



**ESTUDIO DE ANÁLISIS DE TOPES DE ESPECTRO
RADIOELÉCTRICO PARA SERVICIOS MÓVILES
TERRESTRES**

BOGOTA – enero de 2010.

Tabla de Contenido

Ilustraciones	3
Tablas	4
Introducción.....	6
1. Espectro para mayor velocidad de datos	8
2. El mercado de servicios móviles terrestres en Colombia.....	9
2.1. Los ingresos del sector móvil	12
2.2. La penetración de los servicios móviles en Colombia.....	13
2.3. El crecimiento de abonados y de tráficos agregados.	14
2.4. Evolución de los consumos por abonado móvil.....	17
2.5. El espectro asignado y su explotación actual	21
2.6. Restricciones en el desarrollo de infraestructura del mercado colombiano.....	25
2.7. Evaluación del posible impacto de fijación de topes en la estructura técnica de las redes	26
3. La teoría aplicable al caso de topes de espectro	28
3.1. Los análisis generales alrededor de topes de espectro.	28
3.2. Consideraciones respecto de topes de espectro en economías de tamaño reducido – caso Latinoamérica.....	29
3.3. Los tipos de topes	31
3.4. Conclusiones preliminares.....	32
4. Recomendaciones de varios organismos internacionales y su proyección a futuro	33
4.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).....	33
4.2. Conclusiones preliminares.....	38
5. Prácticas Internacionales respecto de fijación de topes de espectro	38
5.1. Países desarrollados e India.....	40
5.1.1. La existencia de topes de espectro en el caso de los Estados Unidos	41
5.1.2. Asignación de espectro en el Reino Unido	45
5.1.3. Asignación de espectro: El caso Alemán	47
5.1.4. Nueva Zelanda	49
5.1.5. Los topes por evento en las subastas de 3G en Europa.....	50
5.1.6. El caso de la India: Micro-topes de espectro y política parcelada y asimétrica de espectro.....	51
5.2. Asignación de espectro en países seleccionados de la América Latina	53
5.2.1. El caso mexicano. Topes de espectro dirigidos a limitar el crecimiento de los establecidos.....	55
5.2.2. El caso de asignación de espectro en Colombia.....	56

5.2.3. Perú	57
5.2.4. El caso brasileño. Topes globales y topes por banda por operador	59
5.2.5. El caso chileno y la entrada de nuevos operadores al mercado ..	62
5.2.6. Topes de espectro en la Argentina	66
5.2.7. Uruguay y el caso de topes de espectro	67
5.3. Conclusiones preliminares	67
6. Análisis y propuesta de topes para el caso colombiano	68
6.1. Escenario teórico de largo plazo	71
6.2. Compromisos entre competencia y puja por el recurso	73
6.3. Escenarios globales de corto plazo para la banda de 1900MHz	74
6.4. Escenarios globales de corto plazo para banda bajas y altas	78
6.5. Escenarios de mediano plazo para bandas ya anunciadas	81
7. Conclusiones	84
8. Bibliografía	86
9. Glosario	88

Ilustraciones

Ilustración 1 - Evolución en la composición de ingresos del sector de telecomunicaciones en Colombia	10
Ilustración 2 - Evolución de ingresos de la industria por sub segmento 2000-2009	11
Ilustración 3 - Evolución de los ingresos del sector en Colombia en el siglo XXI ...	12
Ilustración 4 - Evolución estimada de ingresos de servicios móviles en Colombia por proveedor (Miles de millones de pesos corrientes). Estimaciones basadas en diversas fuentes	13
Ilustración 5 - Crecimiento de abonados móviles y penetración del servicio	14
Ilustración 6 - Evolución de abonados móviles en Colombia	15
Ilustración 7 - Evolución tráfico de voz agregado en Colombia	16
Ilustración 8 - Evolución tráfico de datos móviles en Colombia	17
Ilustración 9 - tráfico medio mensual por abonado para empresas de servicios móviles terrestres. Tiempo al aire de uso de red promedio mensual.	18
Ilustración 10 - Uso promedio mensual de datos por abonado	19
Ilustración 11 - Distribución estimada de tráfico agregado en redes móviles	20
Ilustración 12 - Evolución espectro servicios móviles	21
Ilustración 13 - Abonados promedio por MHz asignado para proveedores de TMC y PCS	22
Ilustración 14 - Abonados por Radiobase USA	24
Ilustración 15 - Tráfico promedio por Radiobase USA	25

Ilustración 16 – Ejemplo conceptual de desarrollo de diversas curvas de disponibilidad de espectro.....	36
Ilustración 17 - Evolución del tráfico agregado mundial.....	38
Ilustración 18 - Resultado de la subasta de espectro de AWS – Subasta 66 en EEUU en 2006	43
Ilustración 19 - Resultados de la subasta 77 del año 2008 en los Estados Unidos	44
Ilustración 20 - Proceso de asignación de espectro en el Reino Unido	45
Ilustración 21 - Estado actual del espectro en el Reino Unido.....	46
Ilustración 22 - Asignación del espectro por operadores y por bandas en Alemania	48
Ilustración 23 - Subasta alemana del 2010 – resultados finales.....	49
Ilustración 24 - espectro en la América Latina – 2010.....	54
Ilustración 25 - Espectro móvil disponible en el Perú – 2010.....	58
Ilustración 26 - Licitación No. 001 de 2007 en el Brasil – Valores recaudados	61
Ilustración 27 - Licitación 001 de 2007 en Brasil – Valores pagados por operadores	61
Ilustración 28 - Estado del espectro móvil en Chile previo a la subasta del 2009..	63

Tablas

Tabla 1 - Abonados de datos móviles 2009.....	18
Tabla 2 - Restricciones en Colombia al despliegue de infraestructura.....	26
Tabla 3 - Tipos de topes	32
Tabla 4 - Predicciones de las necesidades de espectro para los grupos de GTAR 1 y 2.....	37
Tabla 5 - Ajustes a proyección de necesidades de espectro según redes en competencia	37
Tabla 6 - Topes máximos por bandas de frecuencia en el Brasil.....	60
Tabla 7 - Número de operadores en países de la región.....	69
Tabla 8 - Empresas promedio en la región de Latinoamérica.....	70
Tabla 9 - Asignaciones de espectro y tope como porcentaje de la asignación.....	71
Tabla 10 - Proyección lineal del estado actual al estado esperado para GTAR 1 al año 2020	72
Tabla 11 - Efecto de la holgura en el tope de espectro en la disponibilidad de recurso para el actor más débil	74
Tabla 12 - Escenario base actual de distribución de espectro agregado.....	75
Tabla 13 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a COMCEL.....	76
Tabla 14 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a MOVISTAR	76
Tabla 15 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a TIGO	77
Tabla 16 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a UNE.....	77
Tabla 17 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a Avantel.....	78

Tabla 18 – Escenario base actual de corto plazo de distribución de espectro en bandas bajas	78
Tabla 19 - Escenario base actual de distribución de espectro en bandas altas	79
Tabla 20 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a COMCEL	79
Tabla 21 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a MOVISTAR	80
Tabla 22 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a TIGO	80
Tabla 23 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a UNE	80
Tabla 24 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a Avantel	81
Tabla 25 - Evolución de asignaciones en el mediano plazo - Escenario agregado	82
Tabla 26 - Evolución de asignaciones en el mediano plazo – Bandas altas	83
Tabla 27 - Evolución de asignaciones en el mediano plazo – Bandas bajas	84
Tabla 28 - Propuesta evolución topes	85

Introducción

El 28 de octubre de 2010, el Ministerio de las Tecnologías y las Comunicaciones lanzó el Plan VIVE DIGITAL cuyo objetivo principal es el de “Impulsar la masificación del uso de Internet para dar un salto hacia la Prosperidad Democrática”. Para alcanzar este objetivo, se fijaron como metas las siguientes: i) alcanzar el 50% de hogares y MiPymes conectados a Internet; ii) multiplicar en 4 veces el número de conexiones a Internet; iii) triplicar el número de municipios conectados a la autopista de la información a través de redes de fibra óptica.

En tal sentido, y dada la creciente demanda por el servicio de internet, en especial el de internet móvil, lo que aumenta el tráfico y, en consecuencia, la saturación del servicio en las principales ciudades, es fundamental el otorgamiento de espectro adicional a los proveedores establecidos de servicios de telefonía móvil, con el fin de incentivar la penetración de servicios IMT que permitan la prestación del servicio con mayor calidad y la introducción de nuevas aplicaciones con terminales de última tecnología.

La masificación de este servicio requiere de una planeación y gestión del espectro radioeléctrico - recurso esencial para la prestación de los servicios móviles terrestres – que fomente la competencia, el pluralismo informativo, el acceso no discriminatorio y evite las prácticas monopolísticas.

De acuerdo con lo anterior, el Ministro de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones le solicitó a la Agencia Nacional del Espectro (ANE), mediante oficio del 6 de diciembre de 2010: “disponer lo necesario para que la ANE, en su calidad de su organismo técnico asesor del Ministerio, brinde apoyo en la realización de estudios y preparación de los borradores de los documentos requeridos para adelantar los procesos de asignación” de las bandas de 1900 MHz, 1700-2100 MHz, y 2500 MHz.

En cumplimiento de esta solicitud, la ANE adelantó un proceso de selección objetiva por medio del cual se llevó a cabo la contratación del estudio cuyo objetivo fundamental fue la identificación de los criterios, metodologías y mejores prácticas internacionales para la fijación de los topes de espectro radioeléctrico – ERE – propuestos para los servicios móviles terrestres en Colombia.

Resultado del estudio, en el presente documento se presenta el resultado de los siguientes aspectos:

- Un análisis sobre el estado actual del mercado de servicios móviles terrestres en Colombia enfocándose al estudio de topes de espectro sin abarcar condiciones de competencia o de cualquier otra condición del mercado.
- Los aportes de organismos técnicos respecto de las cantidades de espectro recomendadas para el desarrollo de nuevos servicios móviles terrestres de voz y datos. Con base en esta información, se proyectarán posibles escenarios futuros.
- Las prácticas internacionales respecto a la fijación de topes de espectro para la prestación de servicios móviles terrestres
- Recomendaciones específicas para ser aplicadas en las bandas de 1900 MHz, 1700 – 2100 Mhz y 2500 Mhz en relación con la fijación de topes de espectro en Colombia.

1. Espectro para mayor velocidad de datos

El plan VIVE DIGITAL también busca que los usuarios tengan una mayor y mejor velocidad de acceso en el servicio de internet móvil. Por lo tanto, el nuevo desafío para los sistemas inalámbricos viene a ser la convergencia de los servicios de voz de alta calidad, con los servicios multimedia interactivos tales como: servicios de video conferencia, video bajo demanda, videojuegos y distintas aplicaciones que requieren interactividad en tiempo real. Esto implica que los proveedores deben implementar nuevas tecnologías o desarrollar mejoras sobre su red para poder cubrir dichas necesidades.

En principio, las redes GSM (2G) fueron diseñadas para el envío de voz pero tenían limitaciones en el manejo de datos. Posteriormente se introdujeron mejoras a la tecnología – GPRS - para el desarrollo de datos en los dispositivos móviles. Hoy en día, utilizando tecnologías de 3G o posteriores (tales como UMTS, HSDPA, WiMAX, LTE, entre otros), se pueden obtener velocidades superiores de 2MBps, las cuales tienen mayores requerimientos de espectro.

Para lograr, entonces, la máxima eficiencia y velocidad que dan estas tecnologías se requiere que tengan portadoras de 2 x 20 Mhz¹, por otra parte, para las primeras fases de implementación de las tecnologías se puede comenzar a utilizar portadoras de 2 x 5 Mhz que corresponde al ancho mínimo de canal requerido² para su funcionamiento.

¹ Tecnologías como LTE deben ser desplegadas usando el máximo ancho de banda posible. La razón principal es la de maximizar la tasa bits como también para optimizar la eficiencia espectral. Por ejemplo, LTE utiliza 40% de encabezado en portadoras de 1.4 x 2 MHz vs 25% en portadoras 20 x 2 MHz.

² A pesar que la tecnología permite portadoras desde 1.4 x 2 MHz, se hace un eficiente uso de la tecnología con portadoras que comienzan desde 5x2MHz.

2. El mercado de servicios móviles terrestres en Colombia.

Los servicios móviles en Colombia tienen una historia de varias décadas donde se destacan los sistemas de telefonía móvil en automóviles desarrollados por la ETB en los años 80s, los sistemas de “Paging” –también conocidos como buscapersonas- y los diversos sistemas de radiocomunicaciones análogas, donde se resaltan los sistemas de radio troncalizado, los cuales se enfocan a aplicaciones específicas como las de las fuerzas armadas y de seguridad, así como a los sistemas de radiotaxis.

Aunque la década de los 80s fue muy importante, la verdadera masificación de estos servicios comienza con el desarrollo de los sistemas de Telefonía Móvil Celular, en cumplimiento de la Ley 37 de 1993, la cual permitió el otorgamiento de dos concesiones que entraron a operar efectivamente en el año 1994, y que hoy representan la mayor porción de los ingresos del sector de telecomunicaciones en el país. Es así como en el año 1996 los ingresos por estos servicios representaban una cifra cercana al 12% de los ingresos globales del sector (incluyendo Paging), mientras que para el año 2008 eran el segmento de mayor importancia con una participación 45,88% del total.

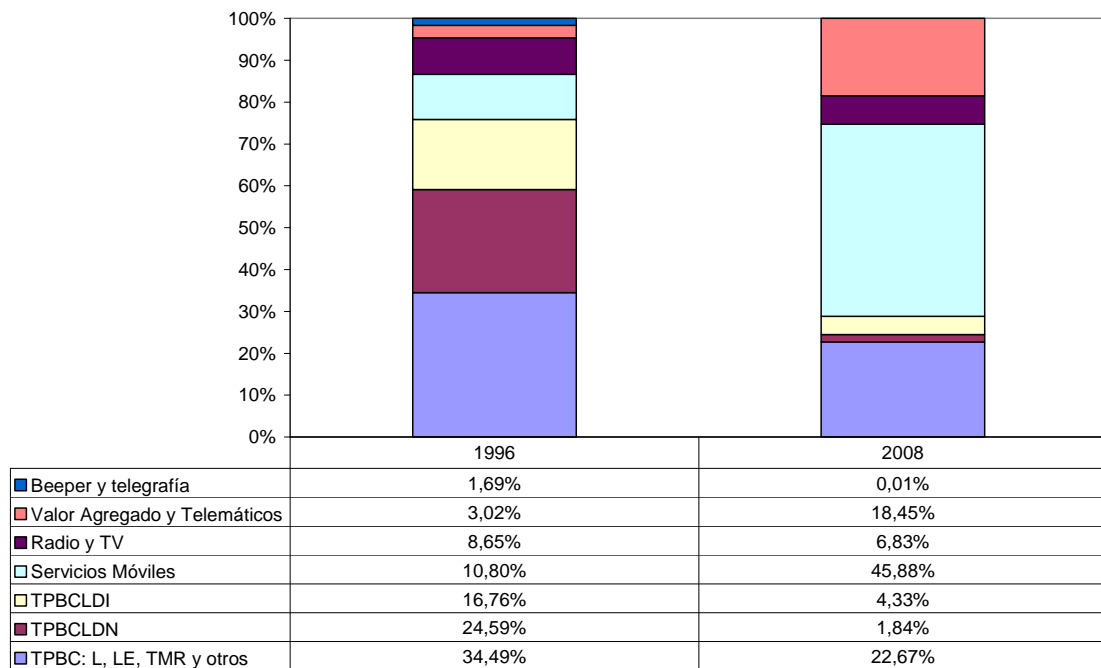


Ilustración 1 - Evolución en la composición de ingresos del sector de telecomunicaciones en Colombia

Separado por segmento. Basado en información de la CRC, SSPD, SIUST y MinTIC

Cabe aquí destacar que en el año 2000 los servicios móviles representaban cerca de 1,4 billones de pesos, cifra que llegó a 8,47 billones al cierre de 2009, mostrando con ello una dinámica de alto crecimiento. De esta forma, los servicios móviles superaron ampliamente a los servicios fijos, que habían sido el motor del sector por varias décadas.

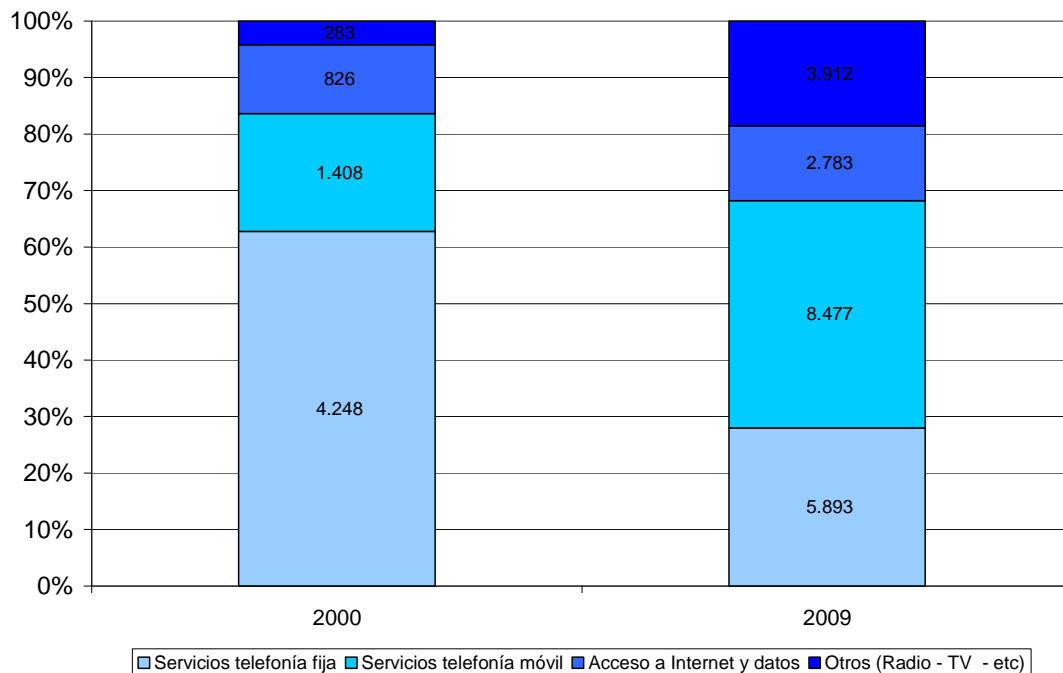


Ilustración 2 - Evolución de ingresos de la industria por sub segmento 2000-2009 (Miles de millones de pesos corrientes). Fuente SIUST CRC

En la última década, el sector ha tenido un crecimiento sustancial superando los 20 billones de pesos; crecimiento que tuvo su punto de aceleración en el 2004 momento en el cual entra a operar el tercer proveedor de servicios móviles masivo³, así como por la masificación de servicios de acceso a Internet, tanto fijos como móviles⁴. Esta dinámica de crecimiento se muestra en la siguiente gráfica:

³ Si bien desde hacía algunos años ya operaba Avantel, este se enfocó en nichos de mercado con bajo impacto dentro del agregado de mercado.

⁴ En las cuentas del sector donde se extractaron los datos para estas gráficas, en el ítem de Servicios de Valor Agregado y telemáticos se incluye la prestación de servicios de acceso a Internet por parte de los proveedores de redes y servicios fijos y móviles de TMC. En el caso de PCS, los ingresos por Internet móvil se reportan en el rubro de ingresos móviles.

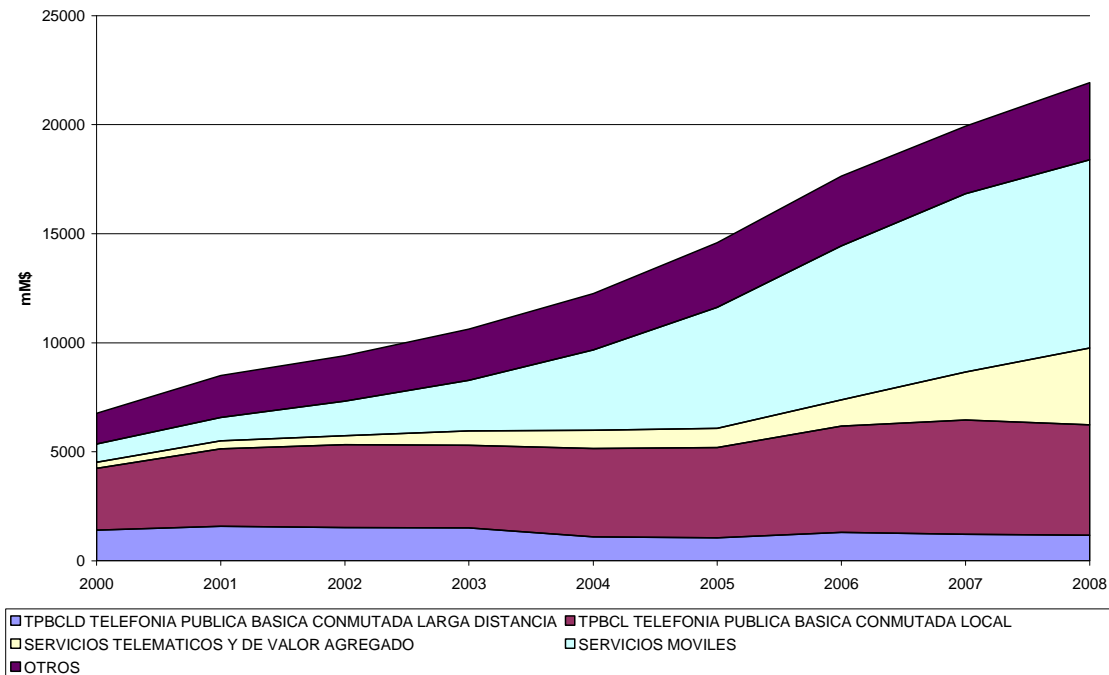


Ilustración 3 - Evolución de los ingresos del sector en Colombia en el siglo XXI (millones de pesos corrientes). Basado en el SIUST y en informes CRC

2.1. Los ingresos del sector móvil

Actualmente, la empresa con mayor participación en los ingresos es COMCEL, con el 67% aproximado del mercado agregado móvil, seguido por Movistar y TIGO. En el mercado se encuentra también Avantel (sistemas troncalizados), y otras empresas menores de sistemas análogos que representan una muy baja porción del mercado⁵. En la siguiente ilustración se muestra la evolución de ingresos del mercado móvil distribuido por empresa.

⁵ En las cuentas públicas normalmente se reporta información de operadores de TMC y PCS, y sólo para algunas variables información de Avantel. En todo caso se estima que Avantel y los demás empresas menores representan menos del 2% del mercado total.

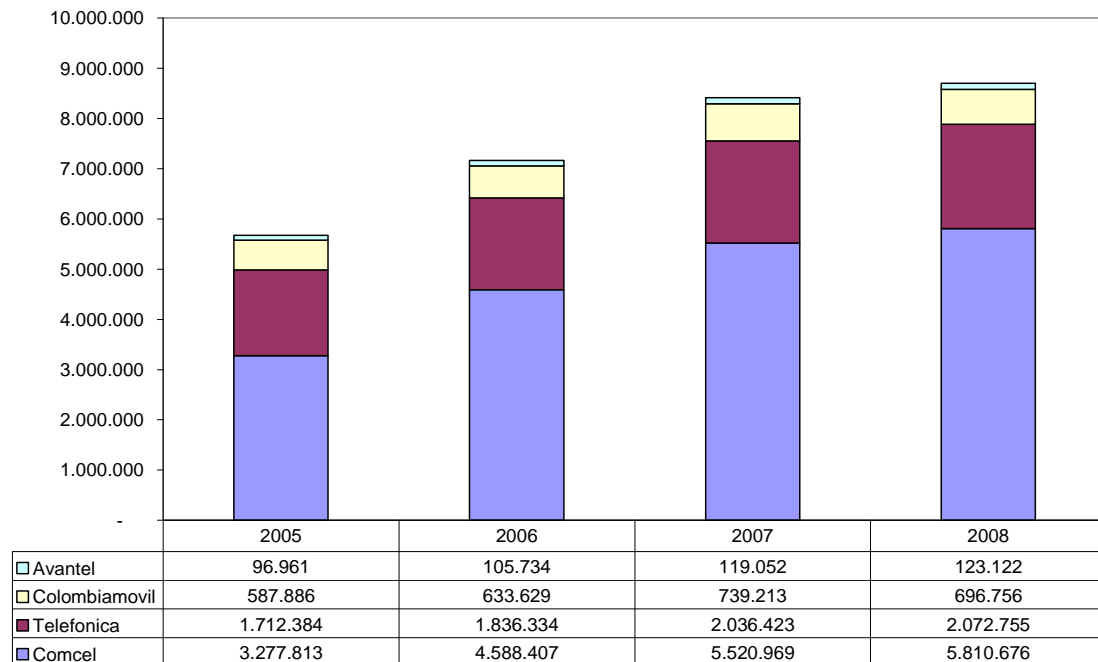


Ilustración 4 - Evolución estimada de ingresos de servicios móviles en Colombia por proveedor (Miles de millones de pesos corrientes). Estimaciones basadas en diversas fuentes⁶

2.2. La penetración de los servicios móviles en Colombia.

En la siguiente gráfica se ilustran tanto las tasas de penetración nominales de servicios móviles en Colombia, como las tasas de crecimiento interanuales calculadas para cada trimestre de operación desde el año 1998.

⁶ Estos ingresos consideran reportes a supersociedades de empresas de TMC y de Avantel para el período 2005 a 2007. Colombia Móvil se estima con base al ingreso reportado al SIUST en su estado de P&G de 2007 y se extrapola según proporciones de aportes al Mincom. Los datos del 2008 se toman de Supersociedades para TMC y se estimaron los demás con base en la extrapolación del aporte al Mincom en 2008.

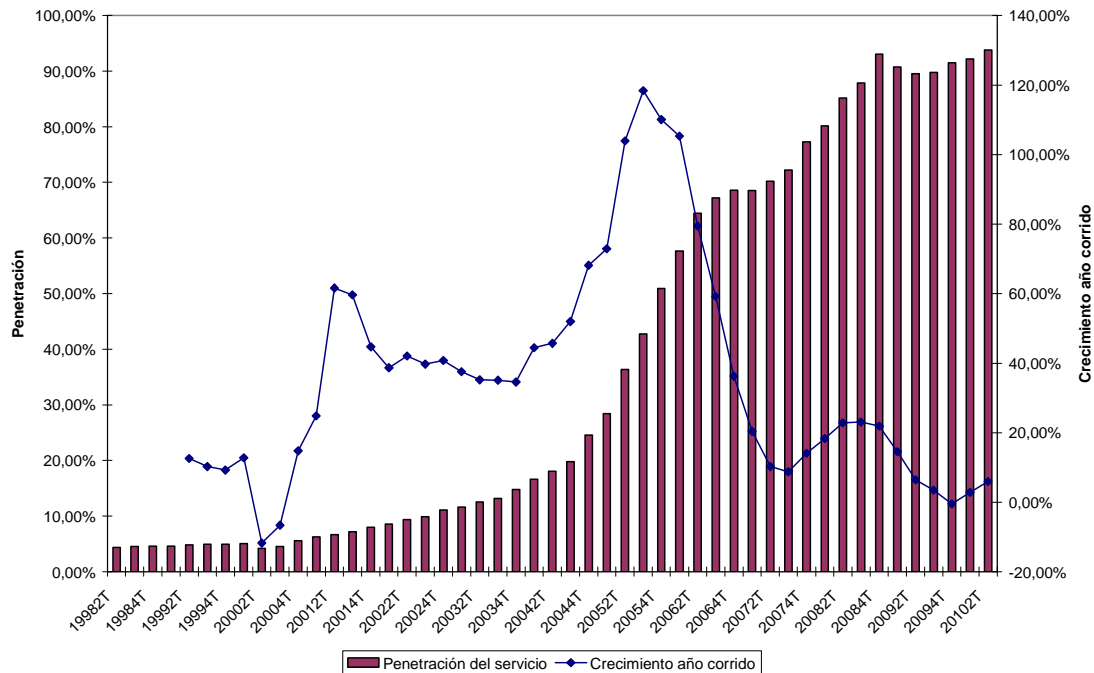


Ilustración 5 - Crecimiento de abonados móviles y penetración del servicio
Cálculos propios basados en información Mintic y DANE

2.3. El crecimiento de abonados y de tráficos agregados.

En cuanto al número absoluto de abonados, en Colombia se tienen al cierre del segundo trimestre de 2010 un total de 42´682.645 abonados de servicios de TMC y PCS, los cuales corresponden en un 66,3% a COMCEL, en un 22,3% a Movistar y en un 11,4% a TIGO. La mayor participación de mercado de COMCEL se ha conservado desde inicios de la presente década, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

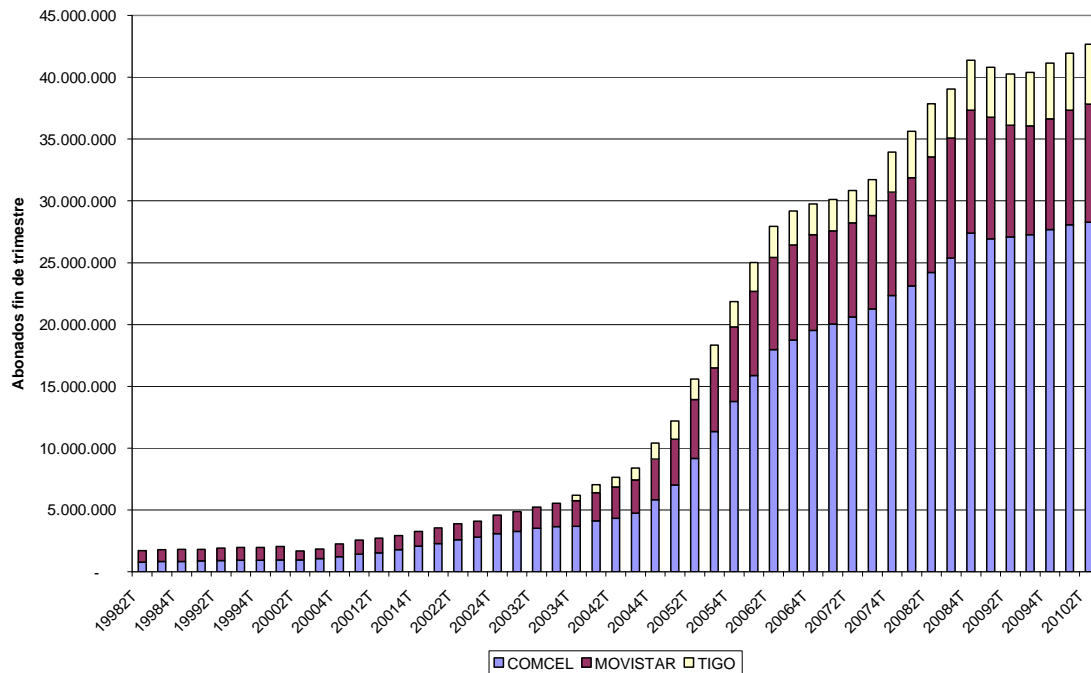


Ilustración 6 - Evolución de abonados móviles en Colombia
Fuente MinTIC . Incluye sólo abonados de servicios de TMC y PCS

En cuanto al tráfico de voz cursado en las diversas redes, el mismo ha crecido significativamente y más que proporcional al aumento de abonados, representando un total de 14,4 mil millones de minutos promedio por mes en el trimestre 2 de 2010; con una participación de COMCEL de 78,2%, de Movistar de 17,4% y de TIGO del 4,4%, lo cual indica que el tráfico se concentra más que proporcionalmente en la empresa de servicios móviles terrestres con mayor participación de mercado. Cabe destacar que el crecimiento interanual de tráfico tuvo su pico máximo en el final del año 2004 con un 178%⁷.

⁷ Para la muestra analizada, si bien ha habido trimestres donde el crecimiento de abonados es superior al de tráfico, en promedio de la muestra (1998 a 2010), el crecimiento interanual de abonados ha sido del 35,6% mientras que el crecimiento de tráfico de voz –uso de la red- ha sido del 51,1%. Lo anterior implica que el crecimiento de la capacidad de red, sólo para el soporte de servicios de voz, es más que proporcional al crecimiento de abonados; lo anterior confirma los supuestos básicos del efecto de red.

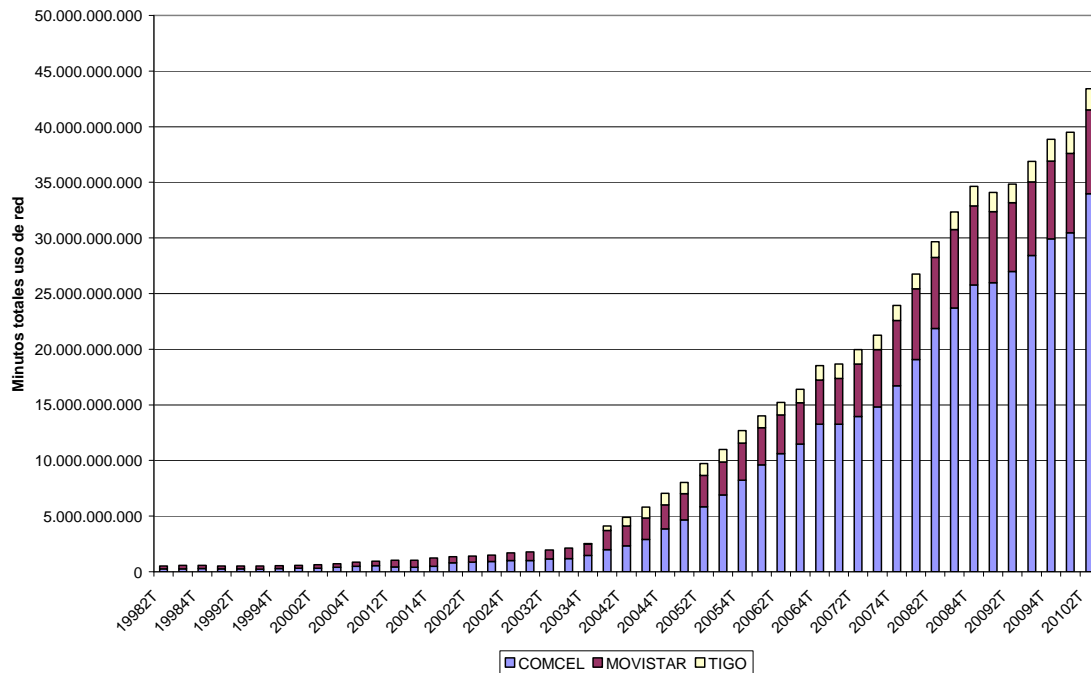


Ilustración 7 - Evolución tráfico de voz agregado en Colombia (Minutos de uso de red) Fuente: SIUST

Respecto al tráfico de servicios de datos móviles, donde la mayor porción corresponde a servicios de acceso a Internet y servicios de SMS y MMS, las estadísticas son recientes –al igual que la expansión del servicio-, encontrando información para los dos últimos años en las bases de datos de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). En este caso, la información más reciente es la del último trimestre de 2010, donde se cursaron 1.957 Terabits promedio mensual, con una participación de COMCEL del 76,9% del tráfico, TIGO del 15,1% del mercado, Movistar un 8,0% del mercado y con participaciones inferiores al 0,1% del mercado por parte de Avantel y UNE.

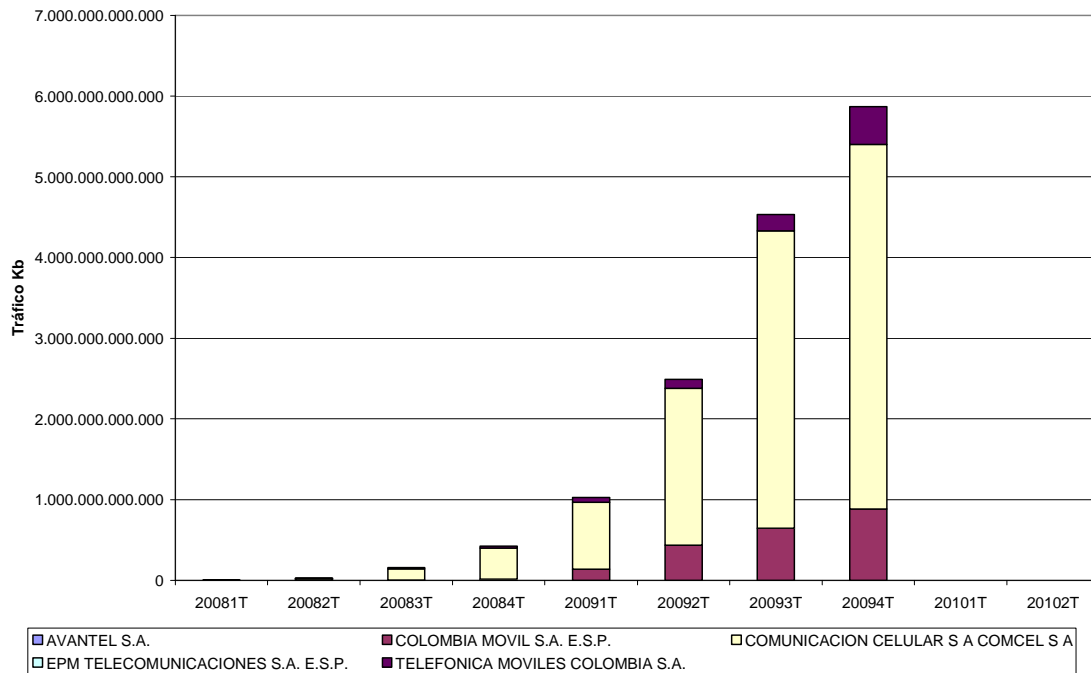


Ilustración 8 - Evolución tráfico de datos móviles en Colombia
Kb de consumo agregado. Fuente SIUST y CRC

2.4. Evolución de los consumos por abonado móvil.

Analizando los consumos promedio de recursos de red de canales de voz, se encuentra que los mismos han crecido significativamente, generando para el caso de COMCEL un uso de red promedio mensual de 400 minutos, 264 para el caso de Movistar y 130 para el caso de TIGO en el trimestre 2 de 2010, con una tendencia creciente en el caso de COMCEL y Movistar y decreciente en el caso de TIGO.⁸

⁸ Cabe aquí resaltar que la información se refiere a ocupación de canales de voz, no necesariamente a tráfico facturado, pues en la información se incluyen intentos de llamada fallidos y tráficos promocionales, entre otros.

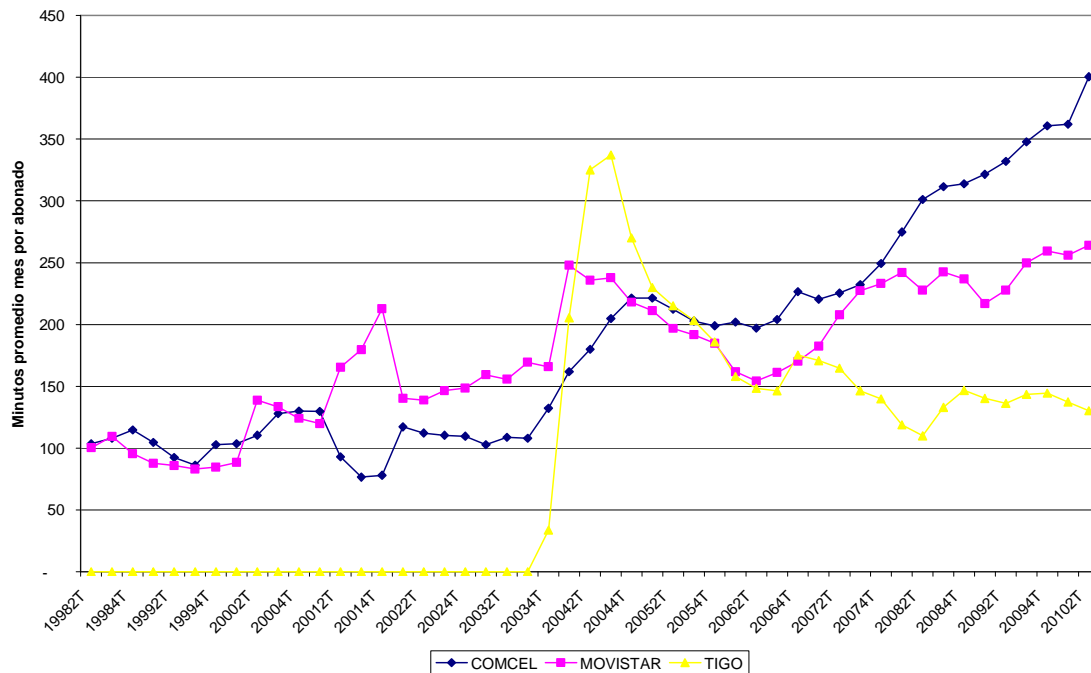


Ilustración 9 - tráfico medio mensual por abonado para empresas de servicios móviles terrestres. Tiempo al aire de uso de red promedio mensual. Fuente MinTIC y cálculos del consultor

Para el caso de consumos de datos, se ha tomado el número de abonados por proveedor de redes y servicios que reportan planes de datos así:

	20092T	20093T	20094T
COMCEL	2.140.261	2.339.061	2.529.990
MOVISTAR	822.263	731.195	804.962
TIGO	583.744	705.874	934.171
EPM			6.550
AVANTEL	17.175	18.095	15.911

Tabla 1 - Abonados de datos móviles 2009. Fuente SIUST

Si bien la muestra que se tiene es pequeña, se evidencia no obstante que en el caso de tráfico de datos, los consumos mayores se dan para los proveedores de redes y servicios COMCEL y TIGO, siendo TIGO el líder en cuanto a consumo promedio de datos por abonado, tal como se evidencia en la siguiente gráfica.

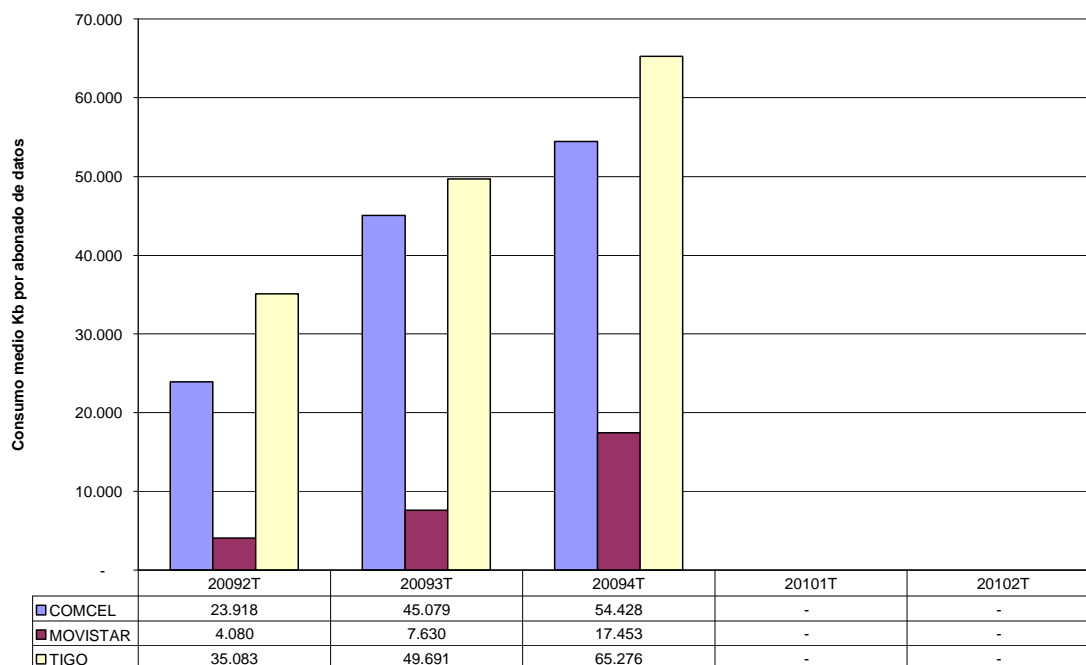


Ilustración 10 - Uso promedio mensual de datos por abonado
Promedio de uso por abonado suscrito a servicios de datos. Fuente SIUST, CRC y cálculos del consultor

Cabe destacar que en este promedio se considera todo tipo de plan de datos, los cuales son estructurados por proveedor en función del tráfico agregado cursado en el período, a diferencia de los planes en redes fijas que se estructuran con base en la velocidad tope del acceso y con consumo ilimitado⁹.

Así, tanto del tráfico promedio de voz, como del tráfico de datos, se evidencia un crecimiento sostenido que genera presiones en la capacidad de las redes, las cuales deben cursar un tráfico agregado que es función del número de abonados y del consumo medio de cada abonado.

⁹ Lo anterior dada la limitante de capacidad de una red móvil que tiene un recurso común compartido entre todos los abonados en el área de cubrimiento de cada celda, cuya capacidad agregada depende de la combinación de espectro disponible y tecnología de transmisión.

Cabe destacar que, si se realiza una comparación del consumo de voz a consumos de datos, tomando como base de cálculo compresiones de voz a 8kbps, cada minuto de voz correspondería a 480Kb, generando para el año 2009 los siguientes tráficos agregados totales y por proveedores de redes y servicios.

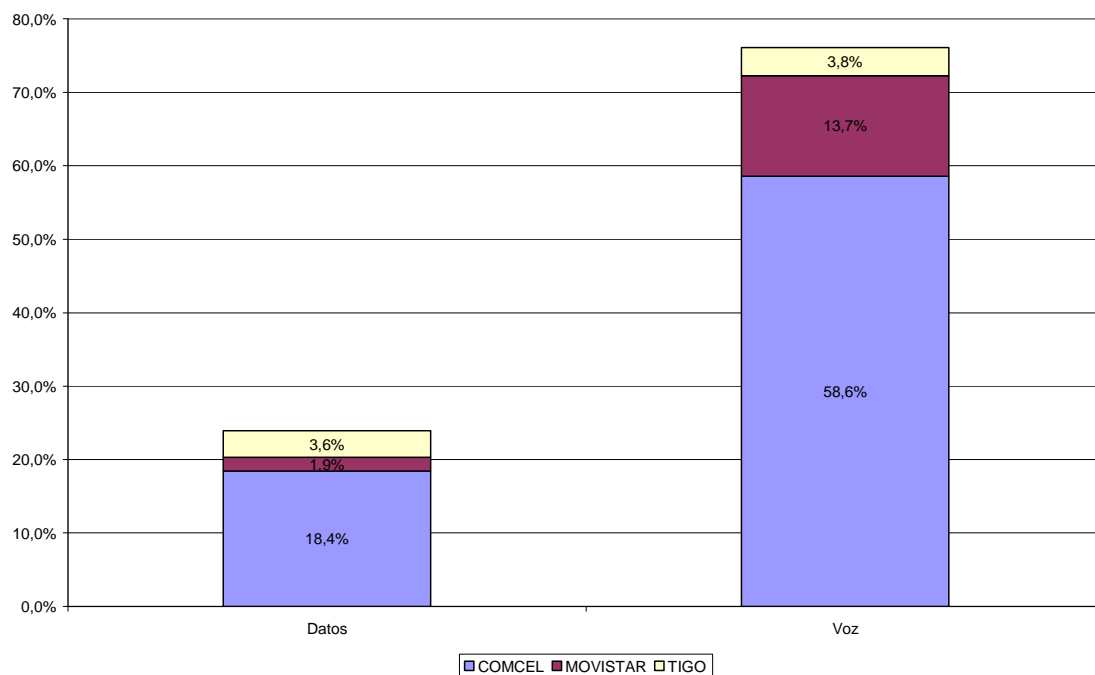


Ilustración 11 - Distribución estimada de tráfico agregado en redes móviles
Cálculos del consultor basados en MinTIC y CRC

Conforme a la anterior estimación, el tráfico agregado de datos puede representar hoy día cerca de la cuarta parte del tráfico agregado total (23,9%); las participaciones del tráfico agregado por proveedores de redes y servicios estimadas en este proxy son de un 77,0% para COMCEL, 15,6% para Movistar y 7,4% para TIGO.

2.5. El espectro asignado y su explotación actual

Analizando las asignaciones de espectro hasta el momento realizadas, encontramos un total de 190 MHz asignados en diversas bandas de frecuencia. Esta capacidad fue muy inferior hasta la primera mitad de la década, pero creció conforme se asignaron ampliaciones de espectro a los proveedores de TMC y PCS y con los nuevos permisos a la empresa UNE en el presente año, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

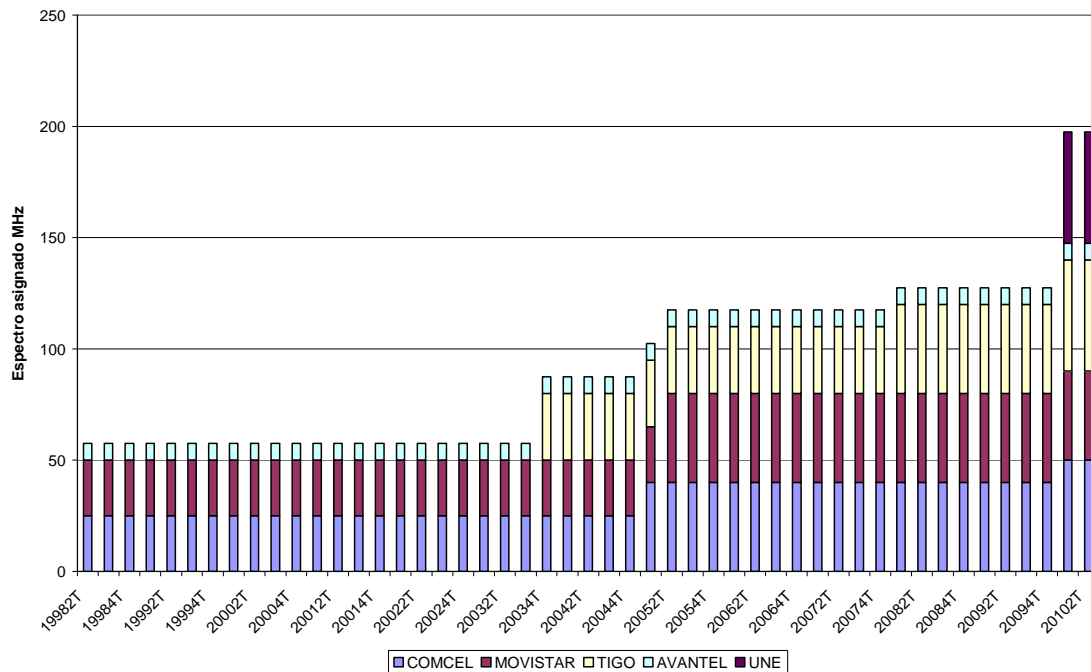


Ilustración 12 - Evolución espectro servicios móviles
Fuente MinTIC

Cabe destacar que la operación de UNE, si bien cuenta con una capacidad de 50 MHz, está en una etapa inicial de desarrollo, por lo cual no es significativa la información respecto del uso efectivo de espectro. Teniendo en cuenta que las empresas de TMC y PCS representan más del 98% del mercado agregado móvil,

el análisis se concentra principalmente en este grupo de proveedores de redes y servicios.

En relación con la explotación del espectro asignado en términos de abonados promedio por MHz asignado, encontramos que COMCEL refleja los más altos índices debido al número de abonados que tiene registrados; lo sigue Movistar y, en tercer lugar se encuentra TIGO, tal y como se presenta en la siguiente gráfica¹⁰.

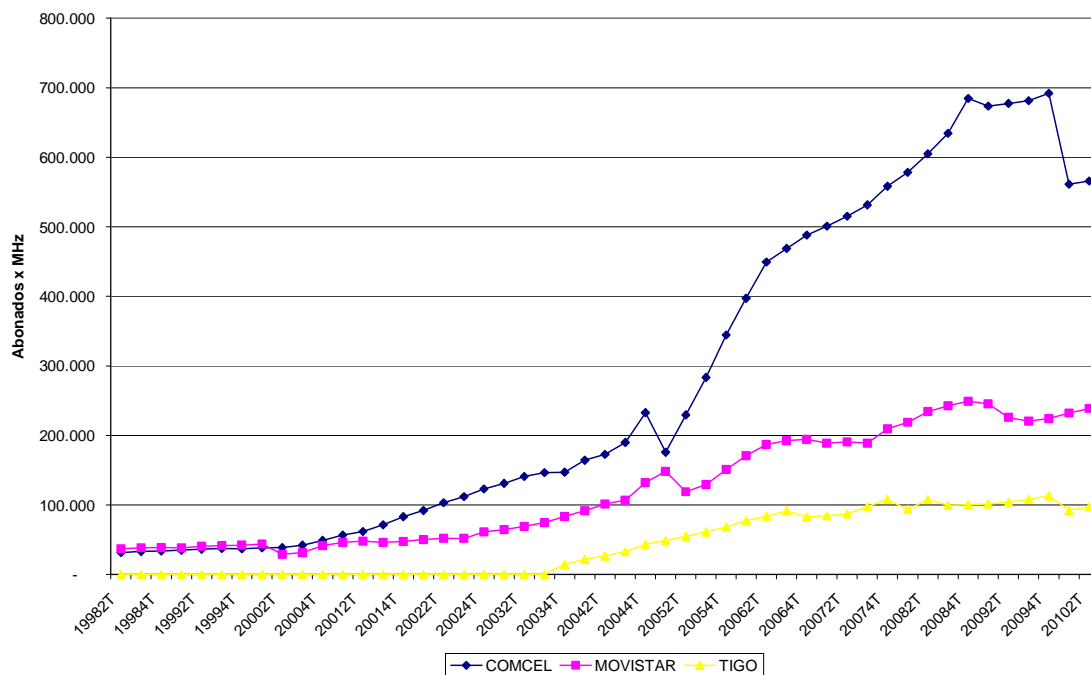


Ilustración 13 - Abonados promedio por MHz asignado para proveedores de TMC y PCS.
Cálculos basados en datos del MinTIC

¹⁰ Se evidencian alivios en la explotación de espectro en los momentos de asignación de recurso adicional, y un crecimiento sostenido en el tiempo. Para el caso de COMCEL, en la actualidad atiende en promedio 565.770 abonados por MHz, Movistar 238.439 y TIGO 97.132 (Datos al cierre del trimestre II de 2010)

Cabe destacar que el espectro puede ser explotado en diferentes proporciones según las áreas geográficas siendo, por lo tanto, las áreas urbanas las de mayor uso.

El espectro radioeléctrico debe ser combinado por cada proveedor de redes conforme a la configuración de su red, donde el parámetro relevante global de análisis es el número de radiobases instaladas. Este número de radiobases ha venido en constante aumento en los últimos años como mecanismo para lograr mayores capacidades en las redes; sin embargo, su instalación en varios municipios del país ha tenido una serie de limitantes normativos.

En la evolución del número de radiobases reportadas al Ministerio de las TIC en el país por las empresas de servicios móviles terrestres, se encontró que el número de radiobases ha crecido un 40,7% en 2008, un 29,8% en 2009 y un 13,4% en 2010, mostrando signos de desaceleración que puede ser explicado por la reducción de la capacidad de inversión de los proveedores, pero también por las mayores limitantes a la instalación de nuevas radiobases. De ser cierta esta última hipótesis, la senda de crecimiento de la capacidad de red de los proveedores de redes y servicios a futuro se deberá relacionar necesariamente con el acceso a más espectro.

A manera de referencia, y entendiendo que se trata de mercados con características de capacidad de pago, uso y características geográficas y de dispersión de población distintas, se presenta la información relativa a abonados promedio por radiobase del mercado agregado de los Estados Unidos (USA),

donde este indicador oscila consistentemente alrededor de los 1.000 a 1.200 abonados por radiobase, tal como se presenta en la siguiente gráfica¹¹.

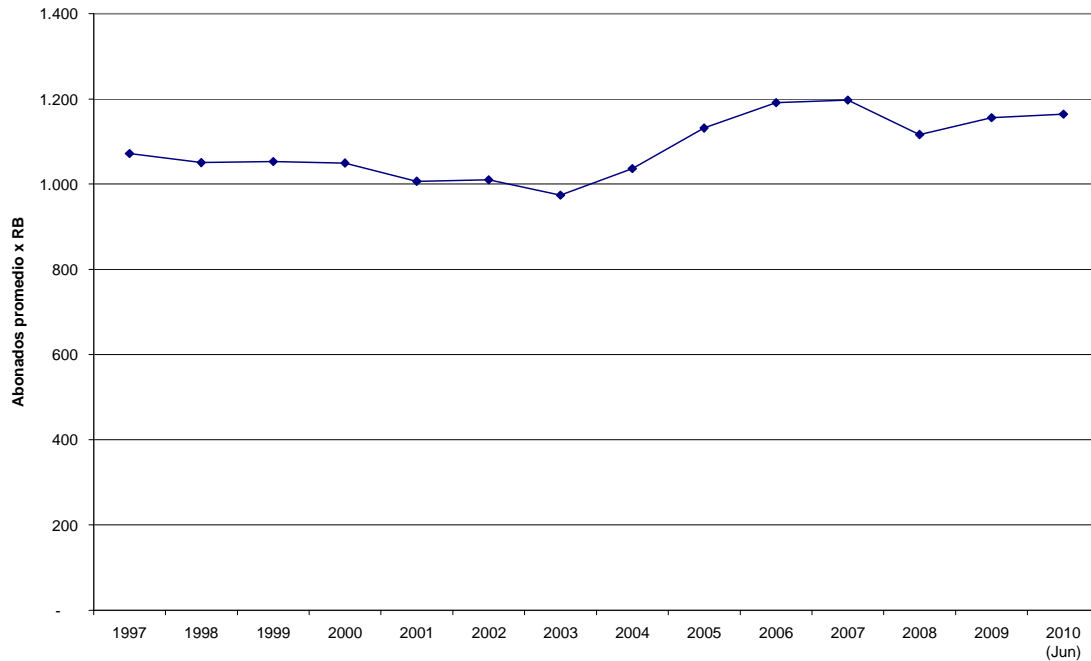


Ilustración 14 - Abonados por Radiobase USA
Abonados promedio por Radiobase instalada en USA. Cálculos basados en datos CTIA

Para el caso de la industria de los Estados Unidos, existe también información histórica que muestra que en promedio cada radiobase tramita alrededor de 0,75 millones de minutos mensuales.

¹¹ Esta información corresponde a los datos de la encuesta semestral de la industria móvil de los Estados Unidos que agrupa a más del 95% del mercado agregado nacional.

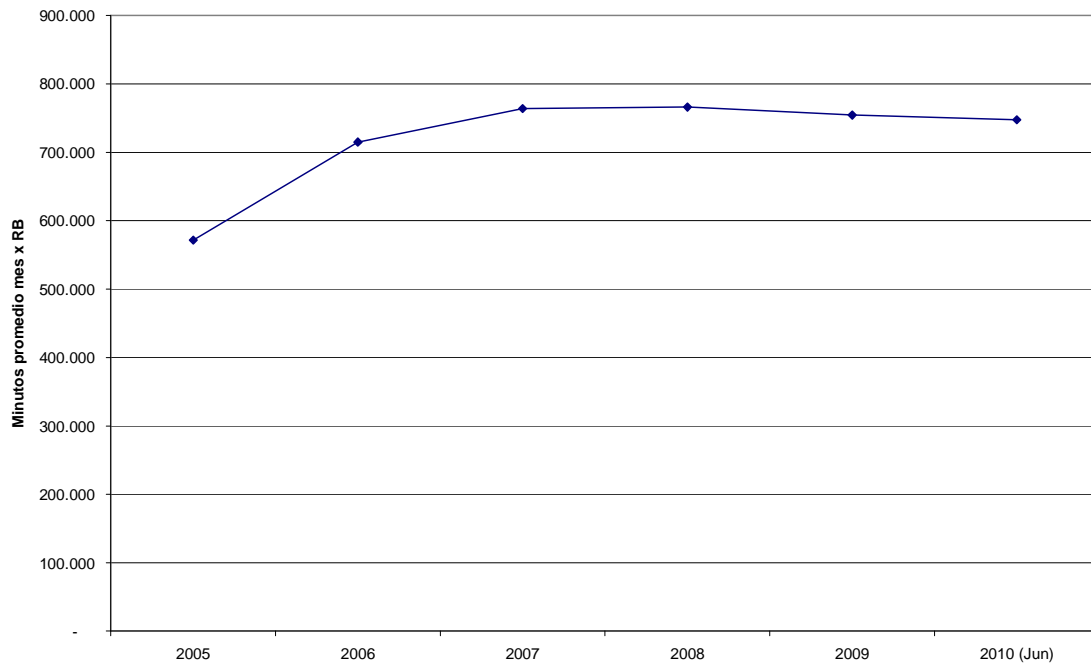


Ilustración 15 - Tráfico promedio por Radiobase USA
Minutos mensuales por radiobase promedio nacional del mercado Americano. Cálculos basados en datos CTIA

2.6. Restricciones en el desarrollo de infraestructura del mercado colombiano

Un factor adicional a considerar en el mercado colombiano, es el relacionado con las crecientes restricciones al despliegue de infraestructura móvil. Si bien no se presenta aquí una lista taxativa, la siguiente tabla permite ilustrar la situación de dificultad para el aumento de capacidades por la vía de aumento en el número de radiobases, principalmente en áreas urbanas.

Limitante	Mercados donde se detecta la restricción
Prohibición de instalación en zonas residenciales	Bucaramanga, Cúcuta, Barranquilla, Itagüí, Quibdo, Barranca, Facatativa
Se establece desarrollo de norma previa aún no expedida – Restricciones de permisos por ausencia de norma o revisión de la misma	Neiva, Ubaté, Valledupar, Palmira, Montería, Soacha

Restricción a la instalación en cercanía de hospitales, centros educativos, centros geriátricos	Bogotá, Ibagué, Itagüí, Armenia
Restricción a la instalación en cercanía de otra radiobase	Bogotá, Ibagué, Barranquilla, Itagüí, Armenia
Se requiere permiso previo ambiental	Barranquilla
Limitación a instalación en zonas específicas de la ciudad	Cali,
Requisito de autorización previa de vecinos	Cali
Requisitos de aislamientos	Manizales

Tabla 2 - Restricciones en Colombia al despliegue de infraestructura
Fuente. Información de los proveedores de redes y servicios, MinTIC

Lo anterior genera limitantes al crecimiento de capacidades de red por la vía del desarrollo de macro celdas nuevas¹², y parcialmente por el desarrollo de micro y pico celdas, generando presión adicional respecto de la ampliación por la vía del acceso a espectro adicional.

2.7. Evaluación del posible impacto de fijación de topes en la estructura técnica de las redes

Si consideramos que el mercado móvil está en una etapa de relativa madurez respecto al número de abonados, donde el aumento de penetración en cuanto al número de accesos que se puede esperar a futuro es moderado, pero que al mismo tiempo se encuentra en una etapa de alto crecimiento respecto a la provisión de servicios de datos, cada vez a una mayor porción de los usuarios, y con velocidades crecientes (representando hoy cerca de la cuarta parte del tráfico agregado), es razonable pensar que existirá una gran presión futura sobre las capacidades de las redes de los proveedores de redes y servicios. .

¹² Las cuales requieren el despliegue de torres o mástiles sobre los que recae la mayor parte de las restricciones.

Esta mayor presión por capacidades para datos implica el uso de bloques de espectro con portadoras de mayor ancho de banda que las usadas para servicios de voz, las cuales se activan desde portadoras de 5MHz x 2.

La presión por capacidades es más notoria en zonas urbanas de alta densidad, donde las restricciones a la instalación de radiobases son mayores, razón por la cual, es previsible que el crecimiento futuro de los proveedores de redes y servicios dependa cada vez más del acceso al recurso espectro, que de la real posibilidad de aumentar la densidad de radiobases en estas zonas¹³.

Es importante considerar que la base de usuarios de cada proveedor de redes y servicios podrá ver afectada la posibilidad de acceder a más y mejores servicios en la medida en que la capacidad de la red que lo atiende encuentre limitantes de orden técnico – independiente de consideraciones de concentración del recurso que se analizarán más adelante.

Desde el punto de vista estrictamente de análisis de evolución del mercado, es previsible la necesidad de aumentar las capacidades máximas de espectro a las que puede acceder un actor de mercado. Estas consideraciones se complementarán más adelante en este informe con consideraciones del resultado de analizar casos internacionales, y de posibles escenarios de evolución del mercado, de modo tal que se propenda por un balance entre las necesidades de aumento de capacidad de los proveedores de redes y servicios móviles, y la concentración de espectro.

¹³ Si bien hay soluciones de micro bases y pico bases de bajo impacto urbanístico, es previsible que estas soluciones no sean suficientes para el aumento real de capacidad agregada de la red en zonas de muy alto tráfico y densidad poblacional para la provisión de servicios de datos móviles de alta velocidad.

3. La teoría aplicable al caso de topes de espectro

3.1. Los análisis generales alrededor de topes de espectro.

Cramton (2002), define los topes de espectro como un mecanismo de aplicación directa para limitar la concentración de espectro para un grupo particular de servicios en un área determinada. Conforme a lo anterior, en teoría es posible aplicar la herramienta de topes de espectro respecto de un grupo de bandas determinadas¹⁴, y en regiones geográficas específicas.

Las ventajas de este mecanismo se refieren a la facilidad en su aplicación y al control que tendría la administración en asegurar que haya un número mínimo específico de actores en cada mercado¹⁵. No obstante, Cramton también indica que la desventaja principal de este método es que no permite considerar coyunturas propias de cada momento que permitieran concluir que una mayor concentración, en un momento dado, puede derivar en mayores beneficios al usuario dada la eficiencia de costos que pudiera lograrse.

Así mismo, se encuentra que por regla general los topes de espectro limitan el valor que puede alcanzar una subasta por el uso del espectro. La excepción se daría en el caso de incumbentes con una posición significativa de mercado, que pudieran estimular a que, sin un tope, ningún otro actor entre a la puja a sabiendas de que el incumbente ganará a cualquier precio.

Por estas razones, en países como Chile, México o Perú las agencias de

¹⁴ Asociadas a un tipo o clase de servicios

¹⁵ Cabe resaltar que este escenario supone que existan empresas interesados en el mercado cuya única limitante o barrera de entrada sea el acceso al espectro.

planeación y asignación del espectro reservaron ciertas bandas para proveedores entrantes, restringiendo la participación de los proveedores establecidos. Como es obvio, se tienden a minimizar los valores de la concesión, pues no se reflejan las mayores demandas por el recurso escaso de los agentes interesados, incluyendo el caso de los proveedores entrantes.

Cabe aquí destacar que los topes pueden ser considerados como absolutos, o ser fijados respecto a una banda particular que se encuentre bajo subasta, previo análisis del estado del mercado en cada momento.

Conforme a Gruber (2005), los topes, principalmente aplicados a un proceso en particular, deben responder así mismo a la estructura de mercado en cuanto al número de actores deseados. Este número de actores es, por supuesto, función de los costos fijos mínimos de CAPEX y OPEX de operación de una firma eficiente, y del tamaño de mercado en cada caso particular; así, la fijación de un tope debería provenir entonces de una relación entre espectro disponible, número de actores que el mercado puede absorber, y estructura de mercado que se desea obtener dentro de estos límites para lograr un balance entre competencia y eficiencia. Gruber trae a colación el caso de los procesos de licencias 3G en Europa, donde la regla empírica¹⁶ aplicada fue la de $n+1$ licencias, donde n era el número de incumbentes, y se deseaba al menos un entrante, dividiendo de esta forma los bloques de espectro a subastar. Similar estructura se previó para los casos de Perú y Chile, como veremos más adelante.

3.2. Consideraciones respecto de topes de espectro en economías de tamaño reducido – caso Latinoamérica.

¹⁶ Rule of Thumb

Más recientemente, Leighton (2009) estudió los efectos específicos de establecer topes de espectro en los casos de Argentina, Chile y Colombia, encontrando que la existencia de bloques de espectro continuos y la existencia de límites a la capacidad que puede tener un solo operador, pueden tener efectos en los costos de desarrollo de la red los cuales pueden duplicarse o incluso cuadruplicarse. Estos costos, en últimas, pueden afectar las tarifas de los usuarios, reduciendo el beneficio social.

Leighton plantea dos problemáticas básicas, la primera es la disponibilidad global de espectro para servicios móviles, considerando que existe una explosión en el uso de servicios móviles de datos de banda ancha que pueden multiplicar por 30 a 60 veces el uso de las capacidades de red, capacidades que no pueden ser expandidas con sólo infraestructura si no que requieren aumentos sustanciales de espectro. La segunda es la de los mecanismos de distribución del espectro, donde deben tenerse en cuenta la asignación de bloques continuos de tamaño mínimo que hagan eficiente la explotación del recurso para datos de alta velocidad. Leighton propone 3 alternativas a los topes absolutos: (i) reserva de espectro sólo para nuevos entrantes, (ii) fijación de topes por subasta y no un tope absoluto global, y (iii) revisión ex post en los casos de fusiones o de transferencia de derechos de uso de espectro como requisito previo a la transacción.

Swain (2010), plantea la necesidad de revisar los topes fijados en la región de Latinoamérica, considerando que en la región no es fácil la llegada de nuevos competidores. De igual manera destaca el hecho de que los incumbentes deben desarrollar redes de 4G, del tipo LTE, las cuales requerirán al menos 100MHz de recurso de espectro en el mediano plazo.

Los planteamientos de Swain y Leighton nos permiten confirmar el hecho de que, a pesar de que se deban generar topes en el corto plazo para enfrentar problemas

de concentración, en el mediano y largo plazo, en la medida en que las demandas por capacidad crezcan, los topes deben flexibilizarse, de manera que la industria pueda desarrollarse de manera flexible y eficiente.

3.3. Los tipos de topes

Respecto de los topes mismos, Roetter (2009) los clasifica en varias categorías, siendo posible que una clase específica de tope comparta varias de las categorías o características descritas. Estas características o categorías se analizan en el siguiente cuadro respecto de pros y contras para el caso colombiano así:

Tipo de Tope	Descripción	Pros	Contras
Absoluto	Tope de espectro absoluto que considera todas las bandas posibles	Simple de usar y comprobar	Puede incluir bandas que realmente no generan ventajas competitivas, o elementos de backhaul que no impactan en la posición de mercado
Suave	Condicionado a la existencia de otras características en un operador (poder de mercado, etc)	Herramienta de regulación más focalizada	Aplicación más compleja, requiere análisis previos sobre las características determinantes del tope
De tipo "Loose" Cap	Aplicado a solo un operador específico	Enfocado a regulación asimétrica frente a fallas de mercado relacionadas con Poder de Mercado de un actor específico	Trasciende el ámbito de la administración de espectro. Requiere estudios previos relacionados con determinación de poderes de mercado
De tipo Tight Cap	Aplicado en un nivel muy bajo para obligar un número plural de oferentes	Asegura un número plural de actores en el mercado	No permite ganancias en economías de escala y reducción de costos de ningún actor. Complicado en economías de tamaño reducido
Específico a una banda	Aplicable solo a bandas particulares	Permite un manejo focalizado a bandas estratégicas y no a todo el espectro en general	No considera efectos combinados de consolidación de recursos en un actor agregando diversas bandas
Acumulativo	Aplicable a un grupo de bandas	Mecanismo más flexible, permite incluir	Requiere revisión continua de bandas a incluir en el

	seleccionadas	bandas estratégicas y excluir bandas no estratégicas	tope. Análisis prospectivo
Por evento	Aplicable solo a un proceso de subasta o selección específico	Permite decisiones de coyuntura relativas a cada proceso	No genera un mensaje de política regulatoria de largo plazo para planeación de inversiones
Durable	Colocado al inicio de un otorgamiento de banda afectando accesos posteriores a recurso adicional	Simple y personalizado para cada actor	No permite flexibilidad según condiciones cambiantes de la estructura de mercado y desarrollo tecnológico

Tabla 3 - Tipos de topes
Roetter (2009), basado en Ofcom y ADL, y análisis del consultor

Considerando los anteriores aspectos, para el caso colombiano las características que permiten un equilibrio entre competencia y desarrollo tecnológico, dadas las características de un mercado reducido, y las grandes diferencias en cuanto a la participación de estos operadores en el mercado, es la de topes acumulativos, previa determinación de las bandas a ser consideradas dentro del mismo, y con una posible división de grupos de bandas.

3.4. Conclusiones preliminares.

En conclusión, desde los desarrollos teóricos, es previsible que el mecanismo de topes deba conservarse para evitar concentración de espectro en el mercado. No obstante lo anterior, debe considerarse la necesidad de aumentar los topes de espectro para promover nuevos servicios, y la ganancia de economías de escala lo cual reduce costos de los actores de mercado que reviertan en mejores servicios y precios menores para los consumidores.

Ahora bien, desde el punto de vista estrictamente fiscal, y en escenarios donde existe un claro líder de mercado, el tope de espectro es recomendable en la medida en que coadyuve a que puedan acceder al recurso también otros actores, generar puja, y con ello maximizar los ingresos del Estado. Los topes para el caso

colombiano son de tipo acumulativo, donde se determinan las bandas objeto del tope, los cuales se deben actualizar en la medida en que se incorporen a dicho stock de espectro estratégico bandas nuevas..

4. Recomendaciones de varios organismos internacionales y su proyección a futuro

El tema de la capacidad necesaria de espectro para proveer los servicios presentes y futuros móviles ha sido abordado en el seno de organismos supranacionales como la UIT, así como a través de organismos privados representantes de la industria, siendo coincidentes en cuanto a la necesidad de contar con espectro suficiente en el largo plazo, de manera que no se limite el desarrollo de los servicios móviles.

4.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

La UIT-R, a través de la recomendación M.1645 de 2003, desarrolló el marco de referencia y los objetivos generales para el desarrollo futuro de los sistemas IMT-2000 y posteriores. En esta recomendación plantea como tendencias a tener en cuenta las siguientes:

- Demanda creciente de servicios móviles
- Tendencias en servicios y aplicaciones hacia servicios convergentes multimedia que demandan anchos de banda mayores

Bajo estas premisas, se plantean velocidades de acceso crecientes, hasta 30Mbps en el caso de sistemas IMT-2000, hasta 100MBps en sistemas móviles posteriores a IMT-2000 y de 1Gbps en sistemas nomádicos y de baja movilidad.

Para cumplir con estos objetivos, es necesario, conforme con esta recomendación, coordinar varias áreas, incluyendo: (i) la demanda, (ii) las tecnologías disponibles, (iii) el desarrollo de estándares, (iv) la disponibilidad de espectro previendo tiempos adecuados de migración por los usuarios actuales, (v) la regulación, (vi) el desarrollo mismo de la infraestructura necesaria.

Dentro de esta recomendación, se considera como un factor crítico la disponibilidad de espectro, planteando la necesidad de establecer metodologías adecuadas de estimación.

En desarrollo de este marco general, la UIT-R publicó la recomendación M.1768 de 2006 por la cual establece la *“metodología de cálculo de las necesidades de espectro para el futuro desarrollo del componente terrenal de IMT-2000 y sistemas posteriores”*. En esta metodología, se pretende estimar las necesidades de espectro terrenal con vista al futuro desarrollo de los sistemas móviles, mejorando la metodología establecida en la recomendación M.1390, la cual se limitaba a las necesidades de sistemas de 2G e IMT-2000.

Se plantea en esta resolución una metodología que incorpora las necesidades de tráfico tanto de las redes tradicionales de voz, como las aplicaciones específicas de conmutación de paquetes, considera el inter-funcionamiento de las diversas redes de acceso y parámetros complejos relativos a la eficiencia espectral.

La metodología tiene en cuenta el mercado total de comunicaciones terrenales para ser cubierto por diversos medios de comunicación para otros tantos a servicios y redes, de conformidad con la Recomendación UIT-R M.1645. La metodología identifica 4 grandes Grupos de Técnicas de Acceso Radioeléctrico

(GTAR), distribuyendo el tráfico total previsto del mercado de comunicaciones terrenales entre ellos así:

- **Grupo 1**: Sistemas anteriores a las IMT, IMT-2000 y sus ampliaciones, incluyendo los sistemas móviles celulares digitales, sistemas de las IMT-2000 y sus respectivas ampliaciones.
- **Grupo 2**: Sistemas posteriores a las IMT-2000 (por ejemplo, nuevos accesos móviles y nuevos accesos inalámbricos nómadas/de área local).
- **Grupo 3**: LAN de radiocomunicación existente y sus ampliaciones.
- **Grupo 4**: Sistemas radiodifusión móvil digital y sus ampliaciones, incluyendo los sistemas destinados a la radiodifusión a terminales móviles y portátiles.

Siendo para el caso que nos compete especialmente relevantes los grupos 1 y 2, y en particular el grupo 1. Así, para el tráfico correspondiente a los grupos 1 y 2, la metodología calcula, a partir de los volúmenes de tráfico provenientes de estudios de mercado, las necesidades de capacidad de espectro teniendo en cuenta la agregación estadística de diversos tipos de servicios multiplexados en la red según la calidad de servicio requerida por cada uno de ellos.

En desarrollo de la metodología planteada en esta recomendación, la UIT publicó el informe UIT-R M.2078, sobre la “estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas”, en la cual presenta el resultado de aplicar la metodología para estimar las necesidades de espectro para el desarrollo futuro de los sistemas móviles terrestres, haciendo uso de datos de mercado proyectados para el año 2010 y posteriores.

Según dicho Informe, se logró estimar que para el año 2020, el ancho de banda total de espectro necesario para los grupos 1 y 2 sería de al menos 1.280 MHz, incluyendo el espectro actualmente en uso. La estimación anterior indica un rango que oscila entre 1.280 MHz y 1.720 MHz, lo cual indica los escenarios mínimos y máximos según proyecciones optimistas o pesimistas del mercado.

Se advierte en este informe también que es posible generar escenarios temporales diversos, según sea la velocidad de desarrollo de cada mercado y la adopción de servicios y tecnologías, tal como se muestra en la siguiente gráfica.

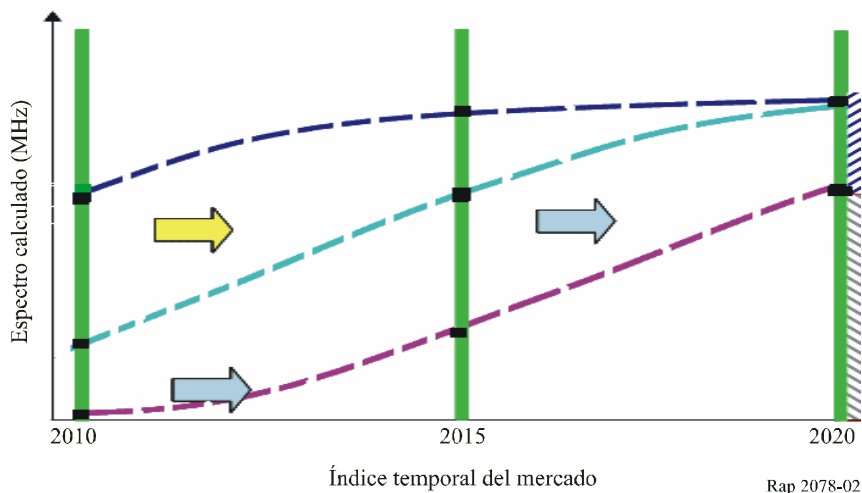


Ilustración 16 – Ejemplo conceptual de desarrollo de diversas curvas de disponibilidad de espectro.
Tomado de Informe UIT-R M.2078

La resultante para los grupos GTAR 1 y 2 encontrados en el informe citado se presentan en la siguiente tabla, en la cual se discriminan cada uno de los grupos y se presentan las necesidades de espectro.

Escenario de mercado	Necesidad de espectro para el GTAR 1			Necesidad de espectro para el GTAR 2			Necesidad total de espectro		
	Año 2010	Año 2015	Año 2020	Año 2010	Año 2015	Año 2020	Año 2010	Año 2015	Año 2020
Más alto	840	880	880	0	420	840	840	1 300	1 720
Más bajo	760	800	800	0	500	480	760	1 300	1 280

Tabla 4 - Predicciones de las necesidades de espectro para los grupos de GTAR 1 y 2. (MHz). Fuente, Informe UIT-R M.2078.

Conforme a esta proyección, sólo para el desarrollo pleno de los sistemas actuales y los de tipo IMT-2000 se requerirían al menos 760MHz, lo cual lleva a considerar una senda de largo plazo de liberación progresiva y ordenada de bandas de frecuencia para ser asignadas a las empresas servicios móviles.

Ahora bien, sobre estos escenarios se realizan ajustes según el número de actores en competencia, encontrando que a más actores se requiere mayor cantidad de espectro. Otros factores que determinan la cantidad de espectro son las unidades mínimas de portadoras, la sobre posición de redes, entre otros elementos. Así, para el caso del escenario más bajo, se encuentra la siguiente proyección al 2020.

	1 red	2 redes	3 redes	4 redes	5 redes
GTAR 1	800	880	840	1 120	1 000
GTAR 2	480	560	720	800	1 000
GTAR 1 + GTAR 2	1 280	1 440	1 560	1 920	2 000

Tabla 5 - Ajustes a proyección de necesidades de espectro según redes en competencia Fuente UIT-R Informe M.2078

Considerando lo anterior, debe tenerse en cuenta la estructura de mercado esperado a la hora de proyectar las necesidades de largo plazo de espectro radioeléctrico para sistemas móviles.

Estos escenarios se traducen en necesidades de tramitar capacidades crecientes de información, donde los datos tienen un peso cada vez más significativo llegando a representar en el 2020 cerca del 60% del total.

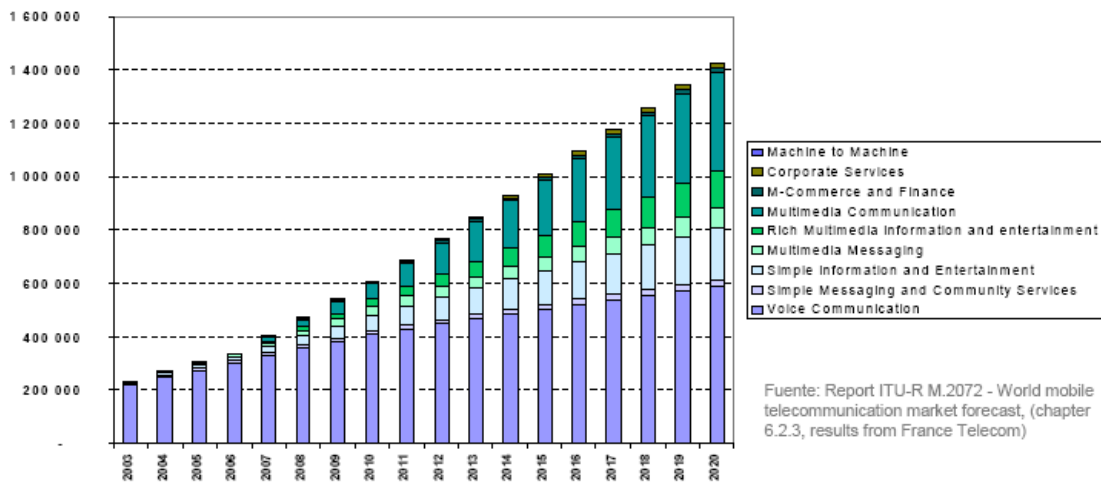


Ilustración 17 - Evolución del tráfico agregado mundial
Fuente UIT. Terabytes de información por año.

4.2. Conclusiones preliminares.

Es necesario que la fijación de topes se analice desde la óptica del recurso disponible en cada caso, y la estructura de mercado actual o la estructura deseable y viable¹⁷, de modo tal que no se fijen topes que impidan la completa explotación del espectro, al pretender un número de actores superior al que puede lograrse, pero que tampoco genere escenarios donde un solo actor pueda concentrar una porción significativa del recurso.

5. Prácticas Internacionales respecto de fijación de topes de espectro

¹⁷ En términos del número de actores que se desean en competencia y que el mercado efectivamente pueda absorber dado su tamaño.

Este aparte tiene como objetivo principal desarrollar una comparación internacional de asignación de topes de espectro, con el cual contrastar, en primer lugar, diferentes esquemas de asignación de topes, especialmente entre países desarrollados y aquellos en vía de desarrollo. Así mismo, se busca describir la manera como se han definido topes de espectro en diferentes países de América Latina independientemente de la política que han seguido de restricción o apertura en la entrega de espectro. Por último, es del interés del documento generar conclusiones útiles para el actual caso colombiano y sus entregas próximas de espectro.

Teniendo en cuenta lo anterior, la sección se organizará en tres partes. En primer lugar, se presentará una comparación internacional de asignaciones de espectro en diferentes países desarrollados. Se encuentran casos donde existe la preocupación acerca de la manera como se entregará la banda del así llamado “Dividendo Digital”, la banda de los 700 MHz, una vez se produzca la entrega del espectro que venían utilizando las empresas de la televisión análoga. Dada la gran demanda por este segmento del espectro, se ha planteado en muchos países la posibilidad de tener topes por proveedor dentro de esta banda.

En este capítulo se confrontará la flexibilidad observada en los países europeos y en Norteamérica con procesos de micro asignación de espectro observado en países como la India, donde, además, se regula con grandes asimetrías tanto entre operadores estatales y operadores privados, como entre operadores establecidos y aquellos entrantes al mercado.

A continuación se presentará la situación de topes de espectro en América Latina. La región tiene tres grandes grupos de países: En primer lugar, se hallan países como Ecuador, Venezuela, Panamá o El Salvador, donde no existen topes de espectro y en los cuales la definición del ancho de banda a entregar ocurre en el

momento en el que los procesos de entrega tienen lugar. Existe un segundo grupo de países donde los topes de espectro han permanecido inmodificados por un período de tiempo extenso. Este es el caso de Argentina que desde mediados de la década de los 90 no ha entregado espectro adicional y donde el tope de espectro ha permanecido inmodificado.

Finalmente, existe un tercer grupo de países donde se han definido topes de espectro que han venido aumentando en el transcurso del tiempo. En este grupo de países se encuentran México, Colombia, Perú, Brasil, Uruguay y Chile.

Finalmente, el documento presentará un resumen de los hallazgos encontrados en el ejercicio de benchmarking internacional y no pretende demostrar cuál es la mejor práctica internacional sino recopilar información para el análisis de la modificación de los topes en Colombia.

5.1. Países desarrollados e India.

Este primer segmento está dirigido a presentar una comparación internacional de asignaciones de espectro en diferentes países desarrollados, en donde la característica central es la flexibilidad en los procesos de asignación y en la inexistencia de topes de espectro absolutos o agregados en el caso de las subastas de 3G en la Unión Europea y en Nueva Zelanda, si bien éstos se han usado para eventos específicos. Se encuentran casos en dichos países donde existe la preocupación acerca de la manera como se entregará la banda del así llamado “Dividendo Digital”, la banda de los 700 MHz, una vez se produzca la entrega del espectro que venían utilizando los operadores de la televisión análoga. Dada la gran demanda por este segmento del espectro, se ha planteado en muchos países la posibilidad de tener topes por operador dentro de esta banda.

Se confrontará la flexibilidad observada en los países europeos y en Norteamérica con procesos de micro asignación de espectro observado en países como la India, donde, además, se regula con grandes asimetrías entre operadores establecidos estatales y nuevos operadores privados, entrantes al mercado.

Con los anteriores propósitos, se desarrollarán a continuación los casos de los Estados Unidos, el Reino Unido, Alemania y la India, presentando la manera como estos países han definido sus topes de espectro en las últimas dos décadas.

A este respecto, los casos del Reino Unido y de Alemania son muy parecidos a los observados en los restantes países europeos. De igual manera, la experiencia de los Estados Unidos es muy similar a la observada para Canadá. Por último, el caso de la India se confrontará con el caso observado para los países desarrollados presentados en primera instancia.

5.1.1. La existencia de topes de espectro en el caso de los Estados Unidos

EEUU tuvo topes de espectro en el mercado móvil desde comienzos de la década de los 90 y hasta el año 2003. Estos topes se impusieron en 1994, previo a la subasta por servicios de PCS en el año de 1996.

Hasta el año 2003, ese país contó con un tope de 45 Mhz de un total de 185 MHz asignados en todas las áreas geográficas del país. Adicionalmente, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) impuso un tope de 10 MHz de espectro para el caso de servicios móviles especializados y un tope de 40 Mhz para la agregación de espectro de banda ancha para las bandas de PCS. Finalmente, existía una restricción por medio de la cual se instauró un tope de 10 MHz en el espectro de

PCS para que operadores celulares pudieran adquirir espectro en el área de servicio de PCS.

Los topes fueron impuestos por la FCC para prevenir la retención artificial sistemática de capacidad por acaparamiento de espectro por parte de los operadores establecidos y la exclusión de competidores eficientes por la presión de los operadores establecidos que elevaban los costos de acceso a espectro.

En 1996, la FCC removió las restricciones sobre el uso del espectro de 10 y 40 MHz, fijando como tope 45 MHz. En la revisión bianual de 2000, la FCC decide incrementar el tope existente de espectro, introduciendo un período de transición de 3 años (2000-2003), período en el cual se fijó en 55 MHz, reemplazando el esquema de topes de precios por uno que se basaba en la realización de estudios de casos particulares e individuales.

Desde el 2003, no han existido topes de espectro en los Estados Unidos, sino un nivel de referencia de 70 MHz, a partir del cual la situación de un operador determinado puede ser analizada para determinar niveles particulares de competencia. A este respecto, las subastas de Servicios Móviles Avanzados (1.7 / 2.1 GHz) del 2006 y la del Dividendo Móvil Digital del 2008 tuvieron lugar bajo esas condiciones y con los criterios básicos de neutralidad tecnológica, la existencia de mercado secundario de espectro y flexibilidad en el manejo y entrega del recurso al sector privado.

Con estas bases en mente, la subasta de espectro liderada por parte de la FCC en el año 2006 reflejó la necesidad de los actores de acceder a todos los segmentos del mercado. Fueron T-Mobile, Verizon, los operadores de cable (Time Warner, Cox y Comcast) y AT&T los grandes actores. La subasta llamada de AWS (*“Advanced Wireless Services”*) recaudó USD \$13.700,2 millones (véase la

Ilustración 18 que se presenta a continuación). La subasta contó con 104 firmas ganadoras, en un proceso de 161 rondas, 1.087 licencias entregadas en los diferentes estados del país y con 35 licencias que retuvo la FCC.

Existe en los EEUU un mercado secundario de espectro. Como evidencia de lo anterior se encuentra, por ejemplo, que Sprint-Nextel compró espectro de Bell Industries Inc. por cerca de \$13.5 millones, justo después de producirse el proceso de subasta inicial.

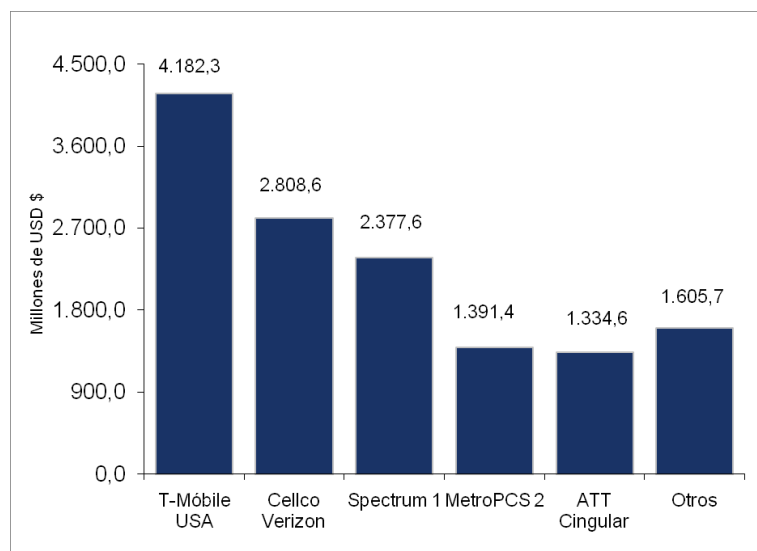


Ilustración 18 - Resultado de la subasta de espectro de AWS – Subasta 66 en EEUU en 2006

FUENTE: FCC. http://wireless.fcc.gov/auctions/66/charts/66_press_3.pdf. 1 SPECTRUM: Consorcio de operadores de cable con Time Warner Cable, Cox Communications Inc., Comcast Corp. and Bright House Networks. 2 METRO PCS: Operador CDMA regional pequeño, con 3,4 MM SUBS con operación en Miami, Orlando, Tampa, San Francisco, Sacramento, Dallas, Detroit. 3 Kansas City Business Journal. "Sprint Nextel will buy spectrum for \$13.5M", junio de 2007.

De otro lado, la subasta de espectro No. 77 de la FCC del 2008 recaudó USD \$19.592,2 millones – superior en USD \$8.110 MM al estimado inicialmente por esa comisión. Esa subasta se caracterizó por la exigencia de que los operadores de la banda C ofrecieran acceso abierto a aplicaciones y dispositivos de terceras partes, promovido principalmente por GOOGLE, empresa que, finalmente, no obtuvo

licencias. La subasta también pudo reflejar el gran interés de VERIZON, firma que ganó todas sus subastas en el bloque C, mientras que AT&T ganó 227 licencias en la banda B. QUALCOM fue el único que ganó licencias en el bloque D (USD \$472 millones), mientras que el interés de los cable operadores fue limitado: COMCAST, TIME WARNER y CABLE VISION no se presentaron.

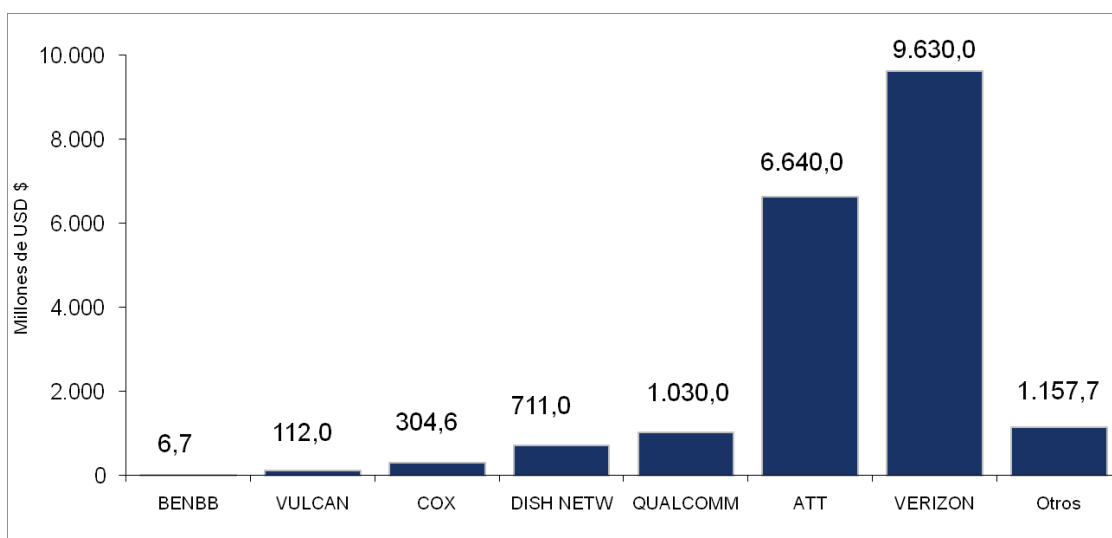


Ilustración 19 - Resultados de la subasta 77 del año 2008 en los Estados Unidos
FUENTE: FCC. http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=auction_factsheet&id=73
Multichannel News, "Dish Network, Cox Among 700-MHz Auction Winners", marzo 20 de 2008.

De la nueva política de espectro existente en los Estados Unidos desde el 2000, se pueden generar las siguientes conclusiones fundamentales:

- Existe un alto nivel de competencia en el mercado móvil en los Estados Unidos, a pesar de la presencia de un número relativamente reducido de actores.
- La FCC, ante este mercado altamente competido, liberó la totalidad de topes en la asignación de espectro en ese mercado. Ni siquiera para la

banda de los 700 MHz, la Comisión consideró la presencia de topes por operador.

- La característica central de los procesos de asignación recientes promovidos por la FCC ha sido la flexibilidad en el manejo de espectro: Estados Unidos cuenta con un mercado secundario de espectro; la asignación de frecuencias se hace al mejor postor, buscando que sea el operador que requiera el espectro aquél que recibe efectivamente el acceso al mismo; el espectro se asigna con base en el criterio de neutralidad tecnológica y convergencia de servicios.

5.1.2. Asignación de espectro en el Reino Unido

Como se presenta en la gráfica, los servicios móviles en el Reino Unido se desarrollan en la actualidad en las bandas de los 900, 1.800 y 2.100 MHz. Existe en la actualidad un proceso de subasta en la banda de los 2,6 GHz. La entrada de operadores móviles en el mercado británico se produjo en la mitad de la década de los 80s, cuando se contó con dos operadores análogos en la banda de los 900 MHz, Vodafone y O2, a través de un proceso de selección comparativa.

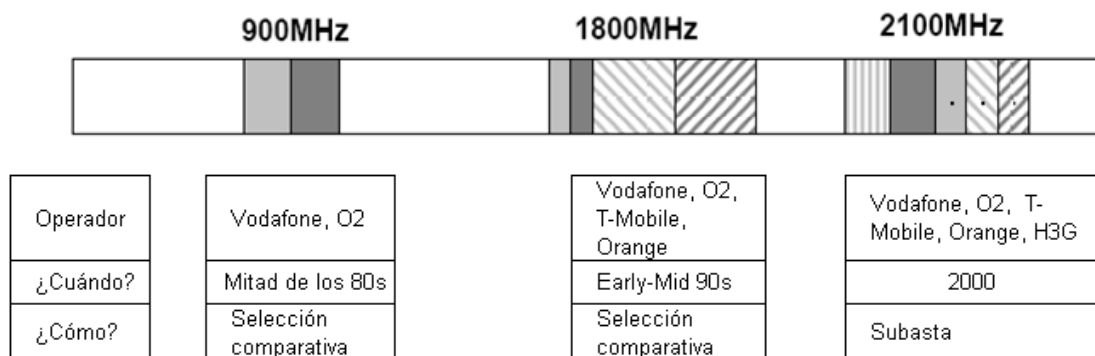


Ilustración 20 - Proceso de asignación de espectro en el Reino Unido

La entrada de nuevos operadores en la banda de de los 1.800 MHz se produjo en la primera mitad de la década de los 90s cuando, a través de un proceso de selección comparativa, entraron T-Mobile y Orange. Vodafone y O2 recibieron también espectro adicional en esa banda. En el año 2.000 entró H3G, en un proceso de subasta. Los tres operadores establecidos también recibieron espectro adicional en dicho proceso.

Bandas	Vodafone	O2	T.Mobile	Orange	H3G
- 900 MHz paired	2 x 17.2	2 x 17.2	0	0	0
- 1.800 MHz paired	2 x 5.8	2 x 5.8	2 x 30.0	2 x 30.0	0
- 2.100 MHz paired	2 x 14.8	2 x 10.0	2 x 10.0	2 x 10.0	2 x 14.6
Total paired	2 x 37.8	2 x 33.0	2 x 40.0	2 x 40.0	2 x 14.6
2.100 MHz unpaired	0,0	5,0	5,0	5,0	5,1
Total unpaired	0,0	5,0	5,0	5,0	5,1

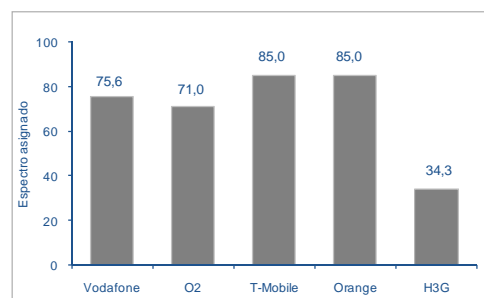


Ilustración 21 - Estado actual del espectro en el Reino Unido

FUENTE: OFCOM. "Application of spectrum liberalisation and trading to the mobile sector including implementation of the Radio Spectrum Committee Decision on 900 MHz and 1800MHz". Septiembre 20 de 2007.

Con respecto a su política de asignación, digamos, en primer lugar, que OFCOM no ha planteado topes de espectro, sino entregas seleccionadas por bandas, caracterizándose dicho proceso por la flexibilidad en su asignación (neutralidad tecnológica, convergencia de redes y servicios, mercado secundario de espectro). De igual manera, siguiendo la directriz comunitaria, OFCOM se encuentra en proceso de limpieza y reasignación de la banda de los 800 MHz.

En el momento, el Reino Unido se encuentra en proceso asignación de la banda de los 2.600 MHz, proceso que se ha retrasado por la presión de T-Mobile, Orange y H3G, operadores que no tienen espectro en la banda de los 800-900 MHz. De igual manera, ha jugado en el proceso la fusión de Orange y O2, proceso que le ha planteado grandes retos regulatorios a OFCOM.

A este respecto, se ha planteado un tope de 80 MHz solo en la banda, que no se ve afectado por el espectro que mantienen los operadores establecidos en las otras bandas.

En resumen, solamente existen en el Reino Unido topes de espectro en ciertas bandas seleccionadas y por eventos específicos. No existen, sin embargo, topes globales de espectro por operador. La asignación de espectro busca como objetivos la flexibilidad a través de esquemas que incentivan el mercado secundario de espectro; la asignación de frecuencias a través de subastas, dirigidas a identificar el operador que tenga la mayor demanda por espectro; como en todos los demás países de la Unión Europea, el espectro se asigna con base en el criterio de neutralidad tecnológica y convergencia de servicios. De igual manera, siguiendo las directrices de la Unión se busca reasignar la banda de los 800 MHz para la prestación de servicios móviles avanzados.

5.1.3. Asignación de espectro: El caso Alemán

Como se puede apreciar en la gráfica, los cuatro operadores Telekom, E Plus, Telefónica-O2 y Vodafone poseen espectro en las bandas de 800-900 MHz, 1,8 GHz y 2.0 GHz

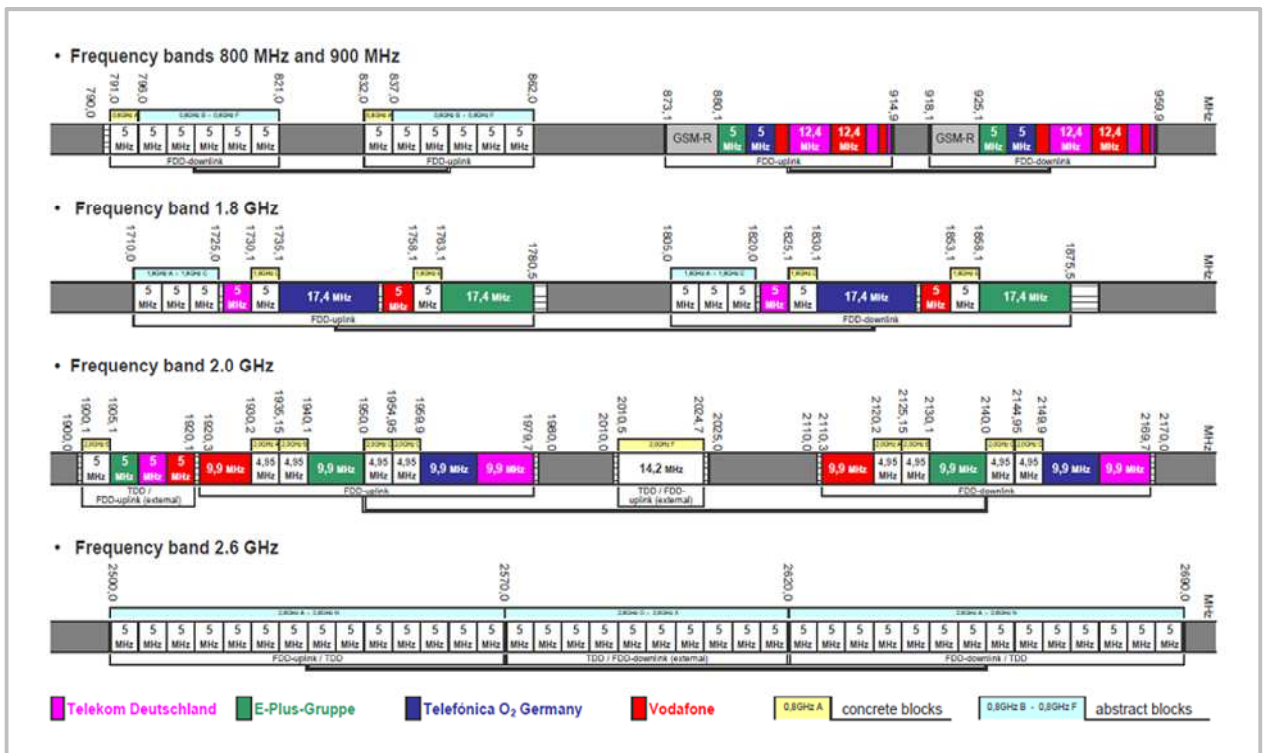


Ilustración 22 - Asignación del espectro por operadores y por bandas en Alemania
 FUENTE: Bundesnetzagentur. "Is there a need for a European approach on auctions?"
 Matthias Kurth, President of the Federal Network Agency.

En la subasta de espectro que tuvo lugar en 2010, se entregaron 360 MHz en 41 bloques de frecuencias y en 4 bandas diferentes: 800 MHz, 1.8 GHz, 2 GHz, 2.6 GHz, habiéndose contado con seis firmas postulantes, 4 empresas ganadoras.

La subasta que se realizó en seis semanas, contó con 224 rondas y recaudó € 4.384,7 millones (considérese para este efecto la gráfica siguiente).

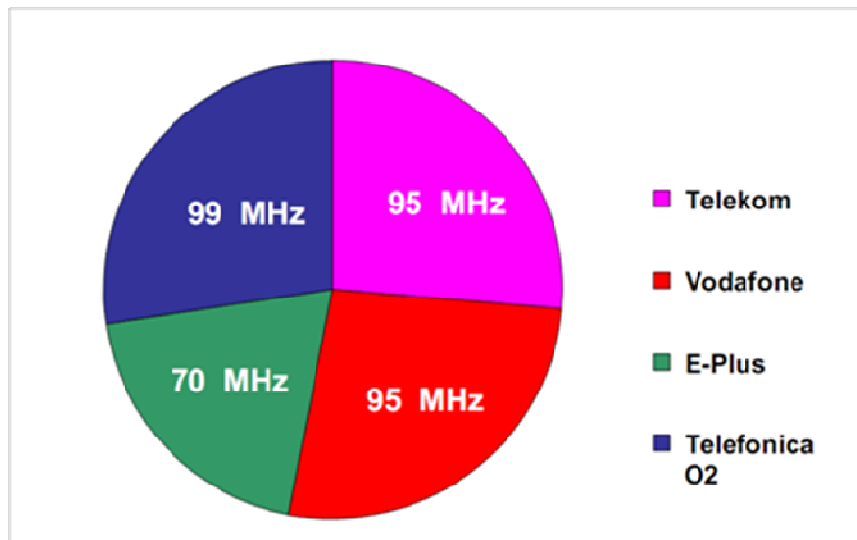


Ilustración 23 - Subasta alemana del 2010 – resultados finales

FUENTE: Bundesnetzagentur. "Is there a need for a European approach on auctions? Matthias Kurth, President of the Federal Network Agency.

En el caso alemán, como es el caso de la mayor parte de países de la Unión, no existen topes globales de espectro, pero se ha planteado la posibilidad de fijar uno para el caso de la banda del dividendo digital (700 MHz).

5.1.4. Nueva Zelanda

En Nueva Zelanda se ha establecido un tope de espectro de 15MHz para el caso de bandas asignadas específicamente a servicios de 3G. Estas bandas se han establecido específicamente en el caso de Nueva Zelanda para servicios de datos de alta velocidad móvil.

Los topes se establecieron inicialmente por un período de tres años, al momento de realizar las subastas de espectro en el año 2001. No obstante el Estado se reservó el derecho de extender la vigencia de los topes según el análisis de mercado que realizara en su momento, a efectos de asegurar un adecuado nivel de competencia.

En octubre de 2003, el Ministro de Comunicaciones Asociado, David Cunliffe, anunció una revisión del tope aplicable al espectro subastado en 2001. En enero de 2004 se tomó, con base en este estudio, la decisión de continuar con la vigencia del tope por un periodo de 3 años más hasta mayo de 2007, con el fin de facilitar la competencia en el mercado.

En febrero de 2007, después de consultas con la industria, el Ministerio anunció su decisión de extender el tope por tres años más, encontrándose actualmente en discusión una posible prórroga adicional de la vigencia.

5.1.5. Los topes por evento en las subastas de 3G en Europa

A principios de la presente década, la mayoría de países europeos liberaron las bandas de UMTS para la prestación de servicios de 3G. Si bien en Europa para la época no existía la práctica de establecer topes de espectro, existía una preocupación grande sobre como permitir en este proceso la entrada de nuevos competidores al mercado. En este escenario, países como Reino Unido consideraron combinaciones de subastas Inglesa y Holandesa como alternativa a una subasta inglesa ascendente, de modo tal que, dada la incertidumbre que se podría generar en algunas etapas del proceso, se tuvieran incentivos para un entrante de poder participar frente a incumbentes con mayor capacidad de puja por su posición de mercado. No obstante, este proceso se abandonó a favor de una regla simple de fragmentar el espectro en un número de licencias tal que superara al número de incumbentes, con la condición de que nadie podría en la subasta obtener más de una licencia¹⁸.

Esta regla simple, conocida como la regla de $n+1$ (un número de licencias superior en 1 al número de incumbentes), fue adoptada para el proceso en Reino Unido, y

¹⁸ Ver Illing et al (2003)

posteriormente en otros países del continente para sus respectivos procesos, generando con ello la posibilidad de contar con al menos un operador entrante al mercado. Si bien en algunos países se aplicó el mecanismo de subasta, y en otros concursos de belleza, y los resultados y análisis posteriores han arrojado toda suerte de críticas en unos casos y de alabanzas en otros, el resultado generalizado fue el de que en la mayoría de casos se logró la entrada de un nuevo competidor al mercado¹⁹.

Considerando lo anterior, se concluye en el análisis de los casos de UMTS en Europa que el mercado logra en general un nivel de competencia considerado adecuado, al asegurar en cada mercado al menos cuatro competidores, objetivo básico relacionado con la práctica de establecer topes por evento, a través de determinar previamente el número de licencias a subastar en la distribución del espectro disponible.

5.1.6. El caso de la India: Micro-topes de espectro y política parcelada y asimétrica de espectro.

Contrario a la situación en la mayor parte de países de la Unión Europea, la India plantea el caso de micro-asignaciones de espectro. En este país, las asignaciones de espectro adicional se dan en función del número de usuarios, de manera muy detallada dependiendo del tipo de operadores (establecidos y entrantes) y de la banda que se desea entregar. En este sentido, el Departamento de Telecomunicaciones –DoT- asigna espectro adicional dentro de las capas en

¹⁹ Si bien posteriormente pudieron darse fusiones entre diversos operadores ante la crisis posterior del sector a nivel mundial y, en algunos casos, frente a los altos cánones resultantes de las subastas que afectaron las finanzas de algunos operadores. En el caso de Reino Unido, España, Portugal y Dinamarca se otorgó licencia de UMTS a un operador adicional, en el caso de Alemania, Austria, Italia y Suecia a dos. Ver Competition in mobile communications and the allocation of scarce resources. The case of UMTS. En Buigues (2004)

segmentos de 0.8 y 1 MHz cuando un operador sobrepasa los límites máximos de suscriptores.

Las asignaciones de espectro en la India dependen también del tipo de operador: Existen un tratamiento asimétrico, dependiendo de si el operado es establecido o entrante. A este respecto, los operadores establecidos de 2G reciben espectro dependiendo de la banda y la tecnología que utilizan y de la eficiencia de dicha tecnología. Los topes de espectro para este grupo de operadores de 2G son de 15 MHz para los de GSM y 7.5 MHz para los de CDMA (se aumentaron de 7.2 MHz y 5MHz). Estos topes para los operadores establecidos se definieron con base en el supuesto de que CDMA es más eficiente que GSM.

De igual manera, y como reflejo de lo anterior, India entregará a nuevos operadores licencias de 3G en el futuro próximo. En este sentido, los nuevos operadores de 3G no podrán adquirir espectro 2G y se les restringirá a bloques de 5 MHz. Pese a esto, MTNL y BSNL, los dos establecidos, ya recibieron espectro en la banda de 2,1 GHz para operar servicios de 3G. Se planeó que esta entrega tuviera lugar antes de la subasta para nuevos operadores.

Así mismo, y también como reflejo de lo anterior, el gobierno hindú planea, la asignación de espectro en la bandas de 2,3 y 2,5 GHz para servicios móviles avanzados. A este respecto, DoT plantea una subasta de 20 MHz por operador en los 80 MHz de las dos bandas, para un total de cuatro operadores. De éstos, 20 MHz están asegurados para MTNL y BSNL y 60 MHz para otros dos operadores entrantes.

En conclusión, las asimetrías en la entrega de espectro y la política de micro entregas son la característica fundamental en la industria móvil hindú. Estas asimetrías se reflejan en la manera como se entrega espectro a los operadores

establecidos de 2G y 3G y entre operadores estatales y operadores privados. El Gobierno de la India realiza micro asignaciones de espectro, con topes parciales, dependiendo de la cantidad de usuarios, el tipo de operador y de la entrega de espectro que se esté considerando en un momento determinado.

Este tipo de entrega tiende a penalizar a operadores exitosos, que presenten un alto crecimiento en su base de usuarios. Estos operadores deben depender de la voluntad política existente en el momento y del tiempo que se toma la definición y puesta en ejecución del proceso de entrega de espectro. Adicionalmente, se estimula la entrada ineficiente de operadores, en la medida en que el objetivo de la agencia es maximizar el número de operadores en el mercado. Así mismo, se desestimula la entrada de inversionistas y capital extranjero y se pierde flexibilidad en la asignación de espectro ante cambios en las condiciones de mercado.

5.2. Asignación de espectro en países seleccionados de la América Latina

La siguiente gráfica muestra los topes de espectro existente para los países más importantes de la región donde existe una normativa específica respecto de topes globales de espectro. Se presentan los valores vigentes para los casos de Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Chile, México y Uruguay, los cuales oscilan en un rango de 50 MHz, a 85 MHz, destacándose que el piso de la muestra (Argentina), ha mantenido inmodificable dicho tope por varios años.

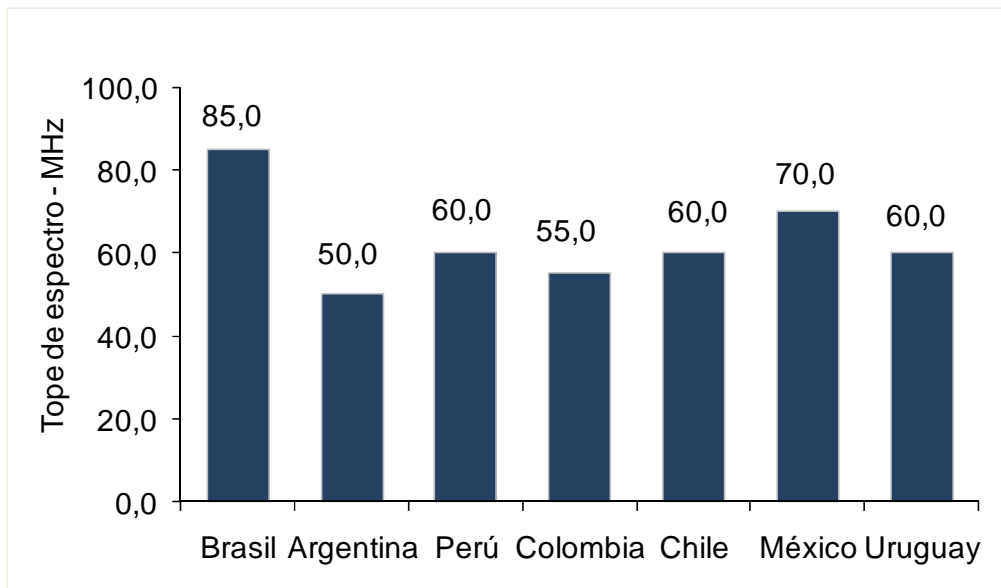


Ilustración 24 - espectro en la América Latina – 2010
FUENTE: Normatividad de los diferentes países y elaboración propia.

De otro lado, se analizaron otros países, donde se encontró que no existe mandato legal explícito para un tope máximo de espectro por operador, estos son los casos de Panamá, El Salvador y Ecuador.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentará la situación detallada de topes de espectro en cada uno de los países de América Latina seleccionados en el análisis. En la región se encuentra con tres grandes grupos de países: En primer lugar, se encuentran países como Ecuador, Venezuela, Panamá o El Salvador, donde no existen topes de espectro y en los cuales la el ancho de banda a entregar ocurre en el momento en el que los procesos de entrega tienen lugar.

Existe un segundo grupo de países en que los topes de espectro han permanecido inmodificados por un período de tiempo extenso. Este es el caso de Argentina, donde, desde mediados de la década de los 90, se fijó un tope de 50 MHz por operador y en el cual no ha habido entregas adicionales de espectro.

Finalmente, existe un tercer grupo de países donde existen topes de espectro, pero estos han venido aumentando en el transcurso del tiempo. En este grupo se encuentran México, Colombia, Perú, Brasil y Chile.

5.2.1. El caso mexicano. Topes de espectro dirigidos a limitar el crecimiento de los establecidos

Las entregas de espectro en México se dieron hasta 1998. A partir de allí, el escenario se caracterizó por intentos fallidos del regulador de entregar espectro tanto a los operadores existentes como a nuevos operadores. Esta tendencia se rompió con la subasta de espectro de 2010 en la que la CFT entró un nuevo jugador móvil en ese país: El consorcio conformado por TELEVISA-NEXTEL. Al tiempo, el regulador pudo asignar espectro a los operadores establecidos en el mercado. La entrega a los dos grupos de operadores – entrante y establecidos- se dio en bandas diferentes.

Para lograr tal propósito, la CFC subió en 2009 el tope de espectro de 35 a 70 MHz por operador móvil y por región²⁰, al sumar el espectro que posee cada operador en las bandas de 800, 1.700 y 1.900 MHz²¹. Se incluye tanto el espectro actual, como el que tienen acumulado en la actualidad.

La Comisión Federal de Competencia -COFECO exigía hasta ese momento un tope máximo de 35 MHz por operador y por región antes de empezar la licitación. Lo anterior pese a que la CFT mantenía un tope máximo global de 65 MHz por operador, pero sumando el espectro en las bandas de los 800 y de los 1.900 MHz.

²⁰ Existen nueve regiones en México.

²¹ COFETEL. “Bases Licitación No. 20” y “Bases Licitación No. 021”. Artículo 3.1.3.

Otra característica del proceso liderado por la CFC fue la manera como separó a los diferentes grupos de operadores. La Comisión forzó a que los operadores establecidos pujaran en los 1,7 MHz, dejando a los operadores entrantes en la banda de los 1,8-1,9 MHz. Lo anterior generó un diferencial de precios entre los dos grupos de operadores bastante sustancial.

Es preciso mencionar que Movistar, TELCEL e IUSACELL perdieron los juicios que iniciaron contra COFECO, mediante los cuales intentaron impedir la entrada de un nuevo jugador al mercado mexicano. Estas demandas demoraron el proceso de manera importante.

El caso de México muestra un esquema de asignación de espectro en el que, por muchos años, se intentó frenar el crecimiento de los operadores establecidos y, según COFECO, el acaparamiento de espectro por parte de los mismos, buscando la entrada de un nuevo operador al mercado²². De igual manera, refleja un esquema de regulación asimétrica en la cual se establecen condiciones más favorables a los operadores entrantes al mercado, separando los dos grupos de operadores en los procesos de puja.

5.2.2. El caso de asignación de espectro en Colombia.

Hasta el año 2004 el tope de espectro existente en Colombia fue de 25 MHz por proveedor. En este sentido, el Decreto 4234 de 2004 fijó las condiciones para una nueva entrega de espectro a las empresas celulares y elevó los toques de espectro a 40 MHz por empresa. MOVISTAR y COMCEL recibieron 15 MHz de espectro cada uno en la banda de los 1,9 MHz.

²² Cuando menos, esta fue la política clara de la COFECO, la cual, desde comienzo de la década de los 2000, restringió el espectro de los operadores a 35 MHz.

En razón al elevado crecimiento observado hacia finales de la presente década, el Gobierno Nacional optó, a través del Decreto 4722 de 2009, elevar, nuevamente, a 55 MHz el tope de espectro que una sola empresa móvil podía acumular. Con base a lo anterior el Ministerio le entregó 10 MHz a COMCEL y 10 MHz a COLOMBIA MOVIL.

La manera como determinó los montos pagados por parte de las empresas se dio a través de asignación directa, a un precio que determinó el Ministerio de TIC, mediante un estudio base de soporte, el cual se transformó en obligaciones de hacer.

Finalmente, con base en la Resolución 250 de 2009 el Ministerio le asignó 50 MHz de espectro a UNE en la banda de los 2,5 GHz, en un proceso en que no participaron las empresas establecidos dada la vigencia del tope antes citado, logrando con ello la entrada de un nueva empresa móvil. En esta Resolución se habla de (...) otorgar permisos para el uso de hasta 60 MHz (...) en la banda de 2.500 MHz a 2.690 MHz para el ganador”. Pese a lo anterior, en el parágrafo del artículo 4º se habla de que cada empresa podrá tener hasta 55 MHz, el tope establecido en el Decreto 4722.

5.2.3. Perú

Como así también lo justifica Chile, Perú fija un límite global de espectro de 60 MHz por proveedor. Adicionalmente, genera una segunda restricción al establecer un tope máximo por proveedor de 25 MHz en cada una de las dos bandas A y B en el segmento de los 800 MHz. Dado que cada una de estas dos bandas tiene 25 MHz, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de ese país determina entonces que ningún operador puede ser titular simultáneamente en los dos bloques de la banda de los 800 MHz.

Es importante comentar la manera como Perú llega al tope de 60 MHz por operador. Considérese para este efecto, como punto de partida, la siguiente gráfica.

Banda	Espectro	Bloques de espectro
800 MHz	50 MHz	824,0 - 849 MHz / 869,0 - 894 MHz
1700 MHz	140 MHz	1710 - 1.850 MHz /
1900 MHz	140 MHz	1.850 - 1.990 MHz

330 MHz

Ilustración 25 - Espectro móvil disponible en el Perú – 2010

Plantea el Ministerio en el documento de Exposición de Motivos al Decreto Supremo DS-011-2005 de marzo 31 de 2005 en el que se fija este tope:

“En un escenario de 5 operadores en el mercado y una dotación inicial de espectro más o menos pareja se tendría un IHH²³ de 2077. En un segundo escenario en el que hay solo 4 operadores, el IHH sube hasta 2620, lo cual podría considerarse como una concentración moderada. En un tercer escenario en el cual coexistan solo tres operadores, el IHH se eleva hasta 3519, lo cual constituiría una alta concentración”²⁴.

El Ministerio opta por un escenario de cinco operadores (en el momento existen tres: TELEFONICA, CLARO y NEXTEL) y con un total de espectro disponible de 330 MHz en las bandas de los 800, 1.700 y 1.900 MHz, el nivel máximo de espectro por operador es de 60 MHz.

Así mismo, a fin de reservar espacio para un operador distinto en la banda de 800 MHz (824-849 MHz y 869-894 MHz) ningún operador deberá tener más del 50% del espectro disponible (bloques de 25 MHz por operador). Ello debido a que la banda de frecuencias en 800 MHz es considerada por el regulador con ventajas

²³ IHH = Índice Herfindhal-Hirschman.

²⁴ Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Exposición de Motivos al DS-011-2005 de marzo 31 de 2005. p. 3.

competitivas en relación con las bandas atribuidas para el servicio de comunicaciones personales (1700 MHz y 1900 MHz), lo que repercutiría principalmente en la inversión requerida para el despliegue de la red, puesto que bandas más bajas permiten mayor radio de cobertura y por ende menor número de estaciones para cubrir una misma área de servicio, si bien por otra parte las bandas más altas permiten alcanzar mayores velocidades en servicios de datos. En efecto, estimaciones técnicas indican que, bajo ciertas circunstancias, la relación puede ser de 2 a 1 en cuanto al número de estaciones requeridas; es decir, un operador en la banda de 800 MHz, requiere implementar aproximadamente casi la mitad de celdas, de lo que requiere implementar un operador en otras bandas más altas (1700 MHz ó 1900 MHz) para alcanzar un mismo nivel de cobertura²⁵.

Finalmente, cabe comentar que PROINVERSION, la agencia que realiza los procesos de adjudicación de espectro en el Perú, ha realizado, sin éxito, desde el 2007 cuatro intentos por ingresar un nuevo operador en ese país en la banda de los 1,8-1,9 GHz. En la totalidad de esos procesos se ha excluido a los operadores establecidos.

Lo anterior refleja la dinámica en la asignación peruana de espectro. Diseño de topes de espectro dirigidos a promover la entrada de un nuevo operador al mercado, limitando, simultáneamente las posibilidades de los operadores establecidos.

5.2.4. El caso brasileño. Topes globales y topes por banda por operador

²⁵ Ministerio de Transporte y Comunicaciones. “Exposición de Motivos al DS-011-2005 de marzo 31 de 2005”. p. 4.

Brasil elevó de manera significativa sus topes de espectro en el mercado móvil en el 2007, como antesala a la gran subasta que tuvo lugar en ese año²⁶. ANATEL, la agencia reguladora brasileña, plantea topes de espectro en varias capas. En primer lugar, el regulador fija un tope de 50 MHz para una prestadora del SMP²⁷ en una misma área geográfica. Ese tope aumenta a 80 MHz cuando se liciten las sub-bandas de la banda de los 1.900 y 2.100 MHz (F, G, H, I e J). De igual manera, se incrementa a 85 MHz cuando también se licite la sub-banda de extensión para TDD.

Además, de lo anterior, ANATEL plantea que deben respetarse los siguientes límites por fajas de frecuencias:

Bandas de espectro	MHz
800 MHz	12,5 + 12,5
900 MHz	2,5 + 2,5
1.800 MHz	25 + 25
1.900 y 2.100	15 + 15
Extensión del TDD de 1900 MHz	5

Tabla 6 - Topes máximos por bandas de frecuencia en el Brasil

Los montos recaudados por ANATEL fueron muy significativos. El valor total pagado por las 36 licencias que comprendió la subasta del 2007 fue de USD \$2.946,9, un 86,6% por encima del precio mínimo fijado por ANATEL.

²⁶ ANATEL. Licitação Nº 002/2010/PVCP/SPV de 2007.

²⁷ SMP: Servicio Móvil Personal. Operadores que operan en la banda de los 1.800 MHz.

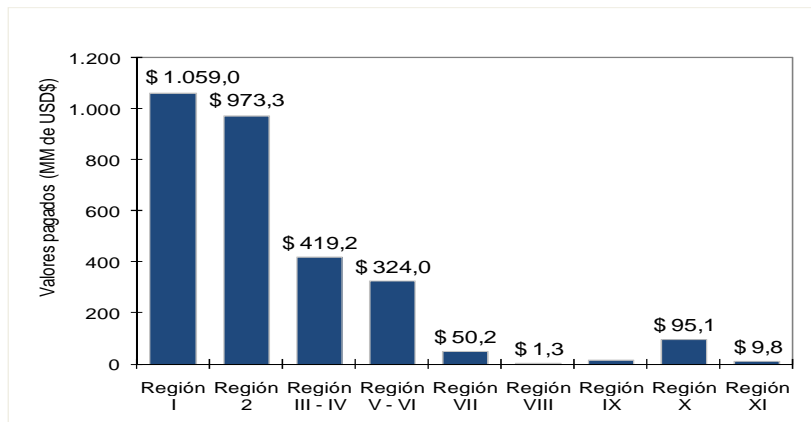


Ilustración 26 - Licitación No. 001 de 2007 en el Brasil – Valores recaudados
FUENTE: Teleco. Paulo Breviglieri. “O Surgimento da 3G”.

Buena parte del precio elevado en ciertas regiones (considérese la región I de Bahía, Sergipe, Espírito Santo y Rio de Janeiro) lo explica la puja entre los operadores para adquirir segmentos de espectro en zonas a las cuales no atendían previamente. Ese era, en efecto, uno de los grandes objetivos de ANATEL. América Móvil presionó fuertemente el valor de las concesiones, como reflejo de su deseo de adquirir licencias móviles con cobertura nacional. Recibió fuerte competencia de NEXTEL que también deseaba adquirir espectro.

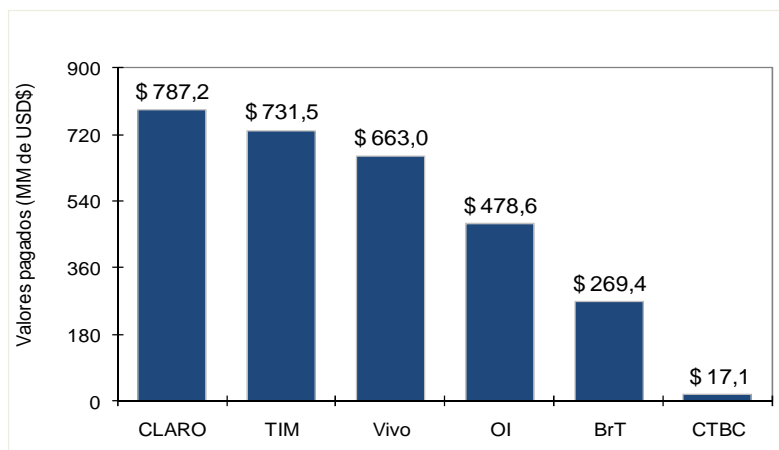


Ilustración 27 - Licitación 001 de 2007 en Brasil – Valores pagados por operadores
FUENTE: Teleco. Paulo Breviglieri. “O Surgimento da 3G”.

VIVO (incluyendo TELEMIG) adquirió las frecuencias de la banda J en todo Brasil. Así mismo, TIM adquirió frecuencias a nivel nacional, excepto en municipios atendidos por CTBC en Minas Gerais. Oi adquirió frecuencias en su región (I) y en São Paulo, excepto en municipios atendidos por CTBC en São Paulo.

Brasil Telecom (BrT) adquirió frecuencias en su región (I) y en São Paulo, con la excepción de municipios atendidos por CTBC Mato Grosso del Sur y Goiás. Finalmente, CTBC adquirió frecuencias en su región.

El caso brasileño deja varias lecciones importantes. En primer lugar, la presencia de los operadores establecidos hace que los valores de las concesiones aumenten de manera significativa. De otro lado, la manera como se asigne espectro determina la estructura de la industria móvil en un país. Limitar el acceso al espectro a operadores termina, en últimas, limitando el tamaño mismo de la industria y de las economías de escala que se generan, pero logra el objetivo de consolidar un número plural de actores en el mercado a efectos de garantizar un grado mínimo de competencia.

5.2.5. El caso chileno y la entrada de nuevos operadores al mercado

Chile, como México, refleja el caso en que se ha impulsado regulación asimétrica para promover la entrada de nuevos operadores al mercado móvil de ese país.

Chile contaba con tres operadores móviles hasta el momento del concurso público de telefonía móvil digital avanzado”, Rol NC N° 198-2007, que tenían entre 55 y 60 MHz por operador (considérese la gráfica siguiente).

Desde 1994, los operadores no habían concursado por el espectro disponible para servicio móvil. Las bandas que se entregaron en subasta fueron en las

bandas de los 1.710 a los 1770 MHz y de los 2.110 a los 2.170 MHz. Se había previsto inicialmente la entrega de solo 30 MHz, para uno o dos operadores entrantes, cifra luego se aumentó a 90 MHz. En algún momento, se previó entregar espectro para los operadores establecidos (5 por operador), pero esta opción se descartó finalmente.

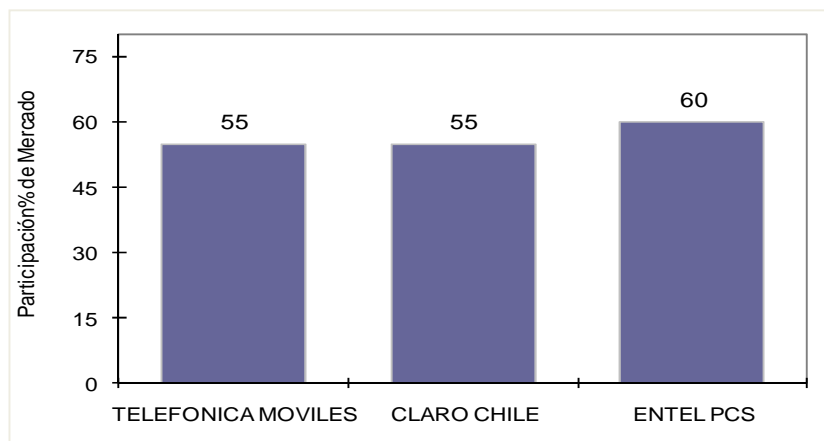


Ilustración 28 - Estado del espectro móvil en Chile previo a la subasta del 2009

Las razones para mantener el tope de los 60 MHz en Chile la decidió la Fiscalía Nacional Económica –FNE. Previa la realización de la subasta, la SUBTEL consultó al Tribunal de la Libre Competencia acerca de la procedencia de imponer topes a los operadores existentes y el número de operadores móviles que cabrían en el mercado. El FNE arguyó las siguientes razones básicas²⁸:

- El mercado móvil está altamente concentrado, con significativas barreras de entrada y el riesgo de que los establecidos bloqueen o hagan oneroso el ingreso de competidores mediante el acaparamiento de espectro radioeléctrico.

²⁸ FNE. “Consulta de la SUBTEL sobre participación de concesionarios de telefonía móvil digital avanzado. Rol NC N° 198-2007, p. 18.

- El mercado de banda ancha móvil, si bien aún está en pleno desarrollo, podría quedar expuesto a similares riesgos, pues tiene al espectro como insumo esencial.
- Un análisis comparativo internacional demuestra que el uso en Chile del espectro ya disponible para este servicio presenta una intensidad moderada. Por tanto, la oferta de telefonía móvil todavía puede crecer sin necesidad de aumentar el espectro total ya concesionado.
- Adicionalmente, la FNE basó parte de su argumentación en la agencia de competencia canadiense - Competition Bureau, que planteaba la capacidad que tienen los establecidos de elevar los costos de espectro²⁹.
- Adicionalmente, la FNE sustenta el tope en la importancia de la entrada de un nuevo operador móvil a Chile:

“La entrada de un nuevo operador en telefonía móvil generaría beneficios para los consumidores en Chile, en valor presente, por aproximadamente 2.917 millones de dólares, y menores ingresos para los operadores establecidos por 554 millones de dólares. En resumen, la variación neta en el excedente social es positiva y

²⁹ “Paragraph 78(1)(e) identifies the pre-emption of scarce facilities or resources required by a competitor as an anti-competitive act. For example, the dominant firm(s) may be able to bid up the price of a scarce input to the point where entry is unprofitable. Such a strategy may be profitable to the dominant firm(s) despite the higher price it also pays for the input, because it avoids the dissipation of profits that entry would bring. Alternatively, the dominant firm(s) may raise its rival’s costs by pre-empting low cost inputs, forcing the rival to use higher cost inputs. Even if this strategy did not result in the exit of the rival, it could be profitable for the dominant firm if it resulted in the rival being a less effective competitor, allowing the dominant firm to increase its own prices. Preemption could also take the form of acquisition or control of the supply of a necessary input in production, such as production sites or facilities that are not easily replicated” Competition Bureau “Enforcement Guidelines on The Abuse of Dominance Provisions”. Documento disponible en <http://strategis.ic.gc.ca/SSI/ct/aod.pdf>. Página 21.

*significativa. Estos antecedentes corresponden a una evidencia de que la entrada de un nuevo competidor sería eficiente*³⁰.

- Según la FNE los operadores establecidos estaban levantando barreras artificiales a la entrada. Recientemente, la FNE había presentado requerimiento en contra de los operadores móviles establecidos, (Rol N°139/2007), arguyendo comportamientos estratégicos con el objetivo de retardar la entrada de nuevos competidores (MVNO) y productos, visualizados como una amenaza para los establecidos³¹.

La restricción que finalmente sugiere el FNE es fijar un tope de 60 MHz por operador, hecho que impide que los establecidos, TELEFONICA, CLARO y ENTEL, participen en la subasta.

Según la FNE se busca promover la asignación homogénea y el uso eficiente de dicho insumo y la entrada de nuevos actores al mercado.

Según el concepto de la FNE, dada una escala mínima eficiente para los entrantes de 30 MHz, la nueva banda de frecuencia debe dividirse en tres bloques de 30 MHz cada uno, lo cual permitiría hasta tres nuevos entrantes con concesiones de 30 MHz cada uno o, considerando el límite de 60 Mhz, un entrante con dos concesiones de 30 MHz, esto es, 60 MHz y otro con una concesión de 30 MHz.

Dada esta decisión, finalmente terminaron entrando dos nuevos jugadores al mercado móvil chileno: NEXTEL con 60 MHz y VTR, del grupo Liberty Media, con 30 MHz.

³⁰ Hazlett y Muñoz (2007), "A Welfare Analysis Of Spectrum Allocation Policies", Mimeo.
³¹ FNE, op. cit. p. 19.

5.2.6. Topes de espectro en la Argentina

Los tres operadores TELEFONICA, CTI y TELECOM PERSONAL enfrentan una restricción de 50 MHz como máximo, por región. Este tope se estableció desde el año 1996 a nivel de cada operador y para las tres regiones en que se dividió el país en ese entonces: (i) Norte, (ii) Gran Buenos Aires y (iii) Sur³²; el tope se ha mantenido inmodificado desde ese entonces (14 años).

Este tope incluye el espectro de las bandas recibidas en el Servicio Móvil Celular, el Servicio de Telefonía Móvil y el Servicio Radioeléctrico de Concentración de Enlaces. Para su cómputo se tiene en cuenta el área geográfica del servicio de menor cobertura.

Es preciso tener en cuenta que desde la concesión de 1999 de espectro PCS no se ha dado entrega de segmentos adicionales de espectro en la Argentina.

Desde ese momento solo han ocurrido dos hechos de destacar en la industria ese país: América Móvil adquirió en el 2003 el 49% de las acciones que Verizon tenía en CTI. Así mismo, adquirió la opción de comprar 60% de los derechos de voto y 49% de los derechos de voto en Coinmov, lo cual le permitió tomar control de CTI.

El segundo evento a destacar es la devolución obligatoria de bloques de espectro por parte Telefónica en las diferentes regiones para ajustarse a los topes planteados, originada en la compra en el 2004 de la antigua Bell South por parte de Telefónica.

³² Comisión Nacional de Comunicaciones – CNC - Resolución 060 de 1996, Artículo 4, la cual se mantiene en el articulado del Decreto 266 de 1998 y que se esboza como uno de los considerandos de la Resolución 343 de 2005, mediante la cual TELEFONICA devuelve espectro dentro del compromiso pactado con la CNC.

5.2.7. Uruguay y el caso de topes de espectro

El caso uruguayo se caracterizó por la presencia de un duopolio hasta el 2004 (ANCEL y TELEFONICA), el poder de ANTEL/ANCEL hasta esa fecha y la presencia de tres operadores desde junio del 2004, con la entrada de América Móvil y la existencia, a partir de entonces, de una competencia relativamente intensa y un mercado bastante equilibrado entre los tres actores.

Según el Decreto Ejecutivo 438/001 del 8 de noviembre de 2001 se determinan dos tipos de restricciones de espectro en el Uruguay:

- Ningún operador puede tener más de 15 MHz en cada uno de los segmentos móviles considerados en la banda de los 800MHz, 1,7-1,8 GHz y 1,8-1,9 GHz (el A", B"B, C" y D").
- Existe así mismo un tope de espectro conjunto de 60 MHz en el total de los segmentos.

5.3. Conclusiones preliminares

Dado el análisis de los casos presentados, se encuentra que los topes de espectro han sido usados básicamente para evitar concentración de espectro. No obstante, en el caso de países desarrollados, estos se han abandonado o flexibilizado en la medida en que se encuentra un nivel de competencia moderado.

Así mismo, se destaca la práctica común de países desarrollados de aplicar en la actualidad, más bien topes por evento o por banda, generando una acción y un efecto más focalizado que responde a coyunturas y necesidades del mercado en

cada caso. Si bien esta práctica puede requerir mayor análisis específico en cada caso, tiene la ventaja de generar respuestas más específicas a cada momento histórico.

Existen casos extremos como el de la India, donde la microsegmentación y micro gerencia de topes puede estar generando altas ineficiencias globales en las operaciones, como precio por mantener un número elevado de actores.

En Latinoamérica en general permanece la práctica de topes globales, si bien los países que la aplican en la mayoría de casos han ido elevando los topes en la medida en que existe mayor disponibilidad de recurso. Existen países como Brasil, Uruguay y Perú que, teniendo topes globales, aplican también topes por bandas de espectro.

Estos topes se aplican buscando un balance entre concentración de espectro y crecimiento de los empresas, lo cual conceptualmente es una política regulatoria válida y acertada, siempre que en la práctica se logre un adecuado balance que no restrinja la inversión que requiere el sector para el desarrollo de nuevas redes y aplicaciones de datos de banda ancha móvil.

6. Análisis y propuesta de topes para el caso colombiano

Cabría ser tomada en cuenta como parámetro fundamental de entrada a un modelo de topes de espectro, plantear un proxy relacionado con el número de empresas que se encuentra en diversos países de la región de Latinoamérica, donde existe coincidencia de actores globales, niveles cercanos de desarrollo, restricciones de ingreso y de distribución del mismo similares, entre otras variables, de modo tal que puedan inferirse de esta información un número de

actores que deberían consolidarse en el mediano plazo en el mercado colombiano, y que por lo tanto, se plantea aquí como un valor piso para este parámetro de entrada al modelo.

Para la realización del análisis indicado, se tomó una muestra significativa de países de la región de Latinoamérica, encontrando que existe para ellos un mínimo de 3 empresas de servicios móviles terrestres en competencia, y un máximo de 6³³. La muestra de países se presenta a continuación.

	Brasil ¹	Argentina ²	Perú	Colombia	Chile	México	Uruguay ³
Tope de Espectro (MHz)	85	50	60	55	60	70	60
Población	191.241.714	40.482.000	29.132.013	45.310.000	17.033.000	107.550.697	3.361.000
PIB (MM de USD \$)	1.574.039	310.065	126.766	228.836	161.781	874.903	31.528
PIB PPP (MM de USD)	2.181.677	632.223	274.276	429.866	257.546	1.549.671	48.140
Número de operadores móviles	6	3	3	5	5	4	3

Tabla 7 - Número de operadores en países de la región

Fuente. Información de reguladores de cada país y Banco Mundial.

Nota1. BrT y OI en proceso de fusión en Brasil. Telefónica y TIM tienen accionistas comunes en ese país. Notas 2 y 3. No incluye OMVs. y TELECOM y Telefónica también poseen accionistas mayoritarios comunes en la Argentina.

Analizando el número de empresas de servicios móviles terrestres promedio con infraestructura propia – y espectro asignado directamente -, que concurren en cada país, se obtienen los siguientes resultados.

³³ El número nominal de 6 corresponde a Brasil, donde existen en proceso las fusiones de Brasil Telecom y OI, así como la coincidencia de accionistas en TIM y Telefónica, lo que generaría en la práctica un mercado con 4 competidores. En el análisis se consideraron operadores con infraestructura propia, descartando los casos de OMV actuando en la región.

	# Operadores	# operadores redondeado
Promedio Simple	4,14	4
Promedio ponderado por población	4,86	5
Promedio Simple con Ajuste Brasil	3,86	4
Promedio ponderado por población con ajuste Brasil	3,98	4

Tabla 8 - Empresas promedio en la región de Latinoamérica
Cálculos del consultor. Ajuste Brasil corresponde a la reducción por consideraciones de fusiones y propiedad accionaria de 6 a 4 operadores.

Considerando lo anterior, encontramos que el parámetro base a tener en cuenta respecto de una estructura eficiente de mercado en el corto plazo es la de un mercado con al menos 4 actores; sin embargo es razonable pensar en que en el mediano plazo este número se eleve a 5 actores³⁴, siendo este el parámetro que se propone considerar a efectos de los análisis y cálculos que se presentan a continuación en este informe -4 actores fuertes para el proceso en banda de 1900MHz y 5 para los procesos posteriores-.

Cabe destacar que en todo caso, es posible tener estructuras de mercado con un mayor número de actores, siendo este parámetro relevante a la hora de proponer un cálculo de topes de espectro donde, en todo caso, existe posibilidad de tener un número plural de actores superior a los 4 o 5 propuestos en cada caso como estructura base.

Este número, en el corto plazo, desde el punto de vista de estructura de mercado, es racional, en la medida en que en los casos de los mercados de mayor tamaño en la región, encontramos que en México el número de actores es efectivamente de 4, y en Brasil se encuentra en un proceso de consolidación hacia 4 actores de tamaño significativo – si bien viene de una estructura de 6 actores-.

³⁴ Considerando que hoy efectivamente existen 5 operadores móviles autorizados para operación nacional en Colombia y que con los procesos futuros de asignación de espectro es factible que se consoliden los 5 operadores existentes como actores con una participación significativa, o que surjan operadores nuevos que consoliden la citada estructura de 5 actores fuertes.

Así mismo, es importante observar el tipo de restricción relativa que genera el tope fijado en cada país de la región. Para el efecto se calculó para algunos países la cantidad de espectro asignado y el tope establecido para ver el peso relativo de dicho tope.

	Brasil	Argentina	Perú	Colombia	Chile	México	Promedio
Asignado	350	170,0	145,0	197,5	260,0	240,0	227,1
Tope como porcentaje	24%	29%	41%	28%	23%	29%	29%

Tabla 9 - Asignaciones de espectro y tope como porcentaje de la asignación
Cálculos del consultor basado en diversas fuentes³⁵.

Si bien en algunos casos, existen aproximaciones al considerar promedios de varias regiones –caso México- o pueden no haberse considerado algunas bandas no detectadas en la búsqueda de información, se encuentra que los topes se establecen en una banda amplia que oscila entre un 23% y un 41% del espectro total disponible, con un promedio del 29%. Así, con estructuras promedio de 4 actores, topes base de 25%, y con holguras adecuadas que permitan mayor concentración de recurso, son comunes en la región topes de alrededor del 30% del espectro total disponible. En el caso de estructuras de 5 actores, topes entre 20% -tope base para 5 actores- y 25% - con holguras de hasta un 25%- del espectro disponible son razonables.

6.1. Escenario teórico de largo plazo

Si se toman como referencia para los objetivos de largo plazo de cantidades y topes de espectro, las recomendadas por la UIT para el desarrollo de los servicios móviles y si se plantea un desarrollo lineal coordinado para liberar espectro y alcanzar dicho tope en el año 2020³⁶ a partir del espectro asignado actualmente,

³⁵ Cabello (2010) y reguladores. En el caso de México se tomaron datos promedio de varias regiones, así como datos previos a la subasta reciente. En otros países hay bandas menores de algunos operadores que no se pudieron ubicar.

³⁶ Refiriéndose al escenario más bajo desarrollado por la UIT

encontraríamos que se requieren acciones de liberación de recurso significativas en los próximos años, y asignaciones continuas de dicho recurso.

Tomando además una estructura de mercado base en el largo plazo de 5 actores³⁷, se puede plantear así mismo la necesidad de relajar el tope para distribuir el espectro –al menos 1.000 MHz para el año 2020- entre estos cinco actores.

En una distribución que propendiera por una asignación idéntica y homogénea de recurso para cada actor, se tendría la siguiente evolución que se presenta en la tabla a continuación³⁸.

MHz	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tope Base	55,0	69,5	84,0	98,5	113,0	127,5	142,0	156,5	171,0	185,5	200,0
Tope redonde	55	70	85	100	115	130	140	155	170	185	200

Tabla 10 - Proyección lineal del estado actual al estado esperado para GTAR 1 al año 2020
Aplicado para estructura de 5 redes en competencia para el escenario bajo del informe UIT-R
M.2078

Así, dada la necesidad de llevar al país a los niveles de desarrollo esperado de las redes móviles en el largo plazo, se evidencia la necesidad de relajar los topes actuales al alza en la medida en que se libere recursos de espectro para servicios móviles terrestres.

No obstante lo anterior, ello solo podrá darse en la medida en que exista disponibilidad del recurso para ser atribuido y posteriormente asignado para la prestación de servicios móviles terrestres.

³⁷ Considerando los tres operadores actuales de TMC y PCS, la entrada de UNE como cuarto operador y el desarrollo de un cuarto actor fuerte.

³⁸ El tope redondeado considera múltiplos de 5MHz dada la unidad mínima de espectro para servicios de voz.

6.2. Compromisos entre competencia y puja por el recurso

Así, dado un espectro disponible, el tope debería ser, como mínimo, el resultante de dividir dicho espectro por el número eficiente de actores –tope inicial de referencia-. Esta simple regla, no obstante, no es suficiente, dado que en un mercado en competencia, es posible que algunos actores tiendan a buscar economías de escala en segmentos masivos, y otros tiendan a especializarse, en nichos de alto valor, con estructuras de red focalizadas que requieran menos recurso. Así, es posible que sobre el cálculo base del tope de espectro se permita un nivel de holgura, de modo tal que algunos actores puedan acceder a mayor cantidad de recurso, mientras que otros sólo requieren una cantidad menor al tope inicial de referencia. De esta forma, los actores concentrados en eficiencia de costos pueden ganar economías de escala mayores, generando con ello un beneficio adicional al consumidor.

No obstante, en la fijación del factor de holgura, debe asegurarse que en el peor escenario el actor más débil acceda al menos a una porción mínima de espectro que le permita desarrollar estrategias de nicho. En la tabla siguiente se muestra el resultado de diversas estructuras de mercado y diversos factores de holgura sobre el tope inicial de referencia, asegurando en cada caso una porción de espectro para el actor más pequeño.

Espectro remanente actor más débil		Actores					
		3	4	5	6	7	8
Holgura máxima en el tope	0%	33%	25%	20%	17%	14%	13%
	5%	30%	21%	16%	13%	10%	8%
	10%	27%	18%	12%	8%	6%	4%
	15%	23%	14%	8%	4%	1%	0%
	20%	20%	10%	4%	0%	0%	0%

Tabla 11 - Efecto de la holgura en el tope de espectro en la disponibilidad de recurso para el actor más débil

Cálculos del consultor

Considerando lo anterior, y previendo el valor piso en cuanto al número de actores en el mercado ya citado de 4 actores para el corto plazo y de 5 para el mediano plazo, lo cual en el mediano plazo conjuga el compromiso entre competencia y eficiencia que se desea, se podrían trabajar factores de holgura alrededor de un 10% a un 20% sobre el tope inicial base para el corto plazo, de modo que en un mercado con cuatro actores, el actor más débil cuente con suficiente recurso para su desarrollo (Entre un 10% y un 18% del recurso disponible). Cabe aquí indicar que en todo caso, en un mercado con más actores, las holguras indicadas permiten también, en el peor escenario, acceso al recurso por parte de actores adicionales³⁹. Así mismo, para escenarios de mediano y largo plazo pueden trabajarse holguras algo mayores para el caso de 5 actores, considerando que los procesos de competencia y consolidación de actores fuertes deberían madurar a futuro.

6.3. Escenarios globales de corto plazo para la banda de 1900MHz

Analizando ahora el escenario actual de distribución de espectro, considerando los actuales actores, podemos elaborar el siguiente cuadro que presenta el estado actual de distribución del espectro. Se aclara que el siguiente análisis se realiza sobre la base de 4 actores en el mercado colombiano, sin importar cual sea el

³⁹ Hasta un 8% en el caso extremo para 6 actores y de 4 a 12% para el caso de 5 actores

actor y no se asegura que todos tendrán la misma cantidad de espectro, puesto que la asignación atenderá a procesos de selección objetiva.

TOTAL Escenario Base								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
1700-2100MH	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	50			90	75,0%
2.5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	525	50	40	50	50	7,5	197,5	37,6%
Porcentaje asignado		25,3%	20,3%	25,3%	25,3%	3,8%		
							HHI	0,2347
							# Op Equiv.	4,3

Tabla 12 - Escenario base actual de distribución de espectro agregado
Cálculos del consultor⁴⁰

En este cuadro se presentan las porciones (en MHz) en cada una de las bandas actualmente asignadas a cada proveedor de redes y servicios, el total asignado, la porción que corresponde a cada uno sobre el total asignado, el porcentaje de uso de cada banda respecto a su capacidad estimada, y un índice de concentración de mercado (HHI) y el número equivalente de proveedores de redes y servicios iguales en competencia, bajo el supuesto de que el espectro se relacionara directamente con la participación de mercado de cada actor⁴¹.

Ahora bien, sobre este escenario base, es posible simular los casos extremos en los cuales se eliminará el tope, y un solo actor concentrara los 30 MHz adicionales disponibles en la banda de 1900MHz. Así, se tendrían los siguientes escenarios posibles posteriores a la asignación de espectro para cada uno de los cinco

⁴⁰ Se considera para referencia un total de 35MHz (Excluyendo usos de policía y ejército) atribuidos a servicios de Trunking, de los cuales se imputan a AVANTEL 7,5MHz en licencia nacional. No obstante en la práctica las bandas de trunking por su canalización no permiten mayor desarrollo hacia servicios de datos. Así mismo, la atribución total de 35MHz no se considera para efectos de los cálculos objetivo de holgura dada la poca probabilidad de uso hacia redes de banda ancha

⁴¹ Este es un planteamiento teórico que supone como único factor diferencial entre proveedor de redes y servicios la cantidad de espectro asignada, en la práctica la participación es función de múltiples factores, pero se usa como referente de análisis para evaluar efectos de cambio en el mercado.

actores analizados⁴².

Para el caso de COMCEL, aumentaría a 55MHz el espectro asignado en la banda de 1900MHz, aumentando su participación global de 25,3% a un 35,2%, llegando a 80MHz, afectando el HHI calculado de un 0,2347 (Equivalente a 4,3 actores con igual capacidad) a un 0,2523 (Equivalente a 4,0 actores de mercado).

TOTAL Escenario extremo COMCEL								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
1700-2100MHz	90						0	0,0%
1900MHz	120	55	15	50			120	100,0%
2,5GHz	140					50	50	35,7%
TOTAL	525	80	40	50	50	7,5	227,5	43,3%
Porcentaje asignado		35,2%	17,6%	22,0%	22,0%	3,3%		
							HHI	0,2523
							# Op Equiv.	4,0

Tabla 13 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a COMCEL
Cálculos del consultor

En el caso de asignación completa a Movistar, su participación global pasaría de 20,3% a 30,8%, llegando a 70MHz, generando un escenario con un HHI de 0,2407 (equivalente a 4,2 actores)

TOTAL Escenario extremo MOVISTAR								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
1700-2100MHz	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	45	50			120	100,0%
2,5GHz	140					50	50	35,7%
TOTAL	525	50	70	50	50	7,5	227,5	43,3%
Porcentaje asignado		22,0%	30,8%	22,0%	22,0%	3,3%		
							HHI	0,2407
							# Op Equiv.	4,2

Tabla 14 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a MOVISTAR
Cálculos del consultor

⁴² Tal como se indicó, para efectos de cálculo de holguras se tomará como base un piso de 4 actores de mercado, no obstante, tal como se demuestra en este caso, hoy día concurren al mercado 5 actores, si bien las participaciones de mercado son significativas sólo para tres de ellos.

En el caso de TIGO, su participación global pasaría de 25,3% a 35,2%, llegando a 80MHz, afectando el HHI a un valor de 0,2523 (Equivalente a 4,0 actores).

TOTAL Escenario extremo TIGO								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
1700-2100MH	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	80			120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	525	50	40	80	50	7,5	227,5	43,3%
Porcentaje asignado		22,0%	17,6%	35,2%	22,0%	3,3%		
							HHI	0,2523
							# Op Equiv.	4,0

Tabla 15 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a TIGO
Cálculos del consultor

En el caso de asignación a UNE, se tendría un escenario similar al analizado para TIGO.

TOTAL Escenario extremo UNE								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
1700-2100MH	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	50	30		120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	525	50	40	50	80	7,5	227,5	43,3%
Porcentaje asignado		22,0%	17,6%	22,0%	35,2%	3,3%		
							HHI	0,2523
							# Op Equiv.	4,0

Tabla 16 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a UNE
Cálculos del consultor

Finalmente, para el caso de Avantel, se tendría el siguiente escenario pasando de 3,8% a 16,5% del mercado, llegando a 37,5MHz nacionales, afectando el HHI a un valor de 0,2030 (Equivalente a 4,9 actores).

TOTAL Escenario extremo Avantel								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
1700-2100MH	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	50		30	120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	525	50	40	50	50	37,5	227,5	43,3%
Porcentaje asignado		22,0%	17,6%	22,0%	22,0%	16,5%		
							HHI	0,2030
							# Op Equiv.	4,9

Tabla 17 - Escenario extremo de asignación banda 1900MHz a Avantel
Cálculos del consultor

Así, desde una perspectiva global, los efectos más significativos de desmejora en índices de concentración en los escenarios extremos analizados se darían para el caso de COMCEL, TIGO y UNE; no obstante, el índice de concentración resultante no implicaría una alta concentración, y la variación es leve.

6.4. Escenarios globales de corto plazo para banda bajas y altas

Cabe aquí plantear, como se evidenció en el caso analizado de Brasil, la separación de bandas bajas (inferiores a 1GHz), de las bandas altas (Superiores a 1GHz), dada la posible necesidad de los diversos actores de tener algún nivel mínimo de capacidad en los dos tipos de bandas. Así, para el caso de bandas bajas, no se encontraría afectación por la asignación de espectro en la banda de 1900MHz, teniendo el escenario base que se muestra a continuación.

Bandas Bajas								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
700MHz	90						0	0,0%
850MHz	85	25	25			7,5	57,5	67,6%
TOTAL	175	25	25	0	0	7,5	57,5	32,9%
Porcentaje asignado		43,5%	43,5%	0,0%	0,0%	13,0%		
							HHI	0,3951
							# Op Equiv.	2,5

Tabla 18 – Escenario base actual de corto plazo de distribución de espectro en bandas bajas
Cálculos del consultor

Por su parte, el escenario base de bandas altas, que sería el afectado por la asignación propuesta, es el que se presenta en la siguiente tabla, el cual resulta

en una importante concentración de espectro en cabeza de UNE y de TIGO, con un HHI base de 0,2985, equivalente a 3,4 actores.

Bandas Altas escenario base								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
1700-2100MH	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	50			90	75,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	350	25	15	50	50	0	140	40,0%
Porcentaje asignado		17,9%	10,7%	35,7%	35,7%	0,0%		
							HHI	0,2985
							# Op Equiv.	3,4

Tabla 19 - Escenario base actual de distribución de espectro en bandas altas
Cálculos del consultor

En el escenario donde se asignan los 30 MHz a COMCEL, éste pasa de tener un 17,9% del espectro en bandas altas a un 32,4%, generando no obstante una mejora leve del HHI pasando a 0,2855 con una equivalencia de 3,5 actores. Cabe destacar que en este caso COMCEL, TIGO y UNE quedarían con capacidades de espectro cercanas.

Bandas Altas escenario extremo COMCEL								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
1700-2100MH	90						0	0,0%
1900MHz	120	55	15	50			120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	350	55	15	50	50	0	170	48,6%
Porcentaje asignado		32,4%	8,8%	29,4%	29,4%	0,0%		
							HHI	0,2855
							# Op Equiv.	3,5

Tabla 20 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a COMCEL
Cálculos del consultor

Para el escenario de asignación a Movistar, este proveedor de redes y servicios pasaría de un 10,7% del espectro asignado a un 26,5%, generando una mejora significativa en la distribución del espectro con un HHI de 0,2647, equivalente a 3,8 actores de mercado.

Bandas Altas escenario extremo MOVISTAR								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
1700-2100MHz	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	45	50			120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	350	25	45	50	50	0	170	48,6%
Porcentaje asignado		14,7%	26,5%	29,4%	29,4%	0,0%		
							HHI	0,2647
							# Op Equiv.	3,8

Tabla 21 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a MOVISTAR
Cálculos del consultor

En el caso de TIGO, pasaría de un 35,7% de participación en bandas altas, a un 47,1%, generando con ello una desmejora de los indicadores de concentración, con un HHI de 0,3374, equivalente a sólo 3,0 actores. En este escenario TIGO agregaría casi la mitad del espectro disponible en bandas altas.

Bandas Altas escenario extremo TIGO								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
1700-2100MHz	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	80			120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	350	25	15	80	50	0	170	48,6%
Porcentaje asignado		14,7%	8,8%	47,1%	29,4%	0,0%		
							HHI	0,3374
							# Op Equiv.	3,0

Tabla 22 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a TIGO
Cálculos del consultor

En el caso de asignación a UNE, se tendría una situación idéntica a la de TIGO, con agregación de espectro de 80 MHz en cabeza de UNE.

Bandas Altas escenario extremo UNE								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
1700-2100MHz	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	50	30		120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	350	25	15	50	80	0	170	48,6%
Porcentaje asignado		14,7%	8,8%	29,4%	47,1%	0,0%		
							HHI	0,3374
							# Op Equiv.	3,0

Tabla 23 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a UNE
Cálculos del consultor

En el caso de Avantel, este proveedor de redes y servicios terminaría con el 17,6% de las bandas altas, generando un HHI de 0,2336 equivalente a 4,3 actores, mejorando la distribución respecto del escenario base.

Bandas Altas escenario extremo Avantel								
Banda	Atribuible	Asignado					Utilización	
		COMCEL	MOVISTAR	TIGO	UNE	Avantel	USO TOTAL	% USO
1700-2100MHz	90						0	0,0%
1900MHz	120	25	15	50		30	120	100,0%
2,5GHz	140				50		50	35,7%
TOTAL	350	25	15	50	50	30	170	48,6%
Porcentaje asignado		14,7%	8,8%	29,4%	29,4%	17,6%		
							HHI	0,2336
							# Op Equiv.	4,3

Tabla 24 - Escenario extremo para bandas altas de asignación banda 1900MHz a Avantel
Cálculos del consultor

Conforme a lo aquí analizado, existiría una concentración en bandas altas significativa en el caso de asignar el total de la banda a UNE o a TIGO, no así en el caso de asignación a COMCEL o a MOVISTAR, generando así mismo una mejora importante de los índices de concentración en bandas altas en el caso de asignación a Avantel.

Teniendo en cuenta los efectos combinados en el espectro global y en las bandas altas ya descritos, es posible entonces considerar topes globales y topes específicos por grupos de bandas, manejando niveles de holgura de entre un 10% y un 20% (Para un escenario base de referencia de al menos 4 actores), de modo tal que para el proceso de 1900MHz se podría trabajar globalmente un tope de al menos 60MHz aplicando una holgura del 10%.

6.5. Escenarios de mediano plazo para bandas ya anunciadas

Analizando la evolución esperada de bandas adicionales en los próximos 3 años, se encuentra que los topes pueden ser relajados gradualmente, en la medida en

que se incorpora espectro al stock de servicios móviles, y se incorporan nuevos actores de mercado. En un escenario base, se consideran las bandas anunciadas para liberación en los próximos 3 años, así como la estructura ya citada de 5 actores en el mediano plazo, tal como se presenta en la siguiente tabla.

	Global				
	2010	2011T1	2011T2	2011T4	2013
Asignable	190	30	90	90	90
Banda		1900MHz	1700-2100MHz	2,5GHz	700MHz
Agregado	190	220	310	400	490
Actores	4	4	5	5	5
Distribución base	48	55	62	80	98
Holgura	TOPES GLOBALES				
5%	50	60	65	85	105
10%	50	60	70	90	110
15%	55	65	70	90	115
20%	55	65	75	95	120
25%	60	70	80	100	125

Tabla 25 - Evolución de asignaciones en el mediano plazo - Escenario agregado
Incluye topes globales propuestos en función de la holgura
Cálculos del consultor

Tomando como referencia la holgura inicial conservadora de 10%, desde una perspectiva global y con la estructura de corto plazo de consolidación de 4 actores fuertes, puede elevarse el tope global hasta los 60MHz para el proceso de asignación actual en la banda de 1900MHz, generando incrementos graduales de la holgura hacia un 150% en el mediano plazo –con la estructura de 5 actores fuertes propuesta para el mediano y largo plazo-.

Ahora bien, para los procesos posteriores al proceso de la banda de 1900MHz, es razonable migrar a un esquema de topes separados de bandas bajas y bandas altas, que asegure una distribución pareja de dicho recurso entre los diversos actores, de modo que el tope global migre, posteriormente al proceso citado, a topes separados para cada rango de bandas.

Así, desde la perspectiva de las bandas altas, se plantea para estos procesos topes que evolucionan con una estructura esperada de 5 actores en el mediano plazo y con una holgura de 15%, a partir del proceso de 1700-2100 MHz, en un valor de 60MHz, aumentando a 80MHz en el proceso de 2,5GHz.

	Bandas altas			
	2010	2011T1	2011T2	2011T4
Asignable	140	30	90	90
Banda		1900MHz	1700-2100MHz	2,5GHz
Agregado	140	170	260	350
Actores	4	4	5	5
Distribución base	35	43	52	70
Holgura	TOPES BANDAS ALTAS			
5%	35	45	55	75
10%	40	45	55	75
15%	40	50	60	80
20%	40	50	60	85
25%	45	55	65	90

Tabla 26 - Evolución de asignaciones en el mediano plazo – Bandas altas
 Incluye topes globales propuestos en función de la holgura
 Cálculos del consultor

En el caso de las bandas bajas, si bien hoy existen dos actores con 25MHz, en un escenario donde un tope eficiente debería estar en 15MHz dada la poca disponibilidad de espectro, y considerando que ello se da por razones históricas de conformación del mercado en régimen de duopolio; se propone establecer posteriormente al proceso de 1900MHz, y como complemento a los topes de bandas altas propuestos, un tope de bandas bajas de 30 MHz considerando que en el momento de liberar la banda de 700MHz. En este escenario el tope de bandas bajas con la estructura de 5 actores y holgura de 15% correspondería a dicho valor.

	Bandas bajas	
	2010	2013
Asignable	50	90
Banda		700MHz
Agregado	50	140
Actores	4	5
Distribución base	13	28
Holgura	TOPES BANDAS BAJAS	
5%	15	30
10%	15	30
15%	15	30
20%	15	35
25%	15	35

Tabla 27 - Evolución de asignaciones en el mediano plazo – Bandas bajas
 Incluye topes globales propuestos en función de la holgura
 Cálculos del consultor

Considerando lo anterior, es viable establecer entonces para el proceso de 1900MHz un tope global de 60MHz, y evolucionar dicho tope hacia topes de bandas altas y bandas bajas, tal como se indica en las conclusiones de éste documento.

7. Conclusiones

En el escenario que se propone con un piso de al menos 4 actores significativos en el mercado en el corto plazo y 5 en el mediano y largo plazo, es posible manejar holguras iniciales de 10% y posteriores del 15% sobre un tope de referencia inicial de corto plazo del 25% del espectro disponible (producto de dividir en cada momento el espectro disponible sobre el total de actores indicado) y de 20% para procesos posteriores con estructura de 5 actores). Este tope incluso permite a un quinto y un sexto actor acceder a un mínimo recurso de espectro para su operación.

Se mantendrán los topes globales en el corto plazo para el proceso de 1900 MHz, migrando a topes de espectro separados en bandas altas y bajas, –reemplazando

el tope global por topes en cada grupo de bandas-, de manera tal que se generen los incentivos para que los proveedores de redes y servicios en el mediano plazo redistribuyan su capacidad de red entre bandas bajas y bandas altas.

Para el caso específico del proceso de asignación en la banda de 1900 MHz, se recomienda un tope global de 60MHz.

Se establecerán reglas de migración de los topes en el tiempo, de modo que los actores del mercado puedan tener certeza de la posible evolución de capacidades que podrán lograr conforme se liberen nuevas bandas de espectro, conforme a la tabla que se describe a continuación.

	Procesos				
	2010	2011T1	2011T2	2011T4	2013
Banda - Proceso	Actual	1900MHz	1700-2100MHz	2,5GHz	700MHz
	Espectro disponible				
Disponible total	190	220	310	400	490
Disponible Bandas Altas	140	170	260	350	350
Disponible Bandas Bajas	50	50	50	50	140
	Topes propuestos				
Tope Global	55	60			
Tope Bandas Altas			60	80	80
Tope Bandas Bajas			30	30	30
	Porcentaje Tope/Disponible				
Total	28,95%	27,27%			
Bandas Altas			23,08%	22,86%	22,86%
Bandas Bajas					21,43%

Tabla 28 - Propuesta evolución topes
Cálculos del consultor

Dada la estructura de mercado de Colombia, se mantendrán el mecanismo de topes, con una holgura adecuada, en función del espectro disponible en cada caso y la estructura de mercado –número de actores con participaciones de mercado significativas- que se prevé como razonable para el corto y mediano plazo.

8. Bibliografía

- [1]. Harry Holma and Antti Toskala. LTE for UMTS FDMA and SC-FDMA Based Radio Access, (2009)
- [2]. Buckley, John. Telecommunications Regulation. The Institution of Electrical Engineers. Reino Unido. (2003). ISBN 0 85296 444 7
- [3]. Cabello, Sebastian. Gestion del Espectro. Demanda y el Debate sobre usos alternativos. Conferencia ACORN REDECOM. (2010)
- [4]. Cramton, Peter. Spectrum Auctions. Handbook of Telecommunications Economics volume I. capítulo 14. Elsevier (2002). ISBN 0 444 50389 7
- [5]. Gal, Michal. Competition Policy for Small Market Economies. Harvard University Press. 2003. ISBN 0-674-01049-3
- [6]. Gruber, Harald. The Economics of mobile Telecommunications. Cambridge University Press. (2005). ISBN 0 521 84327 8
- [7]. Guigues, Pierre, et al. The Economics of Antitrust and Regulation in telecommunications. Edward Elgar Publishing. (2004). ISBN 1 84376 510 1
- [8]. Illing, Gerhard. Klüh, Ulrich. Spectrum Auctions and Competition in Telecommunications. CES info Seminar Series. MIT Press. (2003). ISBN 0 262 09037 6

- [9]. Kruger, Leonard. Radiofrequency Spectrum Management. Novinka. (2002)
ISBN 1 59033 353 5
- [10]. Leighton, Wayne. Paper: Measuring the Effects of Spectrum Aggregation Limits: Three Case Studies from Latin America. (2009)
- [11]. Pyramid: Paper: Restricting of auctions could boost broadband penetration - Regional, April 27, 2009
- [12]. Roetter, Martyn F. Mobile Broadband, Competition and Spectrum Caps - An independent paper prepared for the GSM Association. Arthur D. Little. (2009)
- [13]. Swain, Wally. Spectrum Caps Derail Mobile Broadband Rollouts in Latin America. Yankee Group. (2010)
- [14]. UIT. Informe UIT-R M.2078. Estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas. (2006)
- [15]. UIT. Recomendación UIT-R M.1645 de 2003, Marco de referencia y los objetivos generales para el desarrollo futuro de los sistemas IMT-2000 y posteriores. (2003)
- [16]. UIT. Recomendación UIT-R M.1768. Metodología de cálculo de las necesidades de espectro para el futuro desarrollo del componente terrenal de IMT-2000 y sistemas posteriores. (2006)

9. Glosario

ANE	Agencia Nacional de Espectro
ANR	Agencia Nacional de Regulación
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones (Antes CRT)
CRT	Comisión de Regulación de Telecomunicaciones
CTIA	The Wireless Association
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
GTAR	Grupos de Técnicas de Acceso Radioeléctrico
IMT	Internacional Mobile Telecommunications
LAN	Local Area Network
MES	Minimum Efficient Scale
MHz	Mega Hertz
MinTIC	Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
PCS	Sistemas de Comunicación Personales
SIUST	Sistema de Información Unificado del Sector de Telecomunicaciones
SUI	Sistema Único de Información
TMC	Telefonía Móvil Celular
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System