 operadores con un límite máximo de espectro igual a 50MHz. Si la autoridad concursa 9 bloques de 10MHz cada uno, es posible que dos operadores obtengan todo el espectro. Por otro lado, si la autoridad diseña 3 bloques de 30MHz cada uno, la asignación final será perfectamente homogénea pues en la práctica cada operador enfrentará un límite efectivo de 30MHz.

El diseño de bloques en un concurso debe responder a consideraciones técnicas que hagan económicamente factible la explotación de una banda. Pero muchos tamaños de bloques pueden satisfacer esto. Así, en un concurso dado se debe considerar el impacto del tamaño de los bloques sobre la concentración y la competencia en el mercado móvil.

- E. Licencias zonales.** Las licencias zonales (regionales o comunales) tienen dos objetivos. Primero, pueden otorgarse a un operador regional que sólo quiere proveer un servicio en dicha región y que posiblemente busque contratos de *roaming* con empresas con cobertura nacional. Segundo, licencias locales pueden otorgarse para bandas altas que permitirán servicios de muy corto alcance de modo que operadores podrían querer adquirir licencias sólo en zonas que les son atractivas para ese tipo de tecnologías y no pensando en grandes coberturas. La política de límites máximos de espectro debe servir a estos dos objetivos y al mismo tiempo evitar que operadores nacionales acaparen espectro usando licencias locales.

Por lo mismo, los límites máximos de espectro deben imponerse sobre cada unidad territorial o zona. Es decir, en cada zona determinada —sea esta regional o comunal—, ninguno de los operadores puede poseer espectro que sobrepase el límite máximo de tenencia del mismo, considerando todas sus licencias.²⁹ Así, un operador que tenga licencias nacionales por un monto igual al límite máximo en alguna macro banda, no podrá adquirir una licencia regional o comunal en ninguna zona; mientras que un operador que tenga espectro igual al límite en alguna zona, no podrá adquirir una licencia nacional ya que superaría el límite en dicha localidad.

Al imponer límites máximos de espectro en cada zona, se permite que operadores regionales puedan proveer un servicio local o mejorar la competencia en una zona específica. Al mismo tiempo, ya que el uso de espectro en bandas altas podría necesitar licencias locales, los límites de espectro en cada zona evitan que un operador excluya a rivales en alguna unidad territorial.

²⁹ Este tratamiento para licencias regionales es similar al usado en Australia. Véase The ACMA “3.6 GHz band spectrum auction results” (2018) en el link: <https://www.acma.gov.au/theACMA/3-6-ghz-band-spectrum-auction-results>.

1748

IV. Experiencia comparada

La regulación comparada muestra que las políticas de límites máximos de espectro son la norma. Existen una serie de casos emblemáticos en Estados Unidos y Europa en que políticas de límites de espectro han permitido la participación y consolidación de operadores entrantes. En lo que sigue exponemos las experiencias más importantes y las más recientes.³⁰

Uno de los casos más reconocidos en el que los límites de espectro tuvieron un rol fundamental en el mercado móvil es el concurso 3G en el Reino Unido durante el 2000.³¹ Previo al concurso existían cuatro operadores establecidos. Para el concurso se licitaron cinco bloques, pero ningún operador podía llevarse más de un bloque. De este modo, uno de los bloques se reservó para un entrante. La reserva para el entrante hizo que varias firmas se interesaran en participar en el concurso y, en efecto, participaron más de trece firmas en la licitación. Este concurso es considerado un éxito en la literatura por varias razones. Una de ellas es la entrada de un nuevo operador, Three, que dinamizó el mercado siendo el primero en desplegar la red 3G y en ofrecer video telefonía y tráfico de videos.^{32 33}

El Reino Unido continúa con una activa política de límites máximos de espectro. Como se discutió anteriormente, el concurso 2.3GHz-3.4GHz impuso límites de espectro de modo que ningún operador tuviese más del 37% del espectro total asignado a servicios móviles.³⁴ La Ofcom está actualmente en el proceso de diseño de una licitación de 200MHz de espectro en las bandas 700MHz y 3.6MHz. Nuevamente, su propuesta es que luego de este concurso ninguno de los 4 operadores establecidos tenga más del 37% del total de espectro asignado.³⁵

En muchos países ha habido especial atención por la concentración en las bandas bajas. La Tabla 2 ilustra el máximo porcentaje de espectro con los que un operador podía terminar en distintos concursos de bandas bajas en Europa.

³⁰ Para antecedentes adicionales sobre el uso de límites de espectro en distintas regulaciones, véase Cramton, "The rationale for spectrum limits and their impact on auction outcomes" (2013), reporte preparado para T-Mobile", o Cave and Webb, "Spectrum limits and auction revenue: the European experience" (2013), reporte preparado para Sprint Corporation", en los links <http://www.cramton.umd.edu/papers2010-2014/cramton-spectrum-limits-ex-parte.pdf> y <https://ecfsapi.fcc.gov/file/7520934210.pdf>.

³¹ Véase Klemperer, "Auctions: theory and practice" (2004), Princeton University Press.

³² Véase Cave and Webb, "Spectrum limits and auction revenue: the European experience" (2013), reporte preparado para Sprint Corporation.

³³ El mercado móvil del Reino Unido es servido actualmente por 4 operadores pues 2 de los 4 incumbentes que participaron en el concurso 3G, T-Mobile y Orange, se fusionaron en el 2010 para crear EE. Esto sólo refuerza la idea de que la entrada de Three vigorizó el mercado móvil en el Reino Unido al ganarse un espacio que impidió que los operadores establecidos T-Mobile y Orange siguieran con sus antiguos modelos de negocios.

³⁴ Véase Ofcom, "Award of the 2.3 and 3.4GHz spectrum bands" (2017), en particular los puntos 1.3 y 1.18, en el link https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103819/Statement-Award-of-the-2.3-and-3.4-GHz-spectrum-bands-Competition-issues-and-auction-regulations.pdf.

³⁵ Véase Ofcom, "Award of the 700MHz and 3.6GHz spectrum bands" (2018), en particular los puntos 5.7 y 5.14, en el link https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/130726/Award-of-the-700-MHz-and-3.6-3.8-GHz-spectrum-bands.pdf.

1749

Tabla 2: Límites de espectro en concursos de banda baja en países de Europa, período 2010-2013

País	Límite agregado bandas bajas
Suecia	31%
Irlanda	31%
Polonia	33%
Portugal	34%
Alemania	35%
República Checa	35%
Francia	39%
Italia	39%
España	39%
Finlandia	41%
Reino Unido	42%
Dinamarca	49%
Austria	54%
Países Bajos	84%

Fuente: Gretscho y Knappek (2013)³⁶

Estados Unidos fue pionero en el uso de límites de espectro en la licitación PCS de 1996. Estos concursos permitieron mover el mercado móvil desde una situación duopólica hacia una donde cada zona geográfica es cubierta por 4 o 5 operadores.³⁷

Tras la eliminación de los límites de espectro en el 2003, el mercado móvil en Estados Unidos se volvió más concentrado.³⁸ De hecho, los dos principales operadores móviles en Estados Unidos tenían más del 73% del espectro en bandas bajas en el 2014.³⁹ Esto motivó a la FCC a implementar nuevamente una política de límites de espectro en el concurso por espectro en la banda 600MHz el

³⁶ Véase Gretscho y Knappek, "Spectrum aggregation limits in auctions with spectrum below 1GHz" (2013), reporte preparado por encargo de T-Mobile para ser presentado ante la FCC en Estados Unidos, en <https://ecfsapi.fcc.gov/file/7520961800.pdf>. Notar que Holanda si bien aplica límites de espectro laxos, reservó espectro para entrantes.

³⁷ Véase Cramton, "The rationale for spectrum limits and their impact on auction outcomes" (2013), reporte preparado para T-Mobile. Cramton argumenta que hubo fallas (como la participación especulativa o problemas de default) que fueron el resultado de medidas no relacionadas con los límites de espectro.

³⁸ Véase Cramton, Skrzypacz, Wilson, "The 700MHz Spectrum Auctions" (2007) y Cramton, "The rationale for spectrum limits and their impact on auction outcomes" (2013) en <http://www.cramton.umd.edu/papers2005-2009/cramton-skrzypacz-wilson-competition-in-700-mhz-auction.pdf> y <http://www.cramton.umd.edu/papers2010-2014/cramton-spectrum-limits-ex-parte.pdf>.

³⁹ Como señala la FCC (2014), "In today's marketplace, in many service areas currently suitable and available below-1-GHz spectrum is disproportionately concentrated in the hands of larger nationwide service providers: the two largest providers hold 73 percent of the low-band spectrum." Véase FCC, "Mobile Spectrum Holdings Report and Order" (2014), en el link <https://www.fcc.gov/document/mobile-spectrum-holdings-report-and-order>.

ATTO

2016.⁴⁰ En sus reportes previos al concurso, la FCC confirma su preocupación por la concentración en bandas bajas e introduce reservas para firmas que poseen menos espectro.⁴¹

V. Evaluación de la concentración del espectro en Chile

La Tabla 3 muestra la asignación actual de espectro en las bandas bajas y medias bajas.

Tabla 3: Asignación actual de concesiones nacionales de espectro

	700	850	900	AWS	1900	2600
Entel	30		20		60	40
Claro	20	25			30	40
Movistar	20	25			30	40
VTR				30		
WOM				60		

Fuente: Subtel, donde la banda AWS incluye bandas de 1700 y 2100

No hay medida perfecta de concentración, pero las más usadas en casos de regulación y telecomunicaciones son el índice HHI y el porcentaje máximo asignado a un operador.⁴² Medidas basadas en la desviación estándar de la asignación son fundamentalmente erradas⁴³ (incluso cuando se normalizan por el espectro asignado) pues no satisfacen propiedades esenciales reconocidas en la literatura.⁴⁴

⁴⁰ Este concurso es conocido como *Incentive Auction*. Su particularidad es que en un mismo proceso se adquirió espectro asignado a TV Digital para asignarlo a servicios móviles.

⁴¹ La FCC (2014) señala: “By adopting clear and transparent spectrum aggregation limits, we aim to ensure that American consumers have meaningful choices among multiple service providers in the future.”

La FCC (2014) también señala “the reserve is designed to provide opportunities for providers with less than approximately one-third of below-1-GHz in particular areas, including AT&T, to enhance their networks to provide benefits to consumers”.

Véase FCC, “Mobile Spectrum Holdings Report and Order” (2014), en el link <https://www.fcc.gov/document/mobile-spectrum-holdings-report-and-order>.

⁴² Véase Tirole, “The theory of industrial organization” (1988), MIT Press.

⁴³ Para ver qué medidas basadas en la desviación estándar son inapropiadas para evaluar concentración, supongamos que se parte de una situación en que todo el espectro está asignado a una sola firma y que se interviene quitando un porcentaje x del espectro para dárselo a un nuevo competidor. Cualquier definición razonable de concentración (como el HHI o el máximo porcentaje) debe implicar que la intervención disminuye la concentración. Sin embargo, usando índices basados en la desviación estándar (aun cuando se normaliza por el espectro promedio) la concentración aumenta pues pasa de ser igual 0 a ser estrictamente positiva luego de la intervención.

⁴⁴ La literatura argumenta que un criterio básico que debe satisfacer un índice de concentración es el *Principio de la transferencia*, véase Hannah y Kay, “Concentration in modern industry: Theory, measurement and the UK industry” (1977), Springer. El principio de la transferencia es particularmente relevante para analizar la concentración de espectro en el mercado móvil pues impone que si espectro se asigna desde una firma grande a una pequeña entonces la concentración debe disminuir. Las medidas como el HHI o el porcentaje máximo asignado a un operador satisfacen el principio de la transferencia, pero medidas basadas en la desviación estándar no lo satisfacen como se mostró arriba.

La Tabla 4 muestra la distribución actual del espectro en las macro bandas baja y media baja por operador y el HHI de la cantidad de espectro de cada de estas macro bandas.

Tabla 4: Porcentajes espectro por operador y HHI

	Macro banda baja	Macro banda media baja
Entel	36%	30%
Claro	32%	21%
Movistar	32%	21%
VTR	-	9%
WOM	-	18%
HHI	3342	2231

La macro banda baja merece particular atención. En efecto, la concentración actual de la macro banda baja es alta y, como se discutió anteriormente, poseer espectro en esta macro banda es esencial para desarrollar una red de telefonía móvil. El hecho de que la macro banda baja se encuentre en manos de sólo tres operadores es una desventaja competitiva para otros actores, en particular considerando que hay un cuarto operador que ha desarrollado inversiones de red sólo usando bandas medias bajas.

En el entendido que Subtel concursará 20MHz en la banda 700MHz para servicios móviles, se explora cómo los distintos resultados de este concurso podrían impactar la concentración del espectro.⁴⁵ La tabla 5 muestra la concentración resultante si esos 20MHz de espectro se asignarán al operador con más espectro en la banda baja. La tabla 6, por su parte, muestra la concentración resultante si esos 20MHz de espectro se asignaran a un cuarto operador.

Tabla 5: Concentración escenario concentrado

Escenario mayor concentración	% operador
Entel	44%
Claro	28%
Movistar	28%
HHI	3496

⁴⁵ La Ley de Presupuesto 2019 liberó el uso de 20MHz en la banda 700MHz de modo que Subtel los puede ahora asignar a un operador móvil.

172

Tabla 6: Concentración escenario no concentrado

Escenario menor concentración	% operador
Entel	31%
Claro	28%
Movistar	28%
4to operador	13%
HHI	2715

El escenario de la tabla 5 parece sumamente peligroso para la competencia pues concentraría una fracción importante del espectro en bandas bajas en un único operador. El escenario de la tabla 6, en cambio, muestra un nivel de concentración para la banda baja mucho más saludable, y más cercano al que hay actualmente en la banda media baja.⁴⁶

En el caso de la macro banda media baja, VTR es un operador con espectro que no ha logrado desarrollar un modelo de negocios para servicios móviles ni ha invertido en el desarrollo de redes móviles. Como resultado, la macro banda media baja está utilizada ineficientemente.

VTR y WOM (Nextel) adquirieron espectro en el concurso AWS (1.7 y 2.1GHz) del 2009. En este concurso se impidió la participación de los operadores de red establecidos de modo de intensificar la competencia en el mercado móvil. El concurso AWS ilustra dos consideraciones importantes para una política de límites de espectro.

Primero, la asignación de espectro AWS a VTR muestra los peligros de usar una política de límites de espectro para intentar crear más operadores de lo que el mercado móvil puede sostener. La posesión de espectro es condición necesaria pero no suficiente para realizar inversiones para desarrollar una red. Para que tales inversiones sean económicamente rentables, los operadores deben contar no solo con espectro en una banda, sino que también con espectro complementario en otras bandas, espacio en el mercado para crecer y rentabilizar esas redes, así como una regulación que fomente la competencia.

Segundo, el concurso AWS asignó 60MHz de espectro a Nextel. Si bien tal espectro permaneció sin uso hasta el 2015, la compra de los activos de Nextel por WOM ha permitido que éste haya entrado al mercado móvil, desarrollado una red para participar en el mercado mayorista, y haya vigorizado sustantivamente la competencia, como se explicó anteriormente. El concurso AWS claramente terminó facilitando la entrada de WOM en el 2015 y muestra así los posibles beneficios de una reserva para entrantes.⁴⁷

⁴⁶ Al asignar los 20MHz de la banda 700MHz a Claro o Movistar, el operador con mayor espectro tendría casi el 41% del espectro asignado en bandas bajas y el índice HHI de la asignación sería 3417.

⁴⁷ Se podría afirmar que sin el concurso AWS, WOM habría entrado como OMV sin la necesidad de poseer espectro. Esto es incorrecto pues WOM prefirió comprar los activos de Nextel y desarrollar una red móvil en lugar de entrar como un OMV. Así, los 60MHz asignados inicialmente a Nextel efectivamente facilitaron la entrada de WOM al mercado móvil.

AA3

Para finalizar, se debe notar que la concentración del espectro en la macro banda media baja ha permanecido acotada, en parte, debido a la utilización de Subtel de variadas políticas de límites máximos de espectro. Lo anterior, no tan solo porque en el concurso AWS del 2009, las autoridades impidieron que los operadores con redes existentes participaran, reservando de ese modo el espectro que se estaba concursando para entrantes (los operadores establecidos en ese entonces enfrentaron así un límite de espectro igual a cero), sino también porque en los sucesivos concursos Subtel siguió usando activamente una política de límites de espectro. En efecto, en el concurso 2600MHz del 2012 la Subtel diseñó 3 bloques de 40MHz y, en la práctica, cada operador enfrentó un límite de espectro de 40MHz.⁴⁸

VI. Una propuesta de límites máximos de espectro

Como se discutió anteriormente, dadas las condiciones actuales del mercado móvil, es importante que la política de límites máximos de espectro mantenga la credibilidad de los cuatro operadores mayoristas actuales. Un límite máximo porcentual igual a 32% dentro de cada macro banda apunta hacia este objetivo en el corto plazo, y está alineado con la regulación comparada. Esta propuesta, en todo caso, se basa en el entendido que Subtel concursará próximamente 20MHz de espectro en la banda de 700MHz y una cantidad por determinar de espectro en la banda media alta.

- A. Macro banda baja:** Actualmente, Claro, Entel y Movistar son los únicos operadores con espectro en la banda baja en Chile. Como se señaló anteriormente, un operador como WOM sin banda baja enfrenta altos costos para desarrollar una red móvil. WOM podría hacer buen uso de espectro en la banda baja pues podría complementarlo con sus inversiones en bandas medias para ampliar su red.⁴⁹

Al respecto, una manera prudente para que un cuarto operador obtenga espectro en las bandas bajas es reservar el bloque de 20MHz en la banda 700MHz para un operador sin espectro en ésta.⁵⁰ Un límite máximo como el propuesto asegura que ninguno de los

⁴⁸ Asimismo, en el concurso 700MHz del 2014, la Subtel diseñó tres bloques (dos de 20MHz y uno de 30MHz) e impidió que algún operador se llevara más de un bloque. Así, en el concurso 700MHz cada operador enfrentó un límite de espectro de 30MHz.

⁴⁹ El valor de asignar espectro en la macro banda baja a un cuarto operador es al menos el que generaría WOM pues es posible que otras empresas sin espectro en la banda baja puedan hacer también buen uso de ese espectro. Un concurso bien diseñado debiese identificar al cuarto operador capaz de generar el mayor valor.

⁵⁰ Desde un punto de vista teórico, pareciera ser preferible que un cuarto operador adquiriera espectro en la macro banda baja como consecuencia de la adjudicación de nuevo espectro en esa banda, que de una reasignación del espectro. Lo anterior, porque aunque se podría pensar que una reasignación del espectro disponible podría mejorar la competitividad del mercado, es difícil evaluar el efecto de tal medida pues los operadores que pierdan espectro podrían terminar con mayores costos. Así, el impacto de una reasignación de espectro sobre el mercado móvil es incierto e intervenciones en un mercado como el móvil deben realizarse con cuidado. Para determinar el impacto real de una reasignación del espectro se requiere simular el *contrafactual*, es decir, como cambia la competencia en el mercado cuando se cambia la asignación de espectro. Para realizar este *contrafactual* se requiere la estimación de una serie de parámetros que son difíciles de obtener: (a) *Costos*: En cuanto suben los costos de las firmas que pierden espectro y en cuanto bajan los costos de las firmas que ganan espectro; (b) *Demanda*: Cómo los consumidores (que son

17-14

operadores con espectro en la banda baja pueda acceder al bloque de 20MHz en la banda 700MHz.

- B. **Macro banda media baja:** Hay cinco actores que poseen espectro en la macro banda media baja. El que tiene mayor participación posee un 30%. Un límite como el propuesto regulariza la asignación actual y permite que todos los actores sigan creciendo.
- C. **Macro banda media alta:** En el corto plazo, Subtel asignará concesiones de espectro en la banda media alta de 3.5GHz para servicios móviles. La cantidad total de espectro por asignar para servicios móviles en la banda 3.5GHz aún debe ser determinada. Sin embargo, un límite porcentual como el propuesto asegura que cuatro operadores obtengan espectro en la banda media alta.
- D. **Macro banda alta:** El desarrollo de las nuevas tecnologías para servicios móviles en la banda alta es incipiente. Los usos que tendrá la macro banda alta para proveer servicios móviles no están totalmente claros al momento de escribir este reporte. Es esperable que el límite máximo propuesto sobre la asignación de espectro en la macro banda alta sea apropiado, asegurando que cuatro operadores accedan a ese espectro.

La pertinencia de cualquier límite porcentual debiese ser evaluada a medida que nuevas bandas se concursan para proveer servicios móviles, aun cuando es posible que la propuesta sea apropiada en un horizonte más largo. La propuesta de límite porcentual da certidumbre sobre el manejo del espectro en el tiempo, y mantiene la desafiabilidad del mercado pues las bandas por concursar en el futuro son variadas, permitiendo la potencial entrada de nuevos operadores.⁵¹ Si en el futuro se concursan nuevas bandas y las autoridades consideran que la situación competitiva o la naturaleza del negocio en el mercado móvil han cambiado de manera importante, el límite porcentual propuesto debiese ser revisado.

heterogéneos y están espacialmente distribuidos en todo el país) reaccionan ante cambios en los precios y calidad de los servicios; (c) *Estrategia*: Cuáles son las variables de ajuste (precio, calidad, cobertura) que las firmas emplearán cuando cambian sus costos. No existen métodos confiables para este tipo de análisis en el mercado móvil chileno. Para una discusión sobre cómo cambios en costos afectan un mercado en el contexto de políticas de competencia, véase el informe del Office of Fair Trading (UK) "Cost-pass through: theory, measurement, and potential policy implications" (2014) en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/320912/Cost_Pass-Through_Report.pdf.

⁵¹ Las bandas que se podrían asignar para servicios móviles en el mediano plazo incluyen 600MHz, 1.4GHz, AWS, 2.3GHz y 24GHz.