



INGENIEROS CONSULTORES

Borrador 1

Lineamientos de una Política de Límites Dinámicos para Administrar el Espectro Radioeléctrico de Manera Eficiente y Competitiva

Trabajo encargado por la Corporación Nacional de Consumidores
y Usuarios de Chile para ser sometido a consideración
del Tribunal de Defensa de la Libre Competencia

Santiago, 28 de noviembre de 2018

Teléfono +56 22 361 0361, e-mail ocabello@alfacentauro.cl
Eduardo Cruz Coke 389, Piso 3, Santiago, Chile

www.alfacentauro.cl



Temario

Borrador 1

1.	Resumen ejecutivo	4	
2.	Antecedentes	6	
2.1	Casos emblemáticos resueltos por los organismos antimonopolios	7	
2.2	Fallo de la Corte Suprema sobre la banda de 700 MHz	8	
2.3	Consulta de Subtel al TDLC	8	
3.	Uso eficiente y competitivo del espectro	12	
3.1	Uso eficiente del espectro	12	
3.2	Asignación competitiva del espectro	14	
4.	Modificación del límite máximo del espectro radioeléctrico actualmente en uso	16	
5.	Hacia una política de límites dinámicos	20	
6.	Subastas del espectro y otras consideraciones	25	
6.1	Subastas del espectro	25	
6.2	Fraccionamiento de los bloques	26	
6.3	Acceso al espectro de operadores rurales y regionales	26	
6.4	El servicio de Banda Ancha Ciudadana por Radio (CBRS)	27	
6.5	Otras consideraciones	28	
7.	Principales beneficios de esta propuesta	30	
8.	Conclusiones y recomendaciones	31	
Anexo 1			
Características técnicas principales de una red de telefonía móvil			33
A1.1	Cobertura de una red de telefonía móvil	35	
A1.2	Capacidad de tráfico de una red de telefonía móvil	38	
Anexo 2			
Declaración de la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros			42
Anexo 3			
Observaciones de estos Consultores respecto de la consulta de Subtel			44
A3.1	Sobre el sustento técnico de los nuevos límites propuestos	44	
A3.2	Sobre la consistencia entre los nuevos límites propuestos y el desprendimiento ordenado por la Corte Suprema	44	
A3.3	Sobre la conveniencia de revisar el actual límite de 60 MHz junto con los límites para las bandas futuras	45	
A3.4	Sobre las medidas complementarias de protección propuestas por Subtel	46	
A3.5	Sobre los planes de uso efectivo y eficiente del espectro	47	
A3.6	Ausencia de un plan de concursos públicos para el espectro recuperado	47	
A3.7	Sobre la preferencia y compensación para los operadores incumbentes	47	



INGENIEROS CONSULTORES

Borrador 1

Anexo 4	
Estimaciones de eficiencia espectral a partir de la consulta de Subtel	49
Anexo 5	
Principales acrónimos empleados en este trabajo	51



Lineamientos de una política de límites dinámicos para administrar el espectro radioeléctrico de manera eficiente y competitiva

1. Resumen ejecutivo

Chile es hoy un país relativamente avanzado en materia de telecomunicaciones, pero como lo demuestran diversos casos en los que han intervenido los organismos antimonopolios, en los últimos quince años los servicios públicos correspondientes se han prestado en condiciones de competencia insuficiente, lo que ha impedido que bajen los precios en algunos segmentos del mercado -como en los correspondientes a las personas de menores recursos-, o que mejore la calidad, especialmente en ciudades pequeñas y en zonas rurales. Como consecuencia de lo anterior, el bienestar de la población y la inserción de Chile en la economía digital pueden haberse restringido.

El presente informe, encargado por la Corporación Nacional de Consumidores y Usuarios de Chile (Conadecus), analiza la consulta sobre límites de espectro que la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel) está sometiendo a consideración del Tribunal de Defensa de la Libre Competencia (TDLC), en virtud del fallo de la Corte Suprema sobre la banda de 700 MHz.

El presente informe contiene una propuesta que considera fundamentos económicos (índice Herfindahl Hirschman, IHH), y la política pública adoptada por Subtel en 2009 para licitar la banda de 2.100 MHz (AWS), con el objeto de modificar el actual límite máximo de 60 MHz para el espectro radioeléctrico. Sobre esa base, el espectro actual podría quedar adjudicado de manera transitoria como se resume en la siguiente tabla:

Banda	Entel	Movistar	Claro	Wom	Reserva	Total
Asignación (MHz)	120	95	95	80	70	460
Distrib. práctica	26%	21%	21%	17%	15%	100%
IHH	681	427	427	302	232	2.068

De esa forma, la eficiencia en el uso del espectro y la competitividad del mercado podrían mejorar, respecto de la situación previa al fallo de la Corte



INGENIEROS CONSULTORES

Suprema. Los fundamentos y detalles de esa propuesta se consignan en la sección 4 del presente informe.

Borrador 1

Finalmente, para seguir mejorando la eficiencia espectral y la competitividad en el largo plazo, el presente informe contiene una propuesta de límites dinámicos basada también en el índice IHH. La propuesta de límites dinámicos tendría la ventaja de conceder más autonomía a Subtel en la materia, y de reducir el índice IHH del valor de 2.068 que muestra la tabla anterior, a un valor cercano a 1.500 que se considera propio de un mercado competitivo. La propuesta de límites dinámicos se consigna en la sección 5 del este documento.

El presente trabajo fue elaborado por los expertos Oscar Cabello Araya (ingeniero civil electricista), e Israel Mandler Snaider (economista).



2. Antecedentes

Durante los años 80 y 90 del siglo XX, Chile fue un país pionero -junto a los EE.UU. de N.A., el Reino Unido y Japón- en implementar un régimen de libre competencia en los servicios públicos de telecomunicaciones, quebrando así una tendencia casi centenaria, en virtud de la cual ellos fueron explotados en régimen de monopolio -estatal o privado- en prácticamente todo el mundo.¹ Como parte de ese proceso, Chile también privatizó las principales empresas del sector (CTC, Entel, Télex Chile y Telefónica del Sur), que a comienzos de los 80 eran de propiedad estatal.

En los años 70, las tecnologías de telecomunicaciones y de informática empezaron a converger gradualmente -proceso que hoy se conoce como convergencia tecnológica-, lo que permitió digitalizar las redes correspondientes y poner fin en forma gradual a la explotación monopólica de los servicios públicos de telecomunicaciones.

Sin embargo, en Chile el proceso de poner fin a la explotación monopólica enfrentó diversas dificultades iniciales, debido a que si bien la Ley General de Telecomunicaciones de 1982 (LGT) permitía que hubiera un régimen de competencia, no existía un marco normativo complementario adecuado para implementarlo. Es por ello que esas dificultades tuvieron que ser resueltas por medio de los organismos antimonopolios (Fiscalía Nacional Económica, TDLC y Comisión Resolutiva, antecesora del TDLC), en virtud de las normas de protección de la libre competencia dispuestas en el DL 211 de 1973.²

¹ Es importante observar que el mercado telefónico de los EE.UU. de N.A. fue competitivo en sus comienzos, pero en 1907 AT&T propuso al gobierno norteamericano establecer un monopolio formal regulado por el Estado, que sería más adecuado y eficiente para ese país; el gobierno aceptó esta propuesta en 1913, por medio del denominado Compromiso Kingsbury. Al igual que en los EE.UU. de N.A., a lo largo de Chile se formaron también diversas empresas telefónicas, y algunas de ellas compitieron entre sí, como es el caso de la Chile Telephone Company y de la Sociedad Nacional de Teléfonos, que se superponían en Santiago; el contrato ley de 1930, que otorgó concesión a la Compañía de Teléfonos de Chile (CTC), facilitó el establecimiento de un monopolio de hecho, regulado por el Estado.

² Ver el trabajo "Promoviendo la libre competencia: El rol de los organismos antimonopolios en las telecomunicaciones chilenas" del libro "La Libre Competencia en el Chile del Bicentenario", editado por el TDLC.



2.1 Casos emblemáticos resueltos por los organismos antimonopolios

Entre los casos emblemáticos resueltos por los organismos antimonopolios, para impulsar la competencia en el sector telecomunicaciones, se destacan los siguientes para efectos de este trabajo:

- La Resolución 389/1993 de la Comisión Resolutiva, sobre el sistema multiportador de larga distancia.³
- La Resolución 584/2000 de la Comisión Resolutiva, sobre la licitación de la banda de 3.500 MHz.⁴
- La Resolución 02/2005 del TDLC, sobre la fusión de Bellsouth con Movistar.⁵
- La Sentencia 45/2006 del TDLC, sobre la telefonía IP.⁶
- La Resolución 27/2008 del TDLC, sobre la licitación de la banda de 2.100 MHz (AWS), enmendada por la Corte Suprema en causa rol N° 4797/2008.⁷
- La Sentencia 104/2010 del TDLC sobre operadores móviles virtuales (OMV), enmendada por la Corte Suprema en causa rol N° 7.781/2010.⁸

³ Esta Resolución dispuso la creación del sistema multiportador de larga distancia, con normas que fueron incorporadas luego en la LGT y que permitieron, de paso, aumentar de dos a cuatro la cantidad de operadores de telefonía móvil en cada zona geográfica del país, al ser licitada la banda de 1.900 MHz.

⁴ Esta Resolución dispuso que Subtel debía dividir la banda de 3.500 MHz para servicio de telefonía fija inalámbrica, en seis segmentos de 50 MHz cada uno, y además fijó por primera vez un límite de 100 MHz en la tenencia de espectro, para ese servicio.

⁵ Esta Resolución permitió la fusión de BellSouth con Telefónica Móviles, imponiendo por primera vez un límite de 60 MHz en la tenencia de espectro de telefonía móvil; además, esta Resolución fue el paso inicial para el posterior desarrollo de la portabilidad numérica y de los operadores móviles virtuales.

⁶ Esta Sentencia se refiere a la telefonía IP sobre banda ancha, y reconoció que este servicio podía prestarse libremente en el país, en contra de lo que opinaban en ese entonces Subtel y algunos operadores.

⁷ Esta Resolución -una vez enmendada por la Corte Suprema, de acuerdo a lo recomendado por Subtel y por la FNE-, confirmó la mantención del límite de 60 MHz en telefonía móvil, en el concurso para adjudicar la banda de 2.100 MHz (AWS), luego de considerar que tiene que haber homogeneidad en la cantidad de espectro con la que cuentan los distintos operadores.

⁸ Esta Sentencia -una vez enmendada por la Corte Suprema- confirmó el requerimiento de la FNE en contra de los principales operadores de telefonía móvil (Entel, Movistar y Claro), por negarse a realizar ofertas mayoristas para los operadores móviles virtuales, y junto con multar a las primeras, les ordenó presentar dichas ofertas en un plazo de noventa días, sobre la base de criterios generales, uniformes, objetivos y no discriminatorios.



- La Sentencia 154/2016 del TDLC sobre la banda de 700 MHz, enmendada por la Corte Suprema en causa rol N° 73.923/2016, a la cual nos referiremos con más detalle a continuación.⁹

2.2 Fallo de la Corte Suprema sobre la banda de 700 MHz

Con fecha 25 de junio de 2018, mediante sentencia rol N° 73.923/2016, la Excma. Corte Suprema acogió la demanda presentada por Conadecus en contra de Entel, Movistar y Claro, con motivo del concurso público de la banda de 700 MHz, y en síntesis dispuso que:

- I) Movistar, Claro y Entel han incurrido en una conducta anticompetitiva al adjudicarse la banda de 700 MHz, en el concurso público convocado por Subtel en 2013, sin respetar el límite de 60 MHz dispuesto legal y previamente como máximo para cada operador de telefonía móvil.
- II) Movistar, Claro y Entel deberán desprenderse de la misma cantidad de espectro radioeléctrico que adquirieron en ese concurso, quedando a su opción la elección de la banda que será enajenada.
- III) Subtel deberá velar por el oportuno y adecuado cumplimiento de lo anterior, y
- IV) En el evento que Subtel estime necesaria la revisión del referido límite de 60 MHz, deberá iniciar un proceso de consulta ante el TDLC. En caso contrario, deberá iniciar los procedimientos necesarios para que se cumpla ese límite.

2.3 Consulta de Subtel al TDLC

En virtud de la opción considerada en el resuelvo IV del fallo de la Corte Suprema, con fecha 3 de octubre de 2018, Subtel sometió a consideración del

⁹ Esta Sentencia -una vez enmendada por la Corte Suprema- reconoció que el límite de 60 MHz dispuesto previamente estaba vigente, y que los operadores principales trasgredieron el DL 211 al no respetarlo. Esta vez los operadores no fueron multados, porque la Corte Suprema consideró que también había responsabilidad de Subtel y de la FNE en lo ocurrido.



TDLC una consulta sobre nuevos límites de espectro radioeléctrico (causa rol NC 448/2018), que en síntesis propone lo siguiente:

- i) Un nuevo límite de 50 MHz para el conjunto formado por las actuales bandas de 700 MHz, 850 MHz y 900 MHz (que Subtel denomina bandas bajas).
- ii) Un nuevo límite de 60 MHz para el conjunto formado por las actuales bandas de 1.900 MHz, 2.100 MHz y 2.600 MHz (bandas medias bajas).
- iii) Un límite de 80 MHz para la futura banda de 3.500 MHz (bandas medias altas).
- iv) Un límite de 200 MHz para la futura banda de 28.000 MHz (bandas altas).
- v) Un mecanismo que Subtel denomina "transición paulatina", de modo que los nuevos límites para las bandas bajas y bandas medias bajas no se implementen de inmediato sino que en el futuro.
- vi) Imponer de forma obligatoria el roaming nacional para las empresas que cuenten con red propia.
- vii) Obligar a las empresas que cuenten con red propia a mantener una oferta de facilidades y de reventa de planes para los OMV.
- viii) Obligar a compartir infraestructura pasiva entre los operadores, a precios y condiciones no discriminatorios.
- ix) Fiscalizar el cumplimiento de esas obligaciones por parte de Subtel y de la FNE.
- x) Que en los sucesivos concursos públicos de espectro, los asignatarios se comprometan con un plan de uso efectivo y eficiente de dicho recurso, que en caso de no cumplirse de lugar a la cesión del espectro subutilizado a terceros, o a Subtel, y



- xi) Que a los operadores incumbentes se les reconozca preferencia en la adjudicación de las bandas de espectro radioeléctrico que se concursen, y, de ser aplicable, una compensación pecuniaria, por el plazo remanente de sus concesiones.

Es importante observar que en forma previa a esta consulta, la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros de Chile, organismo especializado y autónomo, emitió una serie de recomendaciones respecto de cómo deberían fijarse los límites de espectro en el futuro. El anexo 2 consigna una síntesis de esas recomendaciones.¹⁰

En opinión de estos Consultores, la consulta de Subtel -si bien es un documento útil, por la información que contiene sobre el mercado de la telefonía móvil en Chile, como por su disposición a mejorar la propuesta de límites que formula-, colisiona en cierta medida con el desprendimiento de espectro dispuesto en el fallo de la Corte Suprema, el que debe realizarse a la brevedad y de manera independiente, en el marco del juicio sobre la banda de 700 MHz.

Además, dicha consulta no se funda debidamente en la información que contiene, y prácticamente no considera las recomendaciones efectuadas en su oportunidad por el Colegio de Ingenieros, pero dada la disposición de Subtel a mejorarla, en el presente documento proponemos una solución práctica para modificar el actual límite de 60 MHz, así como los lineamientos de una política de límites dinámicos, para administrar el espectro radioeléctrico de manera eficiente y competitiva, conforme a la amplia jurisprudencia sobre la materia.

Nuestra propuesta de límites dinámicos tiene por objeto evitar que cada vez que Subtel tenga la posibilidad de adjudicar espectro, deba recurrir en consulta al TDLC, sino que -de ser nuestra propuesta complementada y aprobada

¹⁰ Las recomendaciones completas están contenidas en el documento "Opinión de la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros de Chile A.G. con relación a los casos de 3.500 MHz y de 700 MHz", disponible en: <https://www.ingenieros.cl/opinion-de-la-comision-de-telecomunicaciones-del-colegio-de-ingenieros-de-chile-a-g-con-relacion-a-los-casos-de-3-500-mhz-y-de-700-mhz/>



INGENIEROS CONSULTORES

por el TDLC- cuente el organismo regulador con un criterio que le permita actuar con mayor autonomía en este campo.

Borrador 1



3. Uso eficiente y competitivo del espectro

La legislación vigente, como la jurisprudencia -y especialmente la relativa a límites de espectro-, exigen que el espectro radioeléctrico sea administrado con un doble propósito: de manera eficiente y en favor de la libre competencia.

3.1 Uso eficiente del espectro

El uso eficiente del espectro significa disponer del mayor caudal binario posible, por cada unidad de espectro adjudicado, lo que a su vez permite disminuir la congestión y cursar la mayor cantidad de tráfico posible, dentro del ancho de banda disponible. En el anexo 1 se entregan algunos conceptos técnicos sobre el funcionamiento de la redes de telefonía móvil, y se resaltan aquellos factores que más inciden en la eficiencia espectral.

La eficiencia espectral, expresada en el caudal binario (bits/s) o velocidad que se puede cursar por cada Hz de espectro, debería ser uno de los parámetros esenciales a considerar para establecer los nuevos límites. También hay que considerar que el avance tecnológico ha permitido mejorar sustancialmente la eficiencia espectral; en la tabla 1 se comparan de manera simple, las distintas tecnologías de telefonía móvil digital desde 2G (GSM puro) hasta 4,5G (LTE Advanced), y lo que se espera sea próximamente la tecnología 5G, aún en fase experimental.

Generación	Tecnología	Eficiencia (bit/s/Hz)
2G	GSM	0,2
2,5G	GSM+EDGE	0,3
3G	WCDMA	0,5
3,5G	HSDPA	4,2
4G	LTE	16,3
4,5G	LTE Advanced	30,0
5G	Massive MIMO	70,0

Eficiencia espectral de las distintas generaciones y tecnologías de telefonía móvil

Tabla 1



Por ejemplo, una estación base de tecnología 2,5G, que disponga de un ancho de banda 10 MHz, permitiría cursar teóricamente un caudal binario de 3 Mbit/s, que se distribuirá entre todos los usuarios que estén haciendo uso de esa estación base. En consecuencia, si durante la hora de mayor tráfico hay 100 usuarios conectados, el caudal binario promedio que lograría cada usuario sería de 0,03 Mbit/s, o 30 kbit/s.¹¹

En cambio, una estación base de tecnología 4,5G, que disponga del mismo ancho de banda 10 MHz, permitiría cursar teóricamente un caudal binario de 300 Mbit/s, que distribuido entre los mismos 100 usuarios en la hora de mayor tráfico, permitirá que cada uno logre un caudal binario promedio de 3 Mbit/s.

En cualquier caso, la eficiencia espectral que indica la tabla 1 se da sólo en condiciones óptimas, de laboratorio; en condiciones reales será inferior, sobre todo a medida que los usuarios se alejan de la estación base. Además, para efectos de establecer límites hay que considerar la eficiencia global de la red, especialmente en las zonas de mayor tráfico (es decir, calculada para el conjunto de las estaciones base de esas zonas).

En todo caso, si los límites de espectro están bien establecidos, inducen a que los operadores sean eficientes en el uso de ese recurso. Es del caso observar que en Chile todavía hay tecnología 2,5G (GSM+EDGE) en servicio, que tiene una eficiencia espectral baja, comparada con las tecnologías más modernas (4G), como se aprecia en la misma tabla 1. En consecuencia, si un operador está acotado en la cantidad de espectro y ve que su demanda de datos aumenta, deberá abandonar los sistemas 2,5G y ampliar sus plataformas 4G (o 5G en el futuro), para que sus clientes migren hacia éstas, y lograr así un uso más eficiente de ese recurso.¹² De ese modo, con una misma cantidad de espectro, ese operador podrá cursar más tráfico de datos que antes.

¹¹ En la horas de menor tráfico, el caudal binario promedio podrá ser superior; y en aquellos instantes en los que los demás usuarios no estén haciendo uso del servicio, el caudal binario se podrá aproximar al máximo que permite la estación base.

¹² Además, como se explica en el anexo 1, también existen otras tecnologías y mecanismos para aumentar la capacidad de las redes, sobre el mismo espectro, como el off-loading o el roaming.



Por el contrario, si a un operador "le sobra" espectro, tenderá a mantener en servicio sus sistemas 2,5G, en paralelo con sus sistemas 3G o 4G, sin verse inducido a usar el espectro de manera más eficiente.

A este respecto, y pese a que la administración eficiente del espectro es uno de los objetivos de Subtel, la consulta al TDLC no analiza la eficiencia espectral con la que operan actualmente los concesionarios de telefonía móvil con red propia. Sin embargo, de los datos consignados en ese documento, es posible inferir que hay bastante dispersión en los niveles de eficiencia espectral de los distintos operadores, lo que viene confirmar que el desprendimiento de espectro ordenado por la Corte Suprema tiene sentido y no afectará la calidad de servicio (ver anexo 4).

Finalmente, es preciso observar que Subtel puede -y debe- mejorar la eficiencia espectral por la vía de recuperar total o parcialmente el espectro utilizado de manera ineficiente, o no utilizado, como se ha hecho en el pasado.

3.2 Asignación competitiva del espectro

Por su parte, una administración del espectro en favor de la libre competencia, significa evitar que el acceso al espectro se constituya en la principal barrera a la entrada de nuevos competidores, permitiendo así el acceso a ese recurso a la mayor cantidad de operadores interesados en realizar inversiones en el sector, y en competir para prestar servicios inalámbricos de telecomunicaciones.

Por lo anterior, en el concurso de la banda de 2.100 MHz (AWS), Subtel sostuvo que debía mantenerse el límite de 60 MHz dispuesto anteriormente,¹³ ya que de otro modo se cerrarían las puertas del mercado y esta nueva banda quedaría en manos de los operadores incumbentes, impidiendo el ingreso de nuevos actores.

Sin embargo, en los concursos de las bandas de 2.600 MHz y de 700 MHz, Subtel modificó ese criterio y consideró sólo tres cupos o concesiones,

¹³ Dispuesto en la Resolución 02/2005 del TDLC (ver sección 2).



porque supuso -de manera equivocada, en nuestra opinión- que el mercado sólo permitía la existencia de tres operadores con redes propias. El posterior desarrollo de Wom demostró que ese nuevo supuesto de Subtel fue errado.¹⁴

Entre las recomendaciones del Colegio de Ingenieros se destaca que Subtel siempre debería tratar de mantener factibilidad técnica para el potencial ingreso al mercado de nuevos entrantes con redes propias, de modo de asegurar la desafiabilidad del mercado, y que en el futuro también se podrían considerar límites dinámicos, para evitar que cada vez que el regulador tenga posibilidad de adjudicar espectro, deba recurrir en consulta al TDLC.

De ese modo, las futuras consultas al TDLC podrían ser más bien excepcionales, y esencialmente para revisar o ajustar la política de límites dinámicos que se pudiere adoptar.

En todo caso, es importante consignar que a pesar de que se implemente una política que garantice permanentemente el potencial ingreso de nuevos entrantes con redes propias, inevitablemente subsistirán otras barreras a la entrada, tales como las altas exigencias de inversión inicial para la implementación de nuevas redes, costos hundidos y economías de escala, de modo que será preciso mantener también la política actual que permite el acceso al espectro a aquellos operadores que carecen de redes propias (como es el caso de los OMV), o de los que tengan una menor cobertura territorial, lo que debe hacerse por medio de ofertas mayoristas elaboradas sobre la base de criterios generales uniformes, objetivas y no discriminatorias, tal como lo dispuso la Corte Suprema en su oportunidad.¹⁵

¹⁴ En beneficio de la tesis de Subtel debemos decir que a la fecha de esos concursos, VTR y Nextel (antecesora esta última de Wom), no lograban despegar en forma satisfactoria como nuevos actores con redes propias.

¹⁵ Con todo, esa política tiene que ser revisada, ya que las ofertas mayoristas conocidas hasta la fecha en general no se ajustan a los criterios que dispuso la Corte Suprema, y por lo mismo impiden competir efectivamente en todos los segmentos del mercado.



4. **Modificación del límite máximo del espectro radioeléctrico actualmente en uso**

La Sentencia de la Corte Suprema sobre la banda de 700 MHz reconoció que el límite de 60 MHz fijado previamente para cada operador estaba vigente, y el Resuelvo IV de la misma dispuso que Subtel puede iniciar un proceso de consulta ante TDLC, en caso que estime necesaria la revisión de ese límite; en caso contrario, Subtel deberá iniciar los procedimientos necesarios para que se cumpla ese límite. Conforme se explica en la sección 2.3, Subtel decidió iniciar la consulta.

El límite de 60 MHz, todavía vigente, es aplicable al conjunto que Subtel denomina en su consulta bandas bajas (700 MHz, 850 MHz y 900 MHz), y bandas medias bajas (1.900 MHz, 2.100 MHz y 2.600 MHz). Como nuevo límite, Subtel propone fijar 50 MHz para las bandas bajas, y 60 MHz para las bandas medias bajas, lo que equivale a subir el límite actual de 60 MHz a 110 MHz. Sin embargo -como se explica en el anexo 3-, Subtel no fundamentó este nuevo límite, ni lo armonizó con lo ordenado por la Corte Suprema en materia de desprendimiento.

De los datos de tráfico que incluye la consulta de Subtel, tampoco es posible inferir cuál sería un límite adecuado, que asegure un uso eficiente del espectro por parte de los operadores con redes propias (sólo se puede inferir, como se señala en el anexo 4, que hay diferencias sustanciales entre las eficiencias espectrales logradas por los distintos operadores).

A falta de información de tráfico, una forma alternativa para justificar de manera objetiva un nuevo límite máximo, para el espectro radioeléctrico actualmente en uso, sería un criterio económico, basado en la política pública impulsada por Subtel en 2009 en la licitación de la banda AWS, que buscó aumentar de tres a cinco los operadores de telefonía móvil con redes propias,¹⁶ y en el correspondiente fallo de la Corte Suprema que -luego de acoger los argumentos de Subtel y de la FNE- consideró que tiene que haber

¹⁶ Por ese motivo Subtel fue partidaria de mantener el límite de 60 MHz definido previamente por el TDLC (con motivo de la fusión de Bellsouth con Movistar).



"...homogeneidad en la cantidad de espectro con que deben contar los distintos actores que participan en este mercado, pues -de lo contrario- la excesiva mayor cantidad de espectro radioeléctrico con que cuente un operador de telefonía móvil frente a sus competidores derivará inevitablemente en ventajas de costos para el primero y, por ende, en ventajas competitivas difícilmente remontables para el resto de los operadores...".¹⁷

En 2011 y en 2013 -en vista de que la política pública que buscaba aumentar de tres a cinco los operadores, no rendía los frutos esperados- Subtel optó por licitar sólo tres cupos en las bandas de 2.600 MHz y de 700 MHz, soslayando de paso el límite de 60 MHz definido con anterioridad. Sin embargo, posteriormente se demostró que había espacio, al menos, para un cuarto operador, y que el límite de 60 MHz estaba legamente vigente.¹⁸

En opinión de estos Consultores, la política pública que buscaba aumentar a cinco los operadores de telefonía móvil con redes propias, no era errada, ya que el mercado permite hoy -pese a las dificultades para acceder al espectro- la existencia de cuatro operadores de ese tipo (Claro, Entel, Movistar y Wom).¹⁹ Desde este punto de vista, sería ideal que hoy hubiera disponibilidad de espectro para cinco operadores con redes propias. En la tabla 2 se consigna lo que sería una distribución plenamente homogénea del espectro, para el mercado nacional, sobre la base de todo lo anterior.²⁰

Banda	Entel	Movistar	Claro	Wom	VTR	Total
Asignación (MHz)	98	98	98	98	98	490
Distrib. Ideal	20%	20%	20%	20%	20%	80%
IHH	400	400	400	400	400	2.000

Distribución espectral plenamente homogénea para un mercado de cinco operadores

Tabla 2

¹⁷ Considerando décimo séptimo de la Sentencia de la Corte Suprema de fecha 27 de enero de 2009, que revirtió la Resolución N° 27/2008 del Tribunal de Defensa de la Libre Competencia.

¹⁸ Ese límite estaba vigente, y si Subtel o los principales operadores consideraban necesario ampliarlo, debieron haber ido en consulta al TDLC.

¹⁹ Nominalmente existe un quinto concesionario de telefonía móvil con red propia (VTR), pero se convirtió en OMV, por lo que entendemos tiene en desuso la banda AWS asignada.

²⁰ Los 490 MHz de la tabla 2 incluyen los 30 MHz actualmente asignados a VTR y los 20 MHz todavía en reserva en la banda de 700 MHz.



Al aplicar el índice IHH sobre esa distribución plenamente homogénea, comprobamos que se llegaría a un índice IHH de 2.000, que corresponde a una concentración moderada. Recordemos que un nivel de IHH superior a 2.500 indica la existencia de un mercado altamente concentrado; en cambio, un nivel de IHH menor a 1.500 indica que estamos en presencia de un mercado competitivo.²¹ De aceptarse este razonamiento, el nuevo límite tendría que ser de 98 MHz por operador, en las bandas actuales.²²

Sin embargo, la realidad actual -antes del fallo de la Corte Suprema- dista mucho de una distribución homogénea, conforme se muestra en la tabla 3.²³

Banda	Entel	Movistar	Claro	Wom	Reserva	Total
700 MHz	30	20	20			70
850 MHz		25	25			50
900 MHz	20					20
1.900 MHz	60	30	30			120
2.100 MHz				60		60
2.600 MHz	40	40	40			120
Asignación (MHz)	150	115	115	60		440
Distrib. actual	34%	26%	26%	14%	0%	100%
IHH	1.162	683	683	186	0	2.714

Distribución espectral real actual para el mercado de cuatro operadores

Tabla 3

Al aplicar el índice IHH sobre la distribución actual, se llega a un valor global de 2.714, que corresponde a un mercado altamente concentrado.

En todo caso, el desprendimiento inicial de espectro dispuesto por la Corte Suprema,²⁴ ayudará a mejorar el índice IHH actual, como se muestra en la

²¹ Ver, por ejemplo:

<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/finance/herfindahl-hirschman-index-hhi/>

²² Los valores reales de espectro adjudicado probablemente tendrían que ser levemente inferiores, de acuerdo a las tecnologías en uso y a los anchos de banda nominales de las portadoras.

²³ Los 440 MHz de la tabla 3 no consideran los 30 MHz actualmente asignados a VTR ni los 20 MHz todavía en reserva en la banda de 700 MHz.

²⁴ Hablamos de desprendimiento inicial, porque en la consulta el TDLC eventualmente podría disponer nuevos desprendimientos, según nuevo límite que decida para las bandas en uso.



tabla 4,²⁵ aproximándolo al nivel IHH de 2.000 de una hipotética distribución plenamente homogénea, aunque sin ajustarse de manera estricta al criterio de homogeneidad.

Banda	Entel	Movistar	Claro	Wom	Reserva	Total
Asignación (MHz)	120	95	95	80	70	460
Distrib. práctica	26%	21%	21%	17%	15%	100%
IHH	681	427	427	302	232	2.068

Distribución luego del desprendimiento inicial ordenado por la Corte Suprema
Tabla 4

Es preciso señalar que si en vez de cinco operadores con redes propias, en la realidad sólo hay cuatro (toda vez que VTR no está actuando como tal), mantener en manos del Estado la reserva de 70 MHz que indica la tabla 4 podría parecer una ineficiencia, pero sería un costo necesario para evitar barreras a la entrada de nuevos competidores y, por ende, asegurar la desafiabilidad del mercado y un buen grado de competencia.²⁶ Con todo, lo relevante es que el nivel IHH de 2.068 de la tabla 4 estaría en una posición intermedia, entre un mercado altamente concentrado y un mercado considerado competitivo.

Asimismo, tal vez la distribución que indica la tabla 4 no sea óptima, pero bien puede constituir una solución práctica, de carácter transitorio, a ser considerada por el TDLC, con miras a que el índice IHH vaya mejorando con el transcurso del tiempo, a medida que Subtel disponga de nuevas bandas para la telefonía móvil, como las de 600 MHz, 3.500 MHz, 4.600 MHz ó 28.000 MHz.

²⁵ Los 460 MHz de la tabla 4 no consideran los 30 MHz actualmente asignados a VTR, pero sí los 20 MHz hoy en reserva en la banda de 700 MHz, que se suponen adjudicados a Wom, como hipotético ganador del concurso público correspondiente.

²⁶ En ningún caso recomendaríamos que esa reserva se adjudique en forma completa a los actuales operadores con redes propias, sino que preferentemente a un eventual quinto interesado.



5. Hacia una política de límites dinámicos

En su consulta, Subtel ha propuesto también límites para las bandas de 3.500 MHz y de 28.000 MHz, con el objeto de iniciar la tecnología 5G en el país; también ha propuesto una serie de medidas complementarias de protección de la libre competencia. Sin embargo -como se explica en el anexo 3-, Subtel tampoco fundamentó los límites que propone para las nuevas bandas, ni tienen sentido o justificación las medidas complementarias de protección propuestas por dicho organismo.

Con todo, y dado que el TDLC acaba de decidir que los límites para las bandas actuales y para las nuevas bandas se resolverán en un mismo proceso consultivo,²⁷ el presente documento propone la adopción de una política de límites dinámicos para las nuevas bandas, que confiera más autonomía a Subtel y que al mismo tiempo sirva para mejorar el índice IHH con el transcurso del tiempo. El punto de partida de nuestra propuesta de límites dinámicos, es una distribución de carácter transitorio, como la que se indica en la tabla 4.

También es importante tener presente que no es posible definir de antemano cuántos operadores caben en un mercado; eso sólo lo puede establecer el mismo mercado, con el transcurso del tiempo, y para tal objeto es indispensable que -en la medida de lo posible- sus puertas permanezcan abiertas.

La tecnología 5G, que probablemente se iniciará en la banda de 3.500 MHz y luego en la de 28.000 MHz -según lo señala Subtel en la consulta-, no sólo debería interesar a los cuatro operadores actuales con redes propias, sino que también a otros operadores, que podrían aprovecharla para ofrecer servicios de banda ancha fijos de una calidad comparable a la que se ofrece por medio de redes de última milla basadas en fibra óptica, sobre todo en aquellas zonas donde estas últimas no resultan rentables. Aparte de los cuatro operadores de telefonía móvil ya citados, en Chile existen al menos dos operadores más (VTR y grupo GTD) que podrían estar interesados en disponer de espectro para tecnología 5G, en las bandas de 3.500 MHz de 28.000 MHz. En consecuencia, la política pública

²⁷ Resolución de fecha 20 de noviembre de 2018, a fojas 504 de la causa rol NC 448/2018.



para la asignación del nuevo espectro debería considerar esta situación, y propender a que en Chile el mercado permita, a lo menos, seis operadores con redes inalámbricas propias, más una eventual reserva.

Sobre la base de lo anterior, nuestra propuesta es que las bandas de 3.500 MHz y de 28.000 MHz para tecnología 5G, cuya extensión aún no ha sido normada por Subtel, se liciten fijando un límite que permita asegurar seis cupos o concesiones en cada una. Asimismo, los límites en las nuevas bandas tendrían que ser mayores para los operadores que hoy carecen de espectro, pero que sean desafiantes efectivos del mercado, de modo de ir logrando una distribución espectral más homogénea, con el transcurso del tiempo.

También hay que considerar el valor de las bandas, que hace que las de frecuencias bajas sean más apetecidas que las de frecuencias altas, debido a la mayor facilidad de propagación (lo que disminuye los costos de sus titulares).

Por lo anterior, y como primera condición, la licitación de la banda de 3.500 GHz debería diseñarse de modo tal que considere al menos seis bloques, y que los nuevos operadores -que no poseen espectro por debajo de 3 GHz- puedan acceder a una mayor cantidad de espectro siempre que al considerar todo el espectro disponible, debidamente ponderado, no superen 1/6 del mismo (es decir, una concentración no superior al 16,6% del espectro total equivalente disponible).

Una segunda condición debería ser que la asignación de espectro en reserva en una determinada banda, a operadores que ya dispongan de ese recurso y que estén por debajo del límite permitido en esa banda (o del límite correspondiente a un grupo de bandas), sólo debería autorizarse a interesados que hayan alcanzado un determinado umbral de eficiencia espectral, para evitar el acaparamiento.²⁸

²⁸ Ese umbral debería ser determinado por Subtel, y propuesto al TDLC, sobre la base de estudios técnicos. Es importante observar que en 2016, durante la discusión del proyecto de ley de mercado secundario (boletín 9541-15 de la Cámara de Diputados), Movistar hizo una presentación a la Comisión de Obras Públicas de la Cámara, donde propuso considerar la eficiencia espectral en las futuras adjudicaciones del espectro.



Una tercera condición debería ser que, con el transcurso del tiempo, ningún operador hoy preexistente supere el 20% de todo el espectro disponible.²⁹

Este mismo principio podría aplicarse luego a la banda de 28.000 MHz, y eventualmente a cualquier otra banda (como la de 600 MHz).

En la tabla 5 se muestra la distribución de todo el espectro, sobre la base de la propuesta anterior. En una primera licitación se ofrecen seis cupos, con límites mayores para operadores nuevos (ON1 y ON2), de modo que puedan disponer de más espectro en la banda de 3.500 MHz, respecto de los hoy preexistentes. Sin embargo, a efectos de fijar ese mayor límite para los operadores nuevos, y de medir el IHH correspondiente, es preciso considerar que la banda de 3.500 MHz no es equivalente a las bandas ya adjudicadas, que están por debajo de 3 GHz.³⁰

	Entel	Movistar	Claro	Wom	ON1	ON2	Reserva	Total
Bandas actuales	120	105	105	90	0	0	40	460
3.500 MHz	50	50	50	50	75	75	0	350
Total absoluto	170	155	155	140	75	75	40	810
Acualales equiv.	120	105	105	90	0	0	40	460
3.500 MHz equiv.	40	40	40	40	60	60	0	280
Total equivalente	160	145	145	130	60	60	40	740
Distribución	22%	20%	20%	18%	8%	8%	5%	100%
IHH	467	384	384	309	66	66	29	1.705

Distribución espectral luego una eventual adjudicación de la banda de 3.500 MHz

Tabla 5

²⁹ Esta condición surge de la tabla 2, y se sustenta en la política pública adoptada por Subtel en la licitación de la banda AWS.

³⁰ En la tabla 5 hemos supuesto que el ancho de banda en 3.500 MHz equivale a un 80% del ancho de banda por debajo de 3 GHz, pero este factor debería ser precisado por Subtel, sobre la base de un criterio técnico objetivo. También hemos supuesto que el límite para los nuevos operadores en esa banda puede ser un 50% más alto que el de los operadores hoy preexistentes. Asimismo, hemos supuesto que Movistar, Claro y Wom superan en algún momento el límite de eficiencia espectral que definiría Subtel, por lo que pueden acceder a los 30 MHz de la reserva en bandas actuales, que se les adjudican mediante licitaciones (10 MHz cada una), y que con este espectro adicional tampoco superan la segunda condición (20%).



De ese modo, por ejemplo, los operadores nuevos no tendrían impedimentos para que se les permitan límites más altos en la banda de 3.500 MHz, ya que luego de ello quedarían con el 8% del total de espectro adjudicado, inferior al valor de 1/6 (16,6% del total) que se propuso antes como primera condición. A su vez, el operador actualmente con mayor espectro (Entel), bajaría del 26% de concentración que consigna la tabla 4, al 22% de concentración que consigna la tabla 5.³¹

En la tabla 6 se repite el ejercicio para la banda de 28.000 MHz, con los mismos criterios, suponiendo que ésta se licita después de la banda de 3.500 MHz.³²

	Entel	Movistar	Claro	Wom	ON1	ON2	Reserva	Total
Bandas actuales	120	105	105	90	0	0	40	460
3.500 MHz	50	50	50	50	75	75	0	350
28.000 MHz	100	100	100	100	150	150	0	700
Total absoluto	270	255	255	240	225	225	40	1.510
Acualales equiv.	120	105	105	90	0	0	40	460
3.500 MHz equiv.	40	40	40	40	60	60	0	280
28.000 MHz equiv.	60	60	60	60	90	90	0	420
Total equivalente	220	205	205	190	150	150	40	1.160
Distribución	19%	18%	18%	16%	13%	13%	3%	100%
IHH	360	312	312	268	167	167	12	1.599

Distribución espectral luego una eventual adjudicación de la banda de 28.000 MHz
Tabla 6

En este caso, y nuevamente como ejemplo, los operadores nuevos no tendrían impedimentos para que se les permitan límites más altos en la banda de 28.000 MHz, ya que luego de ello quedarían con el 13% del total de espectro

³¹ Este ejemplo puede recibir como crítica que un límite de 50 MHz en la banda de 3.500 MHz impida a los operadores hoy preexistentes, aprovechar el mayor ancho de banda que permiten las portadoras 5G en esa banda (que será de 100 MHz). Eso efectivamente podría incidir en el caudal binario máximo (peak) que podría soportar una red 5G, mas no en el caudal binario promedio, que es el que realmente importa a los usuarios, que se puede mejorar mediante una mayor cantidad de estaciones base, o con agregación de portadoras; también se podría considerar un límite algo más alto, si se aumenta la extensión de la banda de 3.500 MHz.

³² En la tabla 6 hemos supuesto que el ancho de banda en 28.000 MHz equivale a un 60% del ancho de banda por debajo de 3 GHz, pero este factor también debería ser precisado por Subtel, sobre la base de un criterio técnico objetivo. También hemos supuesto que el límite para los nuevos operadores en esa banda puede ser un 50% más alto que el de los operadores hoy preexistentes.



adjudicado, inferior al valor de 1/6 que se propuso como primera condición. De igual forma, el operador actualmente con mayor espectro, bajaría del 22% de concentración que consigna la tabla 5, al 19% de concentración que consigna la tabla 6, lográndose así la tercera condición en toda la industria.³³

Los resultados de la tabla 6 entregan también un IHH de 1.599, cercano al nivel de 1.500 que se considera propio de un mercado competitivo.

Quisiéramos agregar que una alternativa a lo anterior sería inducir la creación de un operador de infraestructura, privado, que asuma el lugar de los nuevos operadores considerados en este ejemplo (ON1 y ON2), y que se obligue a prestar exclusivamente servicios mayoristas a todos los demás operadores que atienden usuarios finales.³⁴

También es importante observar que esta propuesta podría aplicarse por grupos de bandas (bajas, medias bajas, medias altas y altas), tal como lo propone Subtel en su consulta.

Finalmente, en la próxima sección entregamos recomendaciones complementarias en materias como eventuales subastas del espectro, o acceso a este recurso de operadores rurales y regionales, que también podrían ser consideradas para lograr un mercado más competitivo.

³³ Este ejemplo también puede recibir como crítica que un límite de 100 MHz en la banda de 28.000 MHz impida a los operadores hoy preexistentes, aprovechar el mayor ancho de banda que permiten las portadoras 5G en esa banda (que será de 400 MHz), pero eso se puede mejorar con las técnicas ya citadas.

³⁴ Sea que el TDLC acepte o no esta sugerencia, también sería aconsejable que el Tribunal obligue a todos los demás operadores a separar los servicios mayoristas de infraestructura, de los servicios prestados a usuarios finales. Al respecto recomendamos considerar el informe "Estudio de Modelos de Inversión y Explotación bajo el Concepto de Asociación Público Privada", encargado por Subtel en 2016, que propone la desintegración vertical de los operadores, conforme a la propuesta que se acompaña en el Anexo X de ese documento. Este informe está disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/estudios/infraestructura/>



6. Subastas del espectro y otras consideraciones

6.1 Subastas del espectro

En días recientes ha cobrado fuerza nuevamente idea de subastar el espectro radioeléctrico, en lugar de adjudicarlo sobre la base del mecanismo actual que contempla la LGT, comúnmente conocido como "concurso de belleza".

En opinión de estos Consultores, las subastas de espectro, si bien establecen de manera objetiva un valor de mercado para ese recurso, no son una solución que garantice las mejores condiciones de competencia en el mercado de servicios de telecomunicaciones. Sólo serían un impuesto adicional, que pagaría por adelantado el adjudicatario del espectro y que luego recuperaría de los usuarios, a través de las tarifas. Es más, si la subasta se diseña con el objeto de maximizar la recaudación fiscal, y no de aumentar la competencia, el pago podría corresponder a una suerte de "derecho" para enfrentar menos competencia.

No obstante, las subastas de espectro podrían ser preferibles -respecto del mecanismo de contraprestaciones que empleó Subtel en los concursos de 700 MHz y de 2.600 MHz-, en la medida que el Estado asegure que los recursos correspondientes se destinarán al Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FDT).³⁵

Pensamos que para estos efectos, una mejor solución sería financiar el FDT con un impuesto general recurrente (un porcentaje de las ventas), que paguen todos los operadores que emplean bienes nacionales de uso público, y que el espectro se licite asegurando la menor escasez posible (es decir, facilitando la entrada de nuevos actores), sin generar una escasez artificial como la que se produjo en las licitaciones de 700 MHz o de 2.600 MHz, en que las que sólo se ofrecieron tres cupos. Como alternativa, también está la posibilidad de aumentar los derechos por el uso del espectro, ya que ello es una medida administrativa relativamente fácil de implementar, y que esos recursos se destinen al FDT; además, ello desestimularía la tenencia de espectro subutilizado.

³⁵ El mecanismo de contraprestaciones es una traba adicional a la entrada de nuevos competidores, y en algunos casos no ha resultado bien.



También es importante observar que llamar “concurso de belleza” al método actual de la LGT, parece un error. Es un concurso de belleza, pero de belleza de un proyecto de telecomunicaciones, en términos de impacto social y de progreso. Por eso -si el concurso se hace bien-, sigue siendo una buena forma de asignar el espectro.

6.2 Fraccionamiento de los bloques

Otra recomendación para los futuros concursos -sea que el espectro se adjudique en base a subastas o a "concursos de belleza"- es que no se ofrezcan bloques completos, como hasta ahora, sino que bloques fraccionados (de 5 MHz o 10 MHz, por ejemplo), que el proponente podrá adjudicarse en forma secuencial, hasta alcanzar el límite correspondiente. Los bloques fraccionados que no se adjudiquen pasarán a formar parte de la reserva y quedarán disponibles para futuros concursos.

6.3 Acceso al espectro de operadores rurales y regionales

Una de las recomendaciones del Colegio de Ingenieros señala que Subtel debería planificar la futura banda de 3.500 MHz, de modo que algunos de sus actuales usuarios -como es el caso de los operadores que prestan servicios fijos de acceso a Internet en zonas rurales, que hoy comparten el rango de 3.650 MHz a 3.700 MHz- puedan permanecer en ella más allá del próximo concurso público para telefonía móvil 5G.

Una forma de implementar lo anterior sería que ese rango se asigne para servicios 5G sólo en zonas urbanas, de modo que en las zonas rurales pueda seguir siendo empleado por sus actuales permisionarios.

Otra forma de implementar lo anterior sería crear en Chile el servicio de Banda Ancha Ciudadana por Radio (CBRS), que se explica en la próxima sección.

El espectro asignado en Chile a telefonía móvil es hoy, en general, de carácter nacional, modalidad que de mantenerse puede dificultar la participación de operadores regionales en los futuros concursos. Para corregir lo anterior,



Subtel podría considerar que algunos de los bloques que conforman cada banda (3.500 MHz y otras) sean sólo de cobertura regional, o de menor cobertura, incluso, y se repitan a lo largo del país.

6.4 El servicio de Banda Ancha Ciudadana por Radio (CBRS)

La Federal Communications Commission (FCC), organismo regulador de los EEUU de NA, creó en 2015 el Servicio de Banda Ancha Ciudadana por Radio (Citizens Broadband Radio Service, CBRS), que amplía las posibilidades de acceder al espectro en la banda de 3.500 MHz, tanto a los operadores tradicionales como a nuevos interesados en hacer uso de ese recurso, sean éstos operadores de acceso inalámbrico a Internet (WISP), operadores móviles virtuales, operadores de TV Cable, prestadores de nuevos servicios como Internet de las cosas (IoT), empresas privadas, personas naturales, etc. El espectro de 3.500 MHz del CBRS es compartido entre todos esos usuarios.

El interés en el CBRS ha crecido sustancialmente en los últimos años, ya que por su intermedio se podrán prestar servicios fijos y móviles, o establecer enlaces punto a punto, para uso público o privado, mediante tecnologías como LTE o 5G.

La FCC destinó 150 MHz de la banda de 3.500 MHz al CBRS,³⁶ de los cuales 70 MHz estarán disponibles para entidades que obtengan Licencias de Acceso Prioritario (Priority Access Licenses, PAL), mientras que los 80 MHz restantes estarán disponibles para los usuarios de Acceso Autorizado General (General Authorized Access, GAA).

Las licencias PAL se obtendrán mediante subastas, en tanto que los usuarios del tipo GAA no requerirán una licencia, sino que ésta se les otorgará automáticamente, al emplear equipos normalizados para ese servicio.

Para facilitar la compartición del espectro, el CBRS dispone de operadores que se denominan proveedores del Sistema de Acceso al Espectro

³⁶ Los 150 MHz asignados al CBRS están en el rango de 3.550 MHz a 3.700 MHz.



(Spectrum Access System, SAS), que monitorean el espectro en 3.500 MHz, efectúan cálculos de propagación y asignan los canales a cada usuario en forma dinámica, para minimizar las interferencias.

La FCC acaba de modificar la regulación del CBRS, el que tiene en la actualidad las siguientes características

- Las áreas de las licencias PAL corresponden a un condado (municipio), como mínimo.
- Las licencias duran 10 años y tienen la posibilidad de ser renovadas.
- Los titulares de esas licencias deben construir redes y cumplir exigencias de rendimiento.
- Determinados tipos de titulares de esas licencias (operadores rurales, pueblos originarios, etc.) pueden obtener descuentos (créditos) en el precio de la subasta correspondiente.
- Se permite un mercado secundario para que los titulares puedan vender o arrendar las licencias CBRS.

Estos consultores piensan que el CBRS debería ser considerado por Subtel, de modo de facilitar también en Chile el acceso al espectro de 3.500 MHz y reducir la escasez de este recurso.

6.5 Otras consideraciones

Para aumentar la competencia y disponer de mejores de servicios de telecomunicaciones en todo el país, no basta con establecer una nueva política de administración del espectro, sino que también es indispensable que -de maneta complementaria- las autoridades aborden otros aspectos, tales como:

- Modificar la ley de antenas, para evitar las trabas que enfrentan actualmente los operadores a ese respecto.
- Corregir las distorsiones de precios que se observan hoy en los sitios requeridos para las RBS, o en las ofertas mayoristas.
- Simplificar los procedimientos que emplea Subtel para autorizar nuevas instalaciones, de modo de agilizar los trámites correspondientes.



INGENIEROS CONSULTORES

Borrador 1

- Focalizar la fiscalización de Subtel en aspectos relevantes.
- Transparentar la calidad de los servicios que ofrecen los distintos operadores.
- Recuperar espectro subutilizado, o destinado hoy a servicios que están perdiendo su importancia relativa (como el espectro de la radiodifusión televisiva).
- Lograr que Subtel sea proactiva en la regulación de la industria, la gestión del espectro y el manejo del FDT, no sólo en lo relativo a aumentar la cobertura y la inversión, sino que especialmente para promover la libre competencia.



7. Principales beneficios de esta propuesta

A primera vista, los principales beneficios que esta propuesta puede aportar al mercado, son los siguientes:

- a) Facilitar el desarrollo de la economía digital en todo el país, especialmente en lo relativo al comercio electrónico, la digitalización de los servicios del Estado y la creciente participación de empresas de innovación financiera (fintech).
- b) Aumentar la competencia en la industria, lo que redundará en mejores servicios y menores precios para los usuarios.
- c) Lograr un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, en cumplimiento de la legislación vigente y de la jurisprudencia sobre la materia.
- d) Reducir sustancialmente -aunque no plenamente- la escasez de espectro, y
- e) Contribuir a que Subtel adquiriera un rol más proactivo, como autoridad reguladora del sector.



8. Conclusiones y recomendaciones

Hay voces que critican los límites de espectro, por considerarlos una construcción artificial.

Es efectivo que los límites son artificiales, pero son indispensables para proteger la libre competencia, dado que estamos en presencia de un mercado imperfecto (especialmente cuando el espectro radioeléctrico, que es un insumo esencial para la telefonía móvil, se constituye como una barrera a la entrada de nuevos competidores). Los mercados imperfectos requieren la adopción de medidas de protección para mantener la competitividad, y de ahí nace, precisamente, toda la institucionalidad de la libre competencia. Frente a mercados naturalmente competitivos, esa institucionalidad sería completamente innecesaria.

El presente documento contiene en primer término una propuesta de límites transitorios de espectro radioeléctrico, basada esencialmente en principios económicos, que da una respuesta práctica al Resuelvo IV del fallo de la Corte Suprema. Esta propuesta permite mejorar el índice IHH desde su valor actual de 2.714, que corresponde a un mercado altamente concentrado, en lo que se refiere al espectro, para aproximarlos a 2.000, que corresponde a una situación intermedia, respecto del objetivo de llegar a un mercado competitivo

El presente informe contiene también una propuesta de límites dinámicos para las futuras asignaciones de espectro radioeléctrico, con las siguientes condiciones:

- a) Que para futuras asignaciones en cada banda nueva se consideren al menos seis bloques y se establezcan límites para nuevos entrantes, superiores a los que se establezcan para los operadores hoy preexistentes, mientras los primeros no superen el 16,6% de concentración del espectro total equivalente disponible.
- b) Que la asignación de espectro en reserva en una determinada banda, a operadores que ya dispongan de ese recurso y que estén por debajo del



límite permitido en esa banda, se autorice sólo a interesados que hayan alcanzado un determinado nivel de eficiencia espectral.

Borrador 1

- c) Que además, durante la transición, los operadores hoy preexistentes vayan reduciendo su concentración en el espectro total equivalente disponible, hasta quedar con el 20% o menos del mismo.

Esta propuesta no sólo aumentará la competencia en la industria, sino que conferiría una mayor autonomía a Subtel, evitando hacer nuevas consultas al TDLC cada vez que sea posible licitar espectro, y permitiría a la vez reducir el índice IHH del valor poco superior a 2.000 que resultará del desprendimiento ordenado por la Corte Suprema, a uno cercano a 1.500, propio de un mercado competitivo.



Anexo 1

Características técnicas principales de una red de telefonía móvil

Las actuales redes de telefonía móvil (que hoy son principalmente de tecnología 3G y 4G) permiten ofrecer servicios tradicionales de voz y de acceso de banda ancha a Internet, así como otras prestaciones (SMS, MMS, etc.). Esas redes están compuestas esencialmente por los siguientes elementos, que se muestran gráficamente en la figura A1.1:

- los terminales de los usuarios (teléfonos móviles)
- las estaciones base (RBS, por sus siglas en inglés)
- los controladores de estaciones base (RNC, por sus siglas en inglés), y
- las centrales de conmutación de telefonía móvil (MSC, por sus siglas en inglés).

Cada estación base, que a su vez está compuesta por equipos de radio (transmisores y receptores) y generalmente por una antena instalada arriba de una torre, que es su parte más visible, establece enlaces de radio bidireccionales para comunicarse con los terminales de los usuarios que están dentro de su zona de cobertura. Tal como se muestra en la figura A1.2, si el terreno fuera absolutamente plano y libre de obstáculos, la zona de cobertura de cada estación base correspondería a un área geográfica con forma de circunferencia, cuyo radio (R) quedaría definido esencialmente por la altura de la antena (A) y por la potencia de los radiotransmisores involucrados; por lo anterior se dice que las estaciones base "iluminan" sus respectivas zona de cobertura.

La frecuencia de transmisión también influye en la cobertura. Por ejemplo, la banda de 700 MHz tiene una cierta ventaja sobre las bandas de

frecuencias más altas, ya que permite que las señales de radio penetren muros de edificaciones con mayor facilidad y menores costos.³⁷

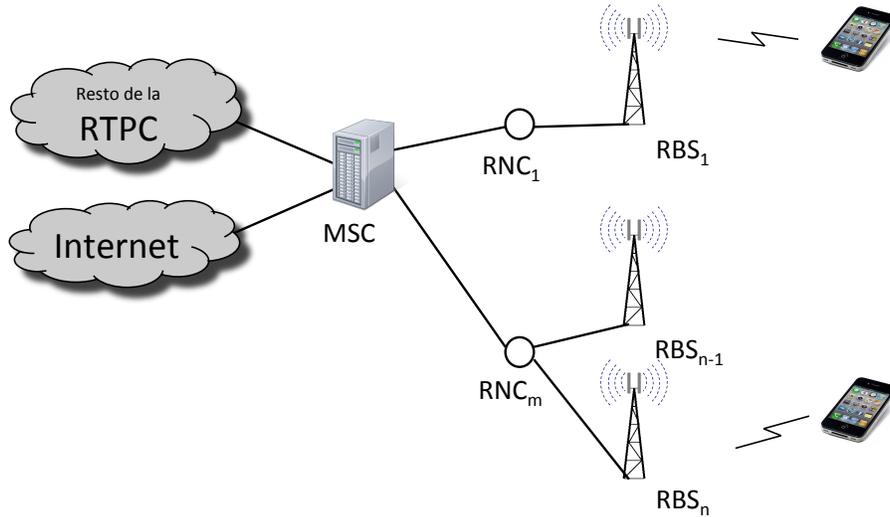


Diagrama simplificado de una red de telefonía móvil
Figura A1.1

En zonas urbanas, los radios de las zonas de cobertura pueden ser del orden de 100 m, mientras que en zonas rurales son del orden de 10 km, aunque sus distancias precisas dependerán de los factores ya citados (alturas, potencias, frecuencias y obstáculos que haya en el terreno).

Los RNC manejan a las estaciones base para mantener la comunicación con los usuarios, cuando éstos -al desplazarse- se acercan al límite de la zona de cobertura de una estación base, de modo que pasen a ser atendidos por la siguiente estación base. Por lo anterior, y con el objeto de evitar cortes en las comunicaciones, las zonas de cobertura de las estaciones base adyacentes tienden a traslaparse.

Las centrales de telefonía móvil encaminan el tráfico de los usuarios dentro de la red de telefonía móvil, actúan también como puntos de interconexión

³⁷ Esta ventaja se manifiesta en las partes planas de las ciudades y en las zonas rurales (no así en las zonas densamente pobladas).

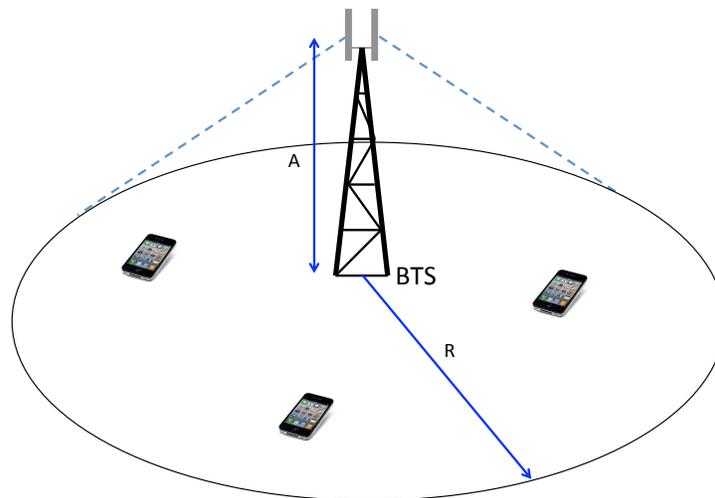


con el resto de la red telefónica pública conmutada (RTPC) o con Internet, y registran la información del caso para la posterior facturación de las comunicaciones.

A1.1 Cobertura de una red de telefonía móvil

La cobertura total de una red de telefonía móvil está dada por la suma de las coberturas parciales de todas sus estaciones base. La cobertura total de una red de telefonía móvil es uno de los factores de mayor incidencia en su diseño, y en sus costos.

Una red de telefonía móvil que recién inicie sus operaciones, puede comenzar con relativamente pocas estaciones base y lograr una cobertura medianamente aceptable, como ocurrió cuando Wom y VTR accedieron al mercado (2011).



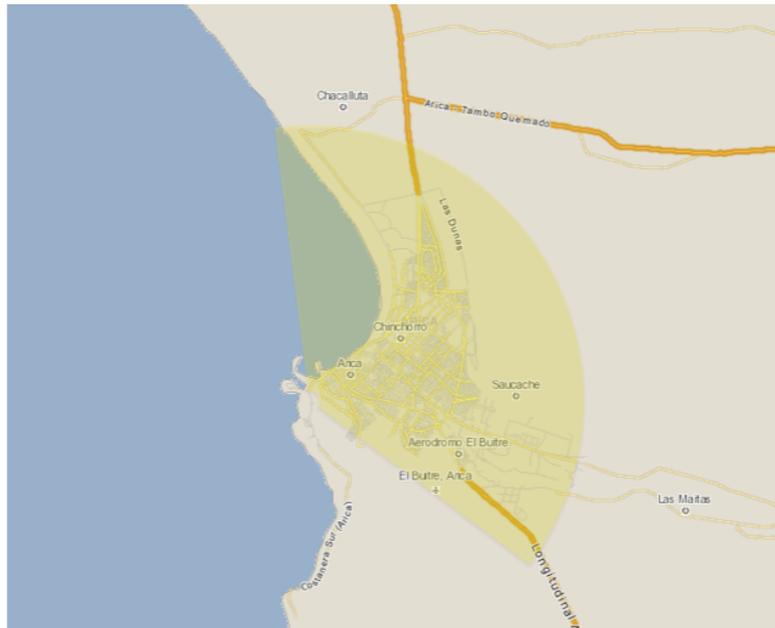
Zona de cobertura iluminada por una estación base

Figura A1.2

Así, por ejemplo, una empresa que recién se inicia podría considerar una sola estación base para iluminar la ciudad de Arica, instalada sobre el Morro, que



le permitiría lograr una cobertura teórica como la que se muestra en la figura A1.3.³⁸



Cobertura teórica en Arica con una sola estación base sobre el Morro

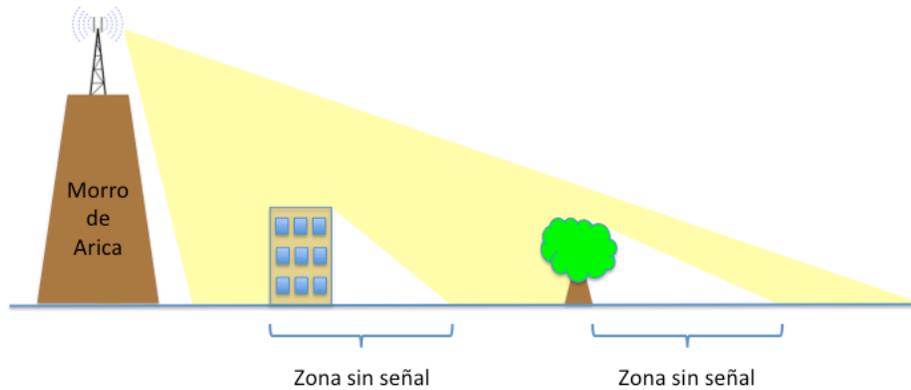
Figura A1.3

Sin embargo, en la práctica la superficie efectiva de la zona de cobertura de ese operador será menor en Arica, ya que en la práctica hay construcciones o vegetación, que dan lugar a zonas sin señal, como se muestra en la figura A1.4.

Para mitigar lo anterior, es decir, para cubrir las zonas sin señal, y mejorar a la vez la cobertura dentro de casas y edificios,³⁹ es preciso agregar estaciones base adicionales, como se muestra en la figura A1.5.

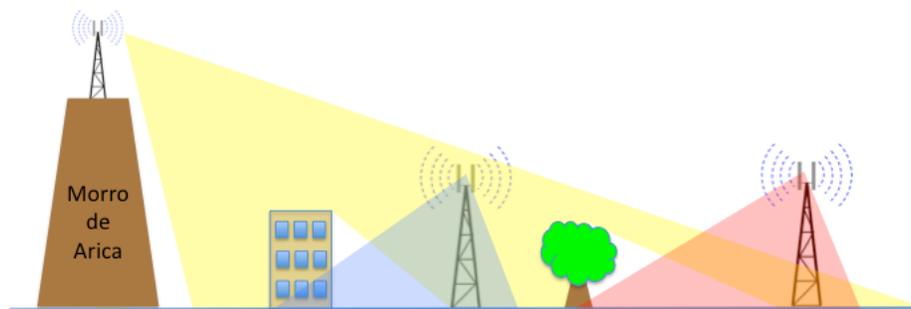
³⁸ La cobertura de la figura A1.3 es teórica, ha sido dibujada por estos Consultores sólo con fines ilustrativos y no considera la presencia de obstáculos.

³⁹ Es importante observar que las construcciones y la vegetación no son absolutamente opacos para las señales de radio, de modo que éstas logran penetrar en ellos siempre que tengan suficiente intensidad, y esto sólo se puede lograr con estaciones base que estén relativamente cerca.



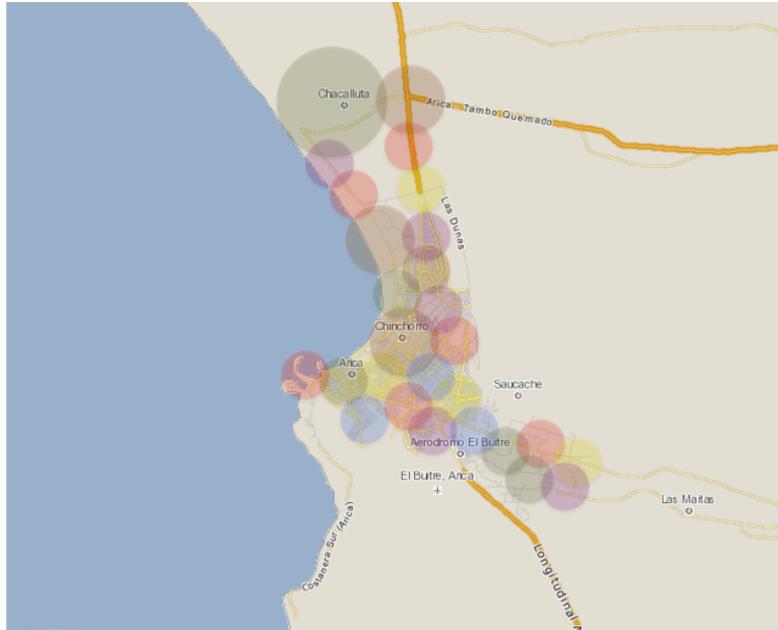
Los obstáculos dan lugar a zonas sin señal que disminuyen la cobertura efectiva
Figura A1.4

Lo anterior hará que una empresa de telefonía móvil que recién se inicia se vea obligada a agregar estaciones base adicionales, ya que de lo contrario no podrá competir con los operadores preexistentes, que por ser más antiguos tienen una mejor cobertura.



Los obstáculos pueden ser superados con la instalación de estaciones base adicionales
Figura A1.5

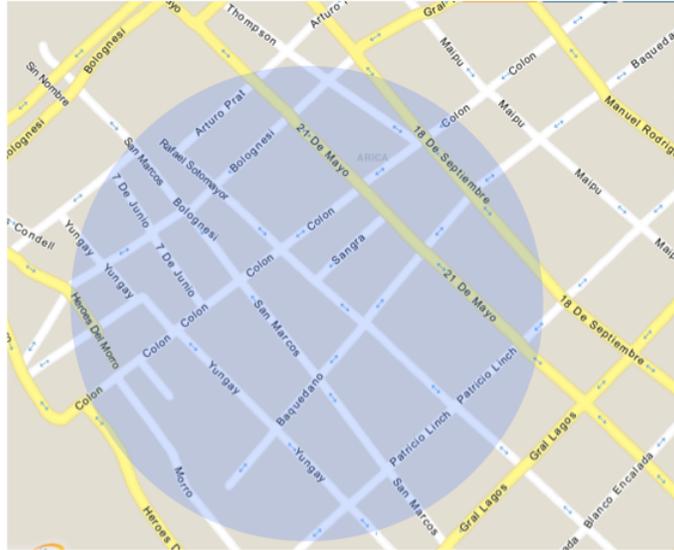
Volviendo al ejemplo de Arica, la solución técnica de largo plazo ya no será la que se mostró en la figura A1.3, sino que una como la que se muestra en la figura A1.6, donde diversas estaciones base, de menor cobertura individual, dan servicio a toda ciudad; esta solución permitirá que haya menos zonas sin señales y que se logre cobertura adecuada dentro de casas y edificios, de modo de competir de manera efectiva con los operadores preexistentes.



Cobertura mejorada en Arica con un mayor número de estaciones base
Figura A1.6

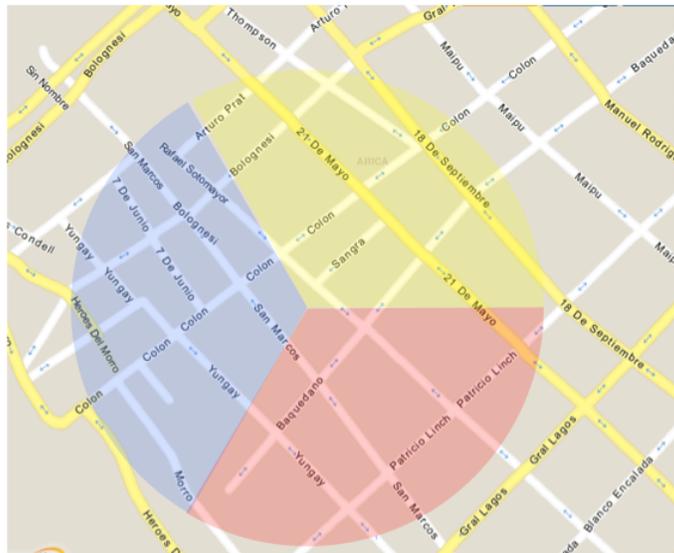
A1.2 Capacidad de tráfico de una red de telefonía móvil

Además de las limitaciones ya señaladas en cuanto a la cobertura geográfica (los terminales que están fuera de las zonas de cobertura no podrán comunicarse), las estación base también tienen limitaciones de capacidad, ya que soportan sólo una determinada cantidad de comunicaciones simultáneas; típicamente, una estación base soporta del orden de 200 comunicaciones simultáneas (de voz o de acceso a Internet). Este es otro factor que incide fuertemente en el diseño de una red de telefonía móvil. Por ejemplo, el sector céntrico de la ciudad de Arica podría ser atendido con una sola estación base en las etapas iniciales de un proyecto, como se muestra en la figura A1.7.



Cobertura inicial de la zona céntrica de Arica con una sola estación base
Figura A1.7

Sin embargo, a medida que aumente el tráfico, esa única estación base dejará de ser suficiente. Una solución es agregar nuevos sectores en el mismo sitio, conformando así tres estaciones base, como se muestra en la figura A1.8.

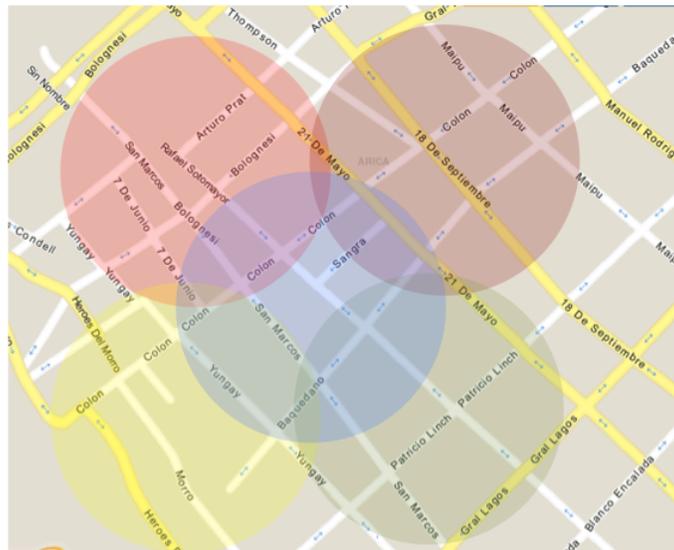


Ampliación de la capacidad de tráfico mediante la sectorización de un sitio
Figura A1.8



La sectorización consiste en agregar dos estaciones base adicionales en un mismo lugar físico, pero orientando sus respectivas antenas de modo que cada una ilumine una zona de 120° (como en el ejemplo de la figura A1.8). De ese modo se puede triplicar la capacidad de tráfico en un mismo punto.

Otra solución para ampliar la capacidad de tráfico es reducir la zona de cobertura de la estación base original (por la vía de reducir la potencia de sus equipos de radio, o bien de disminuir la altura de la antena), y agregar nuevas estaciones base en las inmediaciones, como se muestra en la figura A1.9.



Ampliación de la capacidad de tráfico mediante nuevas estaciones base

Figura A1.9

El empleo de las soluciones recién descritas (que por lo general se emplean en forma combinada), tanto para mejorar la cobertura como para ampliar la capacidad de tráfico, queda evidenciado, por ejemplo, en el caso de Entel, que en 1995 ganó el concurso público de la banda de 1.900 MHz con un proyecto que inicialmente lograba poco más de un 98% de cobertura, mediante alrededor de 210 estaciones base instaladas entre Arica y Punta Arenas, en circunstancias que en la actualidad ya tiene alrededor de 15 mil estaciones base en operación, a lo largo del país.



Además de estas técnicas, el avance tecnológico ha creado otras para aumentar la capacidad de tráfico en una estación base. Entre esas técnicas se destacan la agregación de portadoras,⁴⁰ las antenas direccionales inteligentes (beamforming) o el aprovechamiento de rebotes (MIMO). Todas estas técnicas, combinadas, son las que han permitido elevar sustancialmente la eficiencia espectral, conforme se muestra en la tabla 1 del cuerpo principal de este informe.

En el mundo también existen otras tecnologías y mecanismos para aumentar la capacidad de las redes, sobre el mismo espectro, como es el caso del off-loading a través de las redes fijas, o del roaming nacional sobre otras redes móviles. De igual forma, los servicios que los operadores a veces no cobran por razones de marketing, o el uso y abuso de planes comerciales ilimitados (o libres), resultan inadecuados todavía para las redes de telefonía móvil, y son otros de los factores que inciden negativamente en la eficiencia espectral y provocan congestión.

Otro factor a considerar es que la tecnología está evolucionando desde los sistemas dúplex por división en frecuencia (FDD),⁴¹ a los dúplex por división en el tiempo (TDD). Los sistemas FDD emplean una porción del espectro para transmitir desde la estación base al usuario, y una porción distinta -separada- para transmitir simultáneamente en sentido inverso, desde el usuario a la estación base. Los sistemas TDD, en cambio, emplean la misma porción del espectro tanto para transmitir desde la estación base al usuario, como para recibir desde el usuario a la estación base, salvo que lo hacen en distintos intervalos de tiempo.

La migración de FDD a TDD obligará a que las bandas actualmente destinadas a telefonía móvil sean reconfiguradas, proceso que se conoce como "refarming". Lo mismo ocurrirá en la banda de 3.500 MHz.

⁴⁰ La agregación de portadoras consiste en que el usuario recibe la señal de la estación base por medio de dos o más portadoras simultáneas, en distintas bandas (por ejemplo, una portadora en 700 MHz y otra en 2.600 MHz).

⁴¹ Se denominan "dúplex" a los enlaces de telecomunicaciones que pueden establecer una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo información de forma simultánea.



Anexo 2

Declaración de la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros

Con fecha 27 de agosto de 2018, la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros de Chile emitió una opinión respecto del "congelamiento" de la banda de 3.500 MHz y de cómo deberían fijarse los límites de espectro en el futuro,⁴² que en síntesis -respecto de los límites- señala lo siguiente:

- a) La definición de nuevos límites por parte de Subtel no es una tarea trivial, ni que pueda hacerse de manera apresurada o inmediata. Tampoco existen límites óptimos a aplicar, ni un mecanismo teórico que permita determinarlos. En consecuencia, para establecer nuevos límites es preciso elaborar una política pública en materia de espectro, destinada a lograr un sano equilibrio entre eficiencia operacional, eficiencia espectral y desafiabilidad del mercado.
- b) Los límites de espectro tampoco son directamente comparable entre países, toda vez a nivel internacional no hay uniformidad en los mecanismos de asignación de ese recurso, y también difieren las cantidades de población, las superficies cubiertas o el tráfico medio que generan los usuarios.
- c) Los futuros límites deberían considerar conjuntamente criterios de homogeneidad (límites) y de eficiencia espectral, que a través de más infraestructura permitan una mayor reutilización del espectro y aseguren una mejor disponibilidad de ese recurso para los concesionarios actuales y potenciales.
- d) La eficiencia espectral se debería evaluar sobre la base del tráfico que atiende un concesionario (medido en Megabytes), por cada Hz de espectro, y

⁴² Esas recomendaciones están contenidas en el documento "Opinión de la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros de Chile A.G. con relación a los casos de 3.500 MHz y de 700 MHz", disponible en: <https://www.ingenieros.cl/opinion-de-la-comision-de-telecomunicaciones-del-colegio-de-ingenieros-de-chile-a-g-con-relacion-a-los-casos-de-3-500-mhz-y-de-700-mhz/>



del caudal binario que soporta la red en su conjunto, medido en bit por segundo por Hz.

- e) En todo caso, de acuerdo a observaciones internacionales sobre eficiencia espectral -y sin perjuicio del mayor espectro que necesitarán los servicios asociados a la futura tecnología 5G- los límites con los que quedarán los principales operadores, luego del desprendimiento inicial ordenado por la Corte Suprema, parecen ser más que suficientes para las actuales necesidades de ellos.
- f) Asimismo, es aconsejable que Subtel proponga al TDLC los límites para las bandas medias altas y altas después que ese Tribunal se haya pronunciado sobre el aumento del límite de 60 MHz vigente hoy para las bandas bajas y medias bajas.
- g) En el futuro también se podrían considerar límites dinámicos.
- h) Subtel debería procurar siempre el potencial ingreso de nuevos entrantes, de modo de asegurar la desafiabilidad del mercado.
- i) Si Subtel realiza una adecuada planificación de la futura banda de 3.500 MHz, algunos de sus actuales usuarios podrían permanecer en ella más allá del próximo concurso público para telefonía móvil 5G.⁴³
- j) Es recomendable que Subtel, al dar cumplimiento a la obligación de desprenderse de espectro, implemente un procedimiento gradual y ordenado, que evite afectaciones a la calidad del servicio; y
- k) Finalmente, también es aconsejable que Subtel libere los 20 MHz que aún están disponibles en la banda de 700 MHz, que recupere los 30 MHz que actualmente no están siendo utilizados en la banda de 2.100 MHz, y que proceda con las licitaciones correspondientes.

⁴³ Tal podría ser el caso de los operadores que prestan servicios fijos de acceso a Internet en zonas rurales, que actualmente tienen asignado el rango de 3.650 MHz a 3.700 MHz, en forma compartida (en modalidad TDD).



Anexo 3

Observaciones de estos Consultores respecto de la consulta de Subtel

A3.1 Sobre el sustento técnico de los nuevos límites propuestos

Los nuevos límites que propone Subtel (50 MHz para las bandas bajas y 60 MHz para las bandas medias bajas) son arbitrarios, ya que no tienen sustento en la información de tráfico que se consigna en misma la consulta; en consecuencia, dichos nuevos límites no procuran un uso eficiente del espectro, objetivo que a nuestro entender debería ser prioritario para Subtel.

El único sustento de esos nuevos límites son algunas cifras internacionales (límites en otros países), pero por los motivos que señaló el Colegio de Ingenieros en su declaración, los límites no son directamente comparable entre países.

Tampoco se desprende de la consulta de Subtel que los nuevos límites propuestos hayan sido definidos con el objeto de incentivar la libre competencia, ni para establecer un equilibrio entre eficiencia operacional, eficiencia espectral y desafiabilidad del mercado.

A3.2 Sobre la consistencia entre los nuevos límites propuestos y el desprendimiento ordenado por la Corte Suprema

También es preciso considerar que esa propuesta de límites (50 MHz para las bandas bajas y 60 MHz para las bandas medias bajas) no es consistente con el desprendimiento inicial de espectro que ordenó la Corte Suprema, como se observa en las tablas A3.1 y A3.2.

En efecto, no es consistente porque restringe la facultad de los operadores de elegir la banda a enajenar, y si eso se resolviera (mediante un



límite único para bandas bajas y medias bajas), seguiría sin ajustarse a los guarismos contemplados en el fallo de la Corte Suprema.⁴⁴

Banda	Entel	Movistar	Claro	VTR	Wom	Total
700 MHz	30	20	20			70
850 MHz		25	25			50
900 MHz	20					20
Adjudicado	50	45	45	0	0	140
Límite propuesto	50	50	50	50	50	
Exceso	0	-5	-5	-50	-50	

Espectro adjudicado en bandas bajas y límite propuesto en ellas (MHz)

Tabla A3.1

Banda	Entel	Movistar	Claro	VTR	Wom	Total
1.900 MHz	60	30	30			120
2.100 MHz			30	60	90	
2.600 MHz	40	40	40			120
Adjudicado	100	70	70	30	60	330
Límite propuesto	60	60	60	60	60	
Exceso	40	10	10	-30	0	

Espectro adjudicado en bandas medias bajas y límite propuesto en ellas (MHz)

Tabla A3.2

También resulta muy extraña la propuesta de "transición paulatina" que Subtel considera para los nuevos límites de las bandas bajas y medias bajas, ya que la misma dará lugar a una demora injustificada en el desprendimiento de espectro que ordenó la Corte Suprema. Es más, la "transición paulatina" podría dar pie a un desacato.

A3.3 Sobre la conveniencia de revisar el actual límite de 60 MHz junto con los límites para las bandas futuras

Resulta inoportuno que la propuesta de Subtel proponga límites para las bandas medias altas y altas, dado que ellas aún no han sido definidas ni

⁴⁴ En efecto, si se aplicare un límite único de 110 MHz, Entel tendría que desprenderse de 40 MHz, en circunstancias que la Corte Suprema ordenó que se desprenda de 30 MHz; por su parte, Claro y Movistar tendrían que desprenderse sólo de 5 MHz cada una, siendo que la Corte Suprema ordenó que se desprendan de 20 MHz cada una.



normadas en Chile, y por lo mismo se desconoce su extensión (incluso, hay conflictos no plenamente resueltos respecto del despeje y reordenamiento que requiere la banda de 3.500 MHz).

A este respecto, cabe recordar que el Colegio de Ingenieros señaló que era aconsejable que los límites para las bandas medias altas y altas se definan después que el TDLC se haya pronunciado sobre el aumento del límite de 60 MHz, vigente hoy para las bandas bajas y medias bajas.

A3.4 Sobre las medidas complementarias de protección propuestas por Subtel

En la consulta Subtel ha propuesto varias medidas complementarias para proteger la libre competencia en el sector (roaming nacional, ofertas de facilidades y de reventa de planes para los OMV, y compartición de infraestructura pasiva).

Al respecto, es importante observar que esas medidas ya existen, porque han sido dispuestas en diversas sentencias de los órganos de defensa de la libre competencia, o en las bases de los concursos públicos de las bandas de 700 MHz y de 2.600 MHz elaboradas por Subtel.

Lo que ocurre es que esas medidas en general -y pese a que son de larga data- no se cumplen, pero ello no se resuelve impulsándolas de nuevo, como resultado de la consulta, sino que exigiendo su cumplimiento ante el TDLC por parte de los organismos encargados (Subtel y FNE).

También llama la atención que Subtel proponga -como parte de la consulta- que el cumplimiento de esas medidas sea fiscalizado por ella y por la FNE, ya que en virtud de la LGT y del DL 211 esa es una obligación legal permanente e ineludible de ambos organismos, por lo que carece de sentido considerarla en la consulta.



A3.5 Sobre los planes de uso efectivo y eficiente del espectro

Carece de sentido proponer que en los sucesivos concursos públicos de espectro, los asignatarios se comprometan con un plan de uso efectivo y eficiente de dicho recurso, toda vez que -en nuestra opinión- Subtel cuenta con potestades suficientes para recuperar el espectro subutilizado o no utilizado, o para cambiar de frecuencia a quienes pudiesen estar haciendo un uso ineficiente de ese recurso. Cosa distinta es que esas facultades no hayan sido permanentemente utilizadas por Subtel. Lo anterior no quita que en una nueva Ley de Telecomunicaciones se consideren medidas más modernas y claras para administrar el espectro.

En todo caso, una nueva política de límites, y mejores bases en los concursos públicos correspondientes, deberían ser suficientes para evitar que se repitan los problemas de acaparamiento de espectro que dieron lugar al fallo de 700 MHz de la Corte Suprema.

A3.6 Ausencia de un plan de concursos públicos para el espectro recuperado

También resulta extraño que Subtel no haya considerado en su consulta un plan de posibles concursos públicos para los 20 MHz que están disponibles en la banda de 700 MHz, los 30 MHz que debería recuperar de la banda de 2.100 MHz, y los 70 MHz que deberían liberarse producto del desprendimiento ordenado por la Corte Suprema.

A3.7 Sobre la preferencia y compensación para los operadores incumbentes

Finalmente, resulta inexplicable que Subtel proponga reconocer preferencia a los operadores incumbentes en los concursos públicos de espectro, o eventuales compensaciones pecuniarias, toda vez que ello equivale a un trato discriminatorio -que dificultará el ingreso de nuevos operadores- y no está contemplado en la LGT.



INGENIEROS CONSULTORES

Además, en nuestra opinión, ello va en contra de la potestad que tiene Subtel para administrar el espectro radioeléctrico y modificar las frecuencias de una concesión vigente.

Tema distinto, pero por completo ajeno a la consulta, sería que Subtel reglamente la posibilidad de que el nuevo ocupante de una banda indemnice al antiguo ocupante -sólo en cuanto al costo de desplazar los equipos a otra banda-, en caso que Subtel decida modificar las frecuencias de una concesión vigente, tal como a veces se ha hecho en el pasado.

Borrador 1



Anexo 4

Estimaciones de eficiencia espectral a partir de la consulta de Subtel

A partir de la información de tráfico promedio de datos y cantidad de usuarios contenidos en la consulta Subtel, estos Consultores realizaron un cálculo simple para estimar el caudal binario de las estaciones base (RBS) de los operadores que tienen la mayor y menor cantidad de espectro adjudicado, Entel y Wom, con el desarrollo y resultados que se consignan en la tabla A4.1.⁴⁵

Concepto	Unidades	Entel	Wom
Usuarios	Millones	5,7	2,9
Tráfico por usuario	GB/us mes	5,1	9,9
Tráfico mensual	GB/mes	28.859.334	28.685.852
Tráfico diario	GB/día	1.311.788	1.303.902
Tráfico hora cargada	GB/h	262.358	260.780
Caudal total	GB/s	72,9	72,4
Caudal total	Gbit/s	583	580
Cantidad de RBS		10.143	4.000
Caudal por RBS	Gbit/s/RBS	0,057	0,145
Caudal por RBS	Mbit/s/RBS	57	145
Espectro considerado	MHz	120	60
Eficiencia	bit/s/RBS/Hz	0,48	2,41

Comparación de la eficiencia espectral por RBS

Tabla A4.1

En términos de caudal binario, Wom logra una eficiencia espectral que es 5 veces la de Entel.

⁴⁵ El tráfico promedio de datos está en el gráfico 7 de la consulta, y la cantidad de usuarios en la tabla 7. Por ser un cálculo simple, hemos considerado únicamente el tráfico de datos, y no el de voz, pero este último es sólo una fracción del primero, en términos de caudal binario. Hemos supuesto 22 días efectivos por mes y que el 20% del tráfico de datos se concentra en hora más cargada. En el caso de Wom, hemos supuesto además que el 10% de su tráfico es cursado por medio de redes de terceros. La cantidad de RBS de Entel se obtuvo de la presentación "7th CEO Forum Conference Bradesco BBI's" del 13 de noviembre de 2017 (sólo hemos considerado las RBS 3G y 4G). La cantidad de RBS de Wom fue estimada por nosotros. También hemos supuesto que de los 150 MHz de Entel, 120 MHz se destinan a las RBS 3G y 4G; hemos considerado que Wom no tiene tecnología 2G en su red.



En la tabla A4.2 realizamos un cálculo similar, pero en términos del tráfico de datos cursado mensualmente.

Concepto	Unidades	Entel	Wom
Tráfico mensual	MGB/mes	28,9	28,7
Tráfico mensual	MMB/mes	28.859	28.686
Espectro asignado	MHz	150	60
Eficiencia	MB/Hz	192	478

Comparación de la eficiencia espectral en términos del tráfico de datos
Tabla A4.2

En términos de tráfico, Wom logra una eficiencia espectral que es 2,5 veces la de Entel.



Anexo 5

Principales acrónimos empleados en este trabajo

Borrador 1

AWS	Denominación habitual de la banda de 2.100 MHz (advanced wireless services).
B	Byte
b	bit
CBRS	Citizens Broadband Radio Service
Conadecus	Corporación Nacional de Consumidores y Usuarios de Chile
CTC	Sigla anterior de Movistar en Chile
DL 211	Decreto Ley N° 211 (Ley de defensa de la libre competencia)
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution (estándar de tecnología 2,5G)
FDD	Dúplex por división de frecuencia
FDT	Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones
FCC	Federal Communications Commission
Fintech	Financial technology
FNE	Fiscalía Nacional Económica
GAA	General Authorized Access
GB	Giga byte
GB/s	Giga byte por segundo
Gb/s	Giga bit por segundo
GHz	Giga Hertz
GSM	Global System for Mobile (estándar de tecnología 2G)
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access (estándar de tecnología 3,5G)
IHH	Índice Herfindahl Hirschman,
IoT	Internet de las cosas (Internet of things)
kB	kilo byte
kb/s	kilo bit por segundo
LTE	Long Term Evolution (estándar de tecnología 4G)
LTE Advanced	Long Term Evolution Advanced (estándar de tecnología 4,5G)
LGT	Ley General de Telecomunicaciones
MB	Mega byte
Mb/s	Mega bit por segundo
MHz	Mega Hertz
MSC	Central de conmutación de telefonía móvil (mobile switching center)
MIMO	Tecnología de reflexión múltiple (multiple input multiple output)
OMR	Operador móvil con red propia (y con espectro radioeléctrico)
OMV	Operador móvil virtual
RBS	Radio base station
ON1	Operador nuevo 1
ON2	Operador nuevo 2
PAL	Priority Access Licenses
RNC	Controlador de red de radio (radio network controller)
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
SAS	Spectrum Access System provider
Subtel	Subsecretaría de Telecomunicaciones



INGENIEROS CONSULTORES

Borrador 1

TDD	Dúplex por división de tiempo
TDLC	Tribunal de Defensa de la Libre Competencia.
us	Usuario
USD	Dólar de los EE.UU. de Norteamérica.
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access (estándar de tecnología 3G)
WISP	Wireless Internet Service Provider
2G	Sistema de telefonía móvil de segunda generación.
3G	Sistema de telefonía móvil de tercera generación
4G	Sistema de telefonía móvil de cuarta generación
5G	Sistema de telefonía móvil de quinta generación