

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIO-  
ECONÓMICO DE IDENTIFICAR LA  
BANDA L PARA LOS SERVICIOS IMT”**

*REPORTE FINAL*

CONFIDENCIAL



*Documento elaborado por BlueNote  
Management Consulting para GSMA*

- Septiembre 2014 -

## Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO .....	5
I. Introducción.....	7
II. Antecedentes .....	8
II.a. Proyección de la demanda de espectro .....	8
II.b. Nuevas bandas de frecuencias para los servicios IMT e iniciativas .....	9
III. Servicios prestados actualmente en LAC en Banda L .....	14
IV. Evaluación del impacto de la identificación de la Banda L para IMT .....	18
IV.a. Antecedentes conceptuales y metodológicos .....	18
IV.b. Supuestos utilizados en el modelo.....	24
IV.c. Principales resultados y conclusiones del modelo .....	34
V. Apéndice .....	40
VI. Bibliografía .....	84

## Tabla de Figuras

Figura 1: Diferencia de valor entre el excedente de consumidor y los costos de migración.....	6
Figura 2: Proyección global de tráfico de datos móviles, 2013 - 2018 .....	8
Figura 3: Panel de espectro IMT .....	14
Figura 4: Panel de espectro Banda L.....	16
Figura 5: Estructura del modelo de red.....	19
Figura 6: Total incremental del excedente del consumidor debido al ahorro en costos y a la reducción de precios minoristas .....	21
Figura 7: Uso actual de la banda L.....	25
Figura 8: Costo total de migración por país.....	26
Figura 9: Eficiencia de Espectro (sistemas IMT) y parámetros de diseño .....	27
Figura 10: Inputs y outputs claves .....	28
Figura 11: Fuente de información para el modelo.....	29
Figura 12: Perfil de consumo de datos.....	30
Figura 13: Proyección del suscriptores y de la penetración 4G a 2026 .....	31
Figura 14: Coeficientes y multiplicadores .....	32
Figura 15: Ahorro en costos para operadores de red.....	35
Figura 16: Diferencia entre el excedente del consumidor y los costos de migración.....	36
Figura 17: Suscriptores 4G adicionales obtenidos por ahorro en costos convertidos en reducción de precios minoristas .....	37
Figura 18: Ahorro en costos más adicional de excedente del consumidor en el tiempo .....	37
Figura 19: Impacto indirecto de la identificación de la banda L para las IMT .....	38
Figura 20: Opciones de planes de banda para la banda L.....	45
Figura 21: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Brasil .....	48
Figura 22: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Brasil (cont.).....	49
Figura 23: Evolución del Mercado móvil en Brasil .....	50
Figura 24: Suscriptores por operador.....	51
Figura 25: Atribución de frecuencias de la banda L en Brasil .....	52
Figura 26: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en México .....	53
Figura 27: Evolución del Mercado móvil y su estructura en México .....	55
Figura 28: Planificación de asignaciones de bandas IMT en México .....	55
Figura 29: Atribución de frecuencias de la banda L en México .....	56
Figura 30: Uso actual de la banda L en México .....	57
Figura 31: Planes para la banda L en México.....	58
Figura 32: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Colombia.....	59
Figura 33: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Colombia .....	59
Figura 34: Tenencias de espectro IMT en Colombia .....	60
Figura 35: Evolución del Mercado móvil en Colombia.....	61
Figura 36: Principales operadores del mercado móvil en Colombia .....	62
Figura 37: Atribución de servicios de la banda L en Colombia .....	64

Figura 38: Fechas de expiración de licencias en Banda L en Colombia .....	65
Figura 39: Compatibilidad con IMT en la banda L.....	66
Figura 40: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Ecuador .....	67
Figura 41: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Ecuador (Cont.).....	67
Figura 42: Estructura del mercado móvil y tenencia de espectro en Ecuador .....	68
Figura 43: Atribución de servicios en la banda L en Ecuador .....	70
Figura 44: Uso actual de la banda L en Ecuador .....	71
Figura 45: Planes para la banda L en Ecuador .....	71
Figura 46: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Uruguay .....	72
Figura 47: Espectro asignado para servicios móviles IMT en Uruguay.....	73
Figura 48: Evolución del Mercado móvil en Uruguay .....	74
Figura 49: Atribución de servicios en la banda L en Uruguay.....	75
Figura 50: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Argentina .....	76
Figura 51: Tenencia de espectro por operador en Argentina.....	77
Figura 52: Evolución y estructura del Mercado móvil en Argentina .....	78
Figura 53: Atribución de servicios en la banda L en Argentina.....	79
Figura 54: Bandas identificadas para servicios IMT en República Dominicana.....	80
Figura 54: Evolución y estructura del mercado móvil en República Dominicana .....	81
Figura 56: Atribución de servicios en la banda L en República Dominicana .....	82

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La Resolución 233 (CMR-12) invita a los miembros de la UIT-R a analizar las necesidades de espectro IMT adicional, identificando potenciales bandas de frecuencias para atender estas necesidades, con protección de los servicios existentes y considerando los requisitos de armonización.

La GSMA considera a la Banda L (1.350-1.400MHz/1.427-1.518MHz) como una candidata para servicios IMT; así, ha solicitado a BlueNote Management Consulting (BNMC), una firma de consultoría especializada en temas de espectro, la estimación del impacto socio-económico de la identificación de la Banda L para servicios IMT en la región de Latino América y el Caribe (LAC).

El estudio desarrollado por BNMC cubre una primera etapa enfocada al entendimiento del uso actual de la banda, luego realiza un breve repaso de las consideraciones técnicas, y, por último, aborda la modelización cuantitativa del impacto socioeconómico. Para la investigación y la modelización, se definió una muestra de siete países sobre los cuales realizar un análisis en profundidad, extrapolando luego los resultados a toda la región.

En línea con otros estudios de la GSMA, la metodología subyacente se centra en el impacto en los consumidores finales. Según los resultados del análisis, la identificación de la Banda L para servicios IMT generará un ahorro de costos para los operadores de telecomunicaciones (como resultado de la menor necesidad de inversiones y de gastos operativos para desplegar su red de acceso), lo cual, en condiciones de competencia, deberá ser trasladado a los consumidores, manteniendo los rendimientos del sector a niveles normales.

El estudio estima primero el impacto socioeconómico por tener la Banda L disponible para el servicio IMT en cada uno de los siete países de la muestra. En tal estimación, el modelo compara dos escenarios alternativos: el primero, teniendo la Banda L disponible para el servicio IMT, versus el segundo, sin tener dicha banda; la diferencia entre estos dos escenarios representa el valor incremental, o ahorro en costos, de tener la Banda L disponible. El primer escenario incluye los costos de migración de los usuarios actuales del espectro en la Banda L hacia las bandas destino.

Una vez estimado el ahorro de costos en cada país, y asumiendo que los ahorros serán, en última instancia, trasladados al consumidor mediante reducciones de precios minoristas, el modelo asume un comportamiento dinámico de la demanda del mercado, incorporando usuarios 4G adicionales en

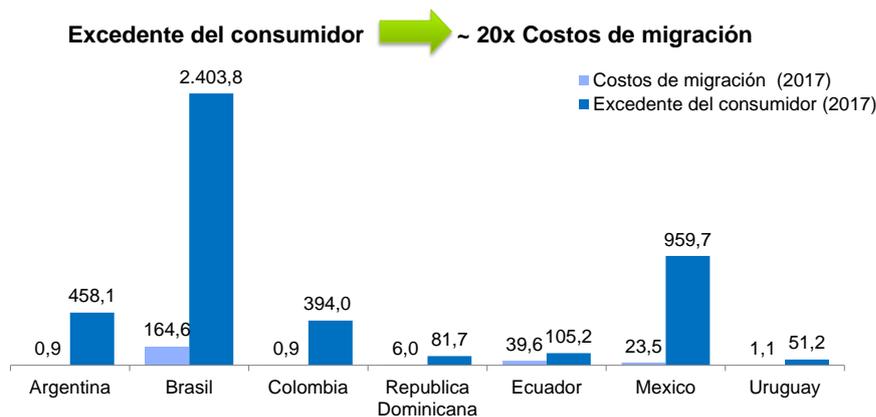
respuesta a estas reducciones de precio. La suma de ambos impactos, es decir, el correspondiente a los ahorros en costos más el de los usuarios incrementales, constituye el excedente del consumidor total.

A 2017, el modelo estima un excedente del consumidor total de USD 4,5 mil millones y de USD 6,6 mil millones, para los siete países de la muestra y para toda la región LAC, respectivamente<sup>1</sup>. En términos de retorno de la inversión, el excedente del consumidor representa casi 20 veces el costo total de migración de los usuarios actuales.

Contar con la Banda L para servicios IMT, no sólo beneficiaría al sector de las telecomunicaciones, sino también generaría impactos indirectos sobre otros sectores, resultando en un aumento de la demanda agregada, en una mejora de la productividad y en la activación del mercado laboral. A 2026, el modelo estima 41.7 millones de nuevos suscriptores 4G en la región LAC, resultando en USD 19.8 mil millones incrementales del PIB<sup>2</sup> y generando más de 13.000 nuevos puestos de trabajo en la economía de la región.

Nuestro análisis cuantitativo concluye que la asignación de la Banda L para servicios IMT originaría beneficios significativos para el sector de las telecomunicaciones, para el Gobierno y para la sociedad en conjunto. La evidencia de estos beneficios puede apreciarse en la diferencia entre las estimaciones del excedente del consumidor versus los costos de migración (ver siguiente cuadro).

**Figura 1: Diferencia de valor entre el excedente de consumidor y los costos de migración**  
USD MM a 2017, valor actual neto, flujos descontados a tasa social



- El costo de migrar los usuarios actuales desde la banda L hacia otra banda no es significativo en relación a la generación de ahorros
- El resultado de identificar la banda L para IMT es positivo en todos los países de la muestra

<sup>1</sup> Estimados para un período de diez años y según flujos de efectivo descontados a las tasa de descuento social.

<sup>2</sup> Incluye impactos directos e indirectos

## I. Introducción

El desarrollo de nuevas tecnologías de acceso de radio de telecomunicaciones, junto con la amplia adopción de los servicios móviles por los consumidores finales, ha aumentado los requisitos de espectro radioeléctrico en todo el mundo. Latino América y el Caribe (LAC), en línea con el resto del mundo, tiene la necesidad de planificar una asignación oportuna de la cantidad necesaria de espectro; y así garantizar un desarrollo adecuado de los servicios móviles de avanzada en la región.

La GSMA considera las bandas: UHF (470-698MHz), la Banda L (1.350-1.400MHz/1.427-1.518MHz), la banda 2,7-2,9GHz y la banda C (3,4-4,2GHz), como posibles candidatas para la ampliación del grupo IMT actual, y así garantizar la disponibilidad de espectro suficiente para el crecimiento del tráfico proyectado.

En este contexto, la GSMA ha encargado a BlueNote Management Consulting estimar el impacto socio-económico de la asignación de la Banda L para los servicios de datos móviles en Latino América y el Caribe. Para poder lograr este objetivo es necesario primero entender las posibles eficiencias derivadas del uso de la Banda L para los servicios móviles frente a otras alternativas en uso.

Este estudio de BNMC se estructura de la siguiente manera:

- El segundo capítulo, donde se analiza la situación actual, la demanda y oferta a nivel mundial y las iniciativas de la UIT y de otras partes interesadas;
- El tercer capítulo, que describe las principales conclusiones del relevamiento en la región LAC;
- El cuarto capítulo, donde se presentan los resultados de nuestro modelo cuantitativo, junto con la base conceptual y las hipótesis claves; y
- El quinto y sexto capítulos, que incluyen los apéndices y la bibliografía, respectivamente.

## II. Antecedentes

### II.a. Proyección de la demanda de espectro

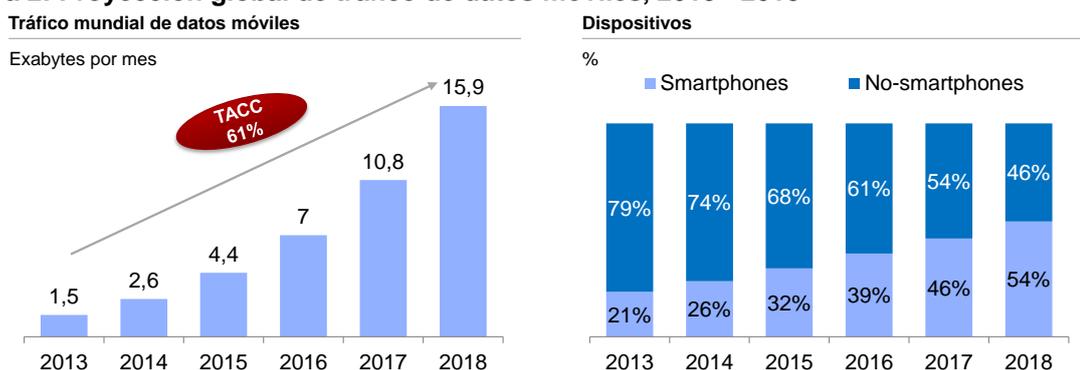
Hasta hace unos pocos años, los consumidores finales utilizaban sus dispositivos móviles solamente para comunicaciones de voz y mensajes de texto; recientemente, esta situación ha cambiado drásticamente. Smartphones, notebooks y tablets, y así como el desarrollo de aplicaciones móviles innovadoras, han dado lugar a un crecimiento exponencial de la demanda de datos; comportamiento que no deja de ser una tendencia creciente para los años siguientes.

Según informe de Cisco<sup>3</sup>, en 2013 el tráfico global de datos móviles creció un 81% en comparación a 2012. Estas tasas de crecimiento varían dependiendo de la región, por lo que en los mercados en desarrollo hubo una duplicación del tráfico de datos móviles en 2013, por ejemplo, en Latino América y el Caribe, el incremento anual fue del 105%.

Aunque los smartphones, tablets y otros dispositivos móviles se utilizan de diferentes maneras, el streaming de vídeo es la actividad más importante en el consumo de datos. Los videos representan el 50% del tráfico de datos móviles y se espera que represente el 66% de la demanda mundial de datos móviles en 2018.

Según estimaciones de Cisco VNI 2014, se espera que el crecimiento del tráfico de datos crecerá a una tasa del 61% anual desde 2013 hasta 2018, lo que representa un crecimiento de ~10 veces, aumentando aproximadamente a 16 exabytes por mes en 2018.

**Figura 2: Proyección global de tráfico de datos móviles, 2013 - 2018**



- En 2018 el tráfico mundial de datos móviles alcanzará los 15,9 EB / mes
- TACC de tráfico mundial de datos móviles (2013-2018): 61%
- Los smartphones son clave para originar el crecimiento de datos móviles

Fuente: Cisco VNI Mobile, 2014

<sup>3</sup> Cisco, 2013

Adicionalmente, el despliegue de la red LTE está impulsando el crecimiento en el uso de los datos; usuarios 4G suelen consumir 6 veces más tráfico de datos<sup>4</sup> que los usuarios 3G. Junto con el despliegue de las redes 4G, el crecimiento de los smartphone es otro factor clave para explicar la expansión exponencial del tráfico de datos móviles.

La UIT ha publicado en su Reporte UIT-R M.2290-0: 'Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT', una estimación de la necesidad de espectro IMT por país para el 2020. El espectro requerido se estima para los mercados de baja densidad y para los mercados de alta densidad de usuarios, basado en el nivel de consumo de datos y en el desarrollo del mercado. El siguiente cuadro muestra la estimación de espectro necesario para 2020.

Tipo de mercado	Total de espectro requerido para pre-IMT, IMT-2000	Total de espectro requerido para IMT-Advanced	Total de espectro requerido
Baja densidad de usuarios	440MHz	900MHz	1.340MHz
Alta densidad de usuarios	540MHz	1.420MHz	1.960MHz

Además de los requisitos de espectro estimados por la UIT, la GSMA y Coleago han publicado sus propias estimaciones para 5 países en el año 2020, como se muestra en la siguiente tabla.

País	Bajo Uso	Alto Uso
Argentina	1.093MHz	1.628MHz
Brasil	1.129MHz	1.676MHz
Chile	893MHz	1.327MHz
Colombia	1.057MHz	1.578MHz
México	977MHz	1.545MHz

En resumen, en base a proyecciones de consumo de datos móviles y de las estimaciones internacionales en materia de demanda de espectro, es inevitable la necesidad de identificar nuevo espectro para la prestación de los servicios IMT, teniendo en cuenta además los prolongados plazos de los procesos de asignación de espectro y los tiempos de despliegue de una nueva red.

## **II.b. Nuevas bandas de frecuencias para los servicios IMT e iniciativas**

### **II.b.i. Iniciativas de la UIT**

<sup>4</sup> CISCO VNI 2014

Considerando el crecimiento de la demanda de espectro y la contribución positiva de la banda ancha móvil en aspectos económicos y sociales de los países desarrollados y en desarrollo, durante la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2012 (CMR-12), la UIT adoptó la Resolución 807 [COM6/6] (CMR-12) para definir el orden del día de la CMR-15. El artículo 1.1 de esta agenda se relaciona con "*considerar atribuciones adicionales de espectro al servicio móvil a título primario y la identificación de bandas de frecuencias adicionales para las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) y las disposiciones reglamentarias correspondientes, para facilitar el desarrollo de las aplicaciones terrestres de banda ancha móvil, de conformidad con la Resolución 233 [COM6/8] (CMR-12)*"<sup>5</sup>.

La Resolución 233 invita a los miembros de la UIT-R a analizar las necesidades de espectro adicionales y las bandas de frecuencia posibles para atender estas necesidades, teniendo en cuenta la protección de los servicios existentes y las necesidades de armonización. Además, pone de manifiesto que la adecuada y oportuna disponibilidad de espectro será fundamental para apoyar el crecimiento del sistema de la banda ancha móvil (es decir, el desarrollo de IMT).

En respuesta a la invitación incluida en la Resolución 233, las administraciones de espectro en todo el mundo, asociaciones internacionales, proveedores y operadores han enviado contribuciones a los grupos de estudio de la UIT (WP 5D y JTG 4-5-6-7). Se han enviado recomendaciones sobre los rangos de frecuencias adecuadas que podrían ser utilizados para el desarrollo de servicios IMT, además de estudios de compatibilidad entre servicios IMT y los servicios actuales que operan en las bandas recomendadas.

Como las administraciones pueden desplegar sistemas IMT sólo en partes específicas de la banda, es útil observar qué bandas de frecuencias ya están identificados para las IMT. Estas bandas se enumeran en la tabla siguiente.

Banda (MHz)	Notas del reglamento de radio
450-470	5.286AA
698-960	5.313A, 5.317A
1.710-2.015	5.384A, 5.388
2.110-2.200	5.388
2.300-2.400	5.384A
2.500-2.690	5.384A
3.400-3.600	5.430A, 5.432A, 5.432B, 5.433A

Bandas de frecuencias identificadas para IMT<sup>6</sup>

<sup>5</sup> UIT, 2012

<sup>6</sup> UIT, 2013 Recommendation ITU-R M.1036-4 about Radio Regulations (RR) edition 2008

Los miembros del UIT-R han enviado recomendaciones sobre bandas adecuadas adicionales para IMT, en consonancia con el punto 1.1 del orden del día de la CMR-15. A continuación, enumeramos el rango de espectro con potencial de identificación para IMT y sus principales atributos:

- bandas más bajas de cobertura: por debajo de 698MHz y por encima 450MHz
- bandas intermedias para capacidad y cobertura: por encima 960MHz y por debajo de 1.710MHz
- bandas superiores de capacidad: alrededor de 2.200MHz y 2.500MHz
- bandas de frecuencias muy altas para rendimiento: por encima de 3.600MHz

La característica de cobertura de bandas más bajas son fundamentales para los países en desarrollo, ya que representan una solución para ofrecer, a costos eficientes, servicios de banda ancha en zonas rurales y con baja población. Por otro lado, la capacidad de estas bandas bajas es clave para atender la demanda de alto tráfico que se requieren en los nuevos servicios y por el perfil de consumo de los clientes finales. Por último, el atributo de rendimiento de espectro VHF es ideal para las zonas activas de muy alta densidad y zonas interiores donde se necesita ancho de banda sustancial para apoyar un alto rendimiento.

La Banda L está incluida entre las bandas intermedias ya que cuenta con atributos de capacidad y cobertura, en comparación con las bandas de frecuencia más altas. Sin embargo, es común que en Latino América la solución a temas de cobertura se instrumente mediante bandas de frecuencia por debajo de 1GHz, dada la amplia geografía y bajos índices de densidad poblacional.

Asimismo, la Band L ha generado varios debates en escenarios internacionales porque los servicios que operan actualmente en la banda, o en las bandas adyacentes (mayormente, servicios pasivos), requieren protección contra interferencias, para lo cual es necesario estudios específicos sobre la compatibilidad con los sistemas IMT.

#### **II.b.ii. Otras iniciativas y recomendaciones**

En el contexto de las reuniones WP 5D y JTG, algunas organizaciones regionales, tales como Electronics Communications Committee (ECC), que forma parte de European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), proveedores y vendedores de tecnología aportaron sus contribuciones e informes con respecto a la idoneidad de la Banda L para el uso del IMT. En esta sección, se resumen las iniciativas y recomendaciones más relevantes.

Esta sección incluye un resumen del CEPT European Communications Committee (ECC) Report 188 en relación a los temas aquí tratados.

En 2010, la CEPT analizó el futuro de la Banda L con el fin de utilizar 40MHz de espectro para nuevos servicios, y con el objetivo de que proporcionara más beneficios sociales y económicos a Europa.

De acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, la mayor parte de la parte superior de la Banda L de 1.452-1.492MHz se atribuye a telefonía fija, móvil (salvo móvil aeronáutico), la radiodifusión y los servicios de radiodifusión por satélite. El CEPT decidió evaluar la viabilidad de una serie de nuevos servicios en la banda, incluyendo: radiodifusión terrestre, banda ancha móvil, enlace descendente complementario móvil, radiodifusión sonora digital por satélite, creación de programas y acontecimientos especiales (PMSE, por sus siglas en inglés), protección pública y operaciones de socorro y emergencias (PPDR, por sus siglas en inglés) y redes de banda ancha para comunicación directa aire-tierra.

Los criterios definidos para evaluar cada servicio fueron<sup>7</sup>:

- compatibilidad con el marco regulatorio actual
- posibilidad de compartir con otros servicios/usos
- maximización de beneficios sociales y económicos
- período de disponibilidad de equipos a gran escala y el despliegue de aplicaciones (estado de la estandarización)
- potencial de la economía de escala

Teniendo en cuenta el resultado del análisis, la ECC decidió designar a la banda de 1.452–1.492MHz para Supplemental Downlink en redes de comunicaciones Móvil/Fijo (MFCN, por sus siglas en inglés). Por otra parte, la ECC definió las condiciones técnicas para la armonización de banda basado en 8 bloques de 5MHz, y eliminó la sub-banda de designación 1.479,5-1.492MHz para Radiodifusión de Audio Digital por Satélite<sup>8</sup>.

En febrero de 2013 Qualcomm, Ericsson y Orange han realizado con éxito la primera demostración en vivo del mundo de SDL en Banda L<sup>9</sup> (1.484-1.492MHz), combinada con la banda de 2,1GHz. Después del informe de ECC, 3GPP incluyó la característica de SDL en las especificaciones de LTE y HSPA+. La Banda L para SDL en E-UTRA y UTRA se incluyó en 3GPP Release 12 y la especificación se completó en junio 2014<sup>10</sup>.

Aunque la Banda L se encuentra ampliamente asociada con el rango de espectro comprendido entre 1GHz a 2GHz, conocida mundialmente como la banda inferior para servicios de satélite<sup>11</sup>, sólo una

---

<sup>7</sup> CEPT, 2013

<sup>8</sup> idem

<sup>9</sup> ERICSSON, 2013

<sup>9</sup> Band 11 and Band 21 in 3GPP Specifications

<sup>10</sup> 3GPP, 2014

<sup>11</sup> Marine Satellite Systems, 2010

parte de este rango de frecuencias se utiliza realmente para este tipo de servicio. Así, la Banda L tiene una variedad de otros usos actuales, incluyendo la telemetría, el radar, la radiodifusión sonora digital (terrestre y satélite), los enlaces fijos (punto a punto y punto a multipunto), la radioastronomía, entre otros.

En la Región 2, la parte de la Banda L entre 1.452MHz y 1.518MHz ya se encuentra atribuida a los servicios móviles. Mientras que en la Región 3, ya existen redes comerciales LTE que operan en Banda L de acuerdo con las especificaciones<sup>12</sup> 3GPP, incluidos los dos operadores japoneses NTT DoCoMo y Softbank.

---

<sup>12</sup> Band 11 and Band 21 in 3GPP Specifications

### III. Servicios prestados actualmente en LAC en Banda L

Para evaluar una nueva identificación de la Banda L, es necesario relevar y entender el uso actual de la banda en la región LAC, incluyendo: los perfiles de usuarios actuales, la factibilidad de migrarlos a otras bandas, otras asignaciones IMT y la agenda pública, en su caso, con respecto a la Banda L.

En el marco del proyecto, BlueNote distribuyó solicitudes de información y sostuvo entrevistas con los reguladores locales de espectro de los siete países incluidos en la muestra, con el fin de describir el uso actual y las metas públicas respecto a la gestión de espectro. A partir del análisis detallado de los países de la muestra, los hallazgos fueron posteriormente extrapolados para toda la región LAC. La encuesta se dividió en dos áreas de investigación; la primera, enfocada a comprender la disponibilidad y planes de asignación de espectro IMT en general, y la segunda, orientada a relevar los usos actuales de la Banda L específicamente.

La siguiente tabla resume los resultados de la primera parte de la investigación.

**Figura 3: Panel de espectro IMT 2014**

	Total identificado para IMT (MHz)	Bandas IMT asignadas	Total asignado (MHz)	# BTS	Planes de asignación
 Brasil	660	450MHz 850MHz / 900MHz 1800MHz / 1900MHz 2100MHz 2500MHz	529	~ 50,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banda 700MHz (80MHz, subasta a realizarse en 4Q 2015)</li> </ul>
 Mexico	600	850MHz / 1900MHz AWS	260	~31,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banda 700MHz (90MHz a fines 2014)</li> <li>Banda AWS (30MHz a fines 2015)</li> <li>Banda 2.5GHz (60MHz a fines 2015)</li> </ul>
 Colombia	590	850MHz / 1900MHz AWS / 2,5GHz	415	~ 20,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>900MHz (20MHz) y 1.9GHz (5MHz) a principios 2015</li> <li>700MHz (total o parcial)</li> <li>2.5GHz (30MHz)</li> </ul>
 Ecuador	570	850MHz / 1900MHz AWS / 700MHz	180	~ 9,000	A fines 2014 o principios 2015: <ul style="list-style-type: none"> <li>700MHz (parcial) y AWS (50MHz)</li> <li>2.5GHz (190MHz)</li> <li>1900MHz (60MHz)</li> </ul>
 Uruguay	310	850MHz / 1900MHz 1800MHz / 2100MHz AWS / 900MHz	270	~2,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>700MHz (90MHz en 2016)</li> </ul>
 Argentina	380	850MHz / 1900MHz	136	~ 16,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bandas 700MHz y AWS (subasta anunciada para 4Q 2014)</li> <li>1900MHz (remanente 20MHz, en 2014)</li> </ul>
 Rep. Dom.	710	850MHz / 900MHz / 1900MHz AWS / 2,5GHz	450	N / A	Sin agenda definida

Nota: cifras de República Dominicana excluyen AWS extendida (1.755-1.770MHz y 2.155-2.170MHz)  
Asignaciones actuales estimadas con base en cobertura nacional  
Fuente: entrevista a reguladores locales por país e investigación web

Como se puede observar en la tabla anterior, Brasil es el país que ha asignado el mayor espectro para la prestación de IMT. Las bandas que ya se encuentran asignadas son: 450MHz, 850MHz, 900MHz,

1.800MHz, 1.900MHz, 2,1GHz y 2,5GHz, en tanto que se prevé la asignación de la banda del dividendo digital (700MHz) a fin del presente año.

Las diferencias en las asignaciones de espectro 4G es un aspecto distintivo del mercado de América Latina. Argentina es el único país que ha demorado la asignación de cualquier espectro para servicios 4G<sup>13</sup>, mientras, los restantes países ya han asignado espectro en la banda AWS. Colombia, Brasil, la República Dominicana y Ecuador también han asignado los 2.5GHz, mientras que el segundo también lo ha asignado la banda de dividendo digital.

En cuanto a los planes de asignación, la mayoría de los países tienen planes a corto plazo para la asignación de espectro IMT adicional<sup>14</sup>. Sin embargo, aunque estas nuevas asignaciones mejorarán la disponibilidad de espectro IMT de la región, todavía no cubren las necesidades de espectro de la UIT, mencionadas en el Reporte UIT-R M.2290-0<sup>15</sup>.

La parte del relevamiento específico sobre la Banda L se ha estructurado en tres categorías, a saber: el perfil de uso actual, la factibilidad de migración de los usuarios actuales a otra(s) banda(s) (incluyendo tanto el funcionamiento y la viabilidad normativa) y la posición del regulador y sus planes con respecto a la banda.

Como se puede observar en la tabla de más abajo, los enlaces punto a punto para servicios fijos son los más frecuentes dentro de la Banda L son. Aunque Brasil y Ecuador tienen un número significativo de usuarios, hay relativamente pocos usuarios en los otros países de la muestra. Los enlaces pertenecen a diferentes sectores (aunque las telecomunicaciones es el más frecuente), se encuentran ampliamente distribuidos geográficamente y poseen un número significativo de usuarios en zonas rurales. En Brasil, donde se ha asignado la mayor cantidad de licencias, los usuarios actuales incluyen empresas de telecomunicaciones, de energía y de servicios públicos.

---

<sup>13</sup> A pesar de que se anunció una subasta de espectro para fines de octubre 2014

<sup>14</sup> Algunos países ya han anunciado formalmente su proceso de asignación de espectro 4G (por ejemplo, Brasil, Argentina), mientras que en otros países el anuncio formal aún está pendiente (por ejemplo, Colombia, Ecuador).

<sup>15</sup> Según este informe, en 2020, debe haber un total de 1.340 MHz y 1.960 MHz identificado para las IMT en los mercados de baja densidad y de alta densidad, respectivamente.

**Figura 4: Panel de espectro Banda L**  
2014

	Usuarios actuales / uso	Factibilidad operativa para migrar	Factibilidad legal para migrar	Enlaces de la banda L	Agenda pública respecto banda L
 Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enlaces punto a punto y punto a multipunto</li> <li>Gran cantidad de licencias a usuarios (telcos, petróleo&amp;gas, servicios públicos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativamente complejo, debido a la alta cantidad de usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Licencias con una duración de 10 años (sin renovación automática)</li> </ul>	~ 2,800	<ul style="list-style-type: none"> <li>A ser propuesta para IMT, en conjunto con otras bandas</li> </ul>
 Mexico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio Fijo de sistema de microondas punto a punto</li> <li>Principalmente empresas privadas, y algunas entidades estatales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativamente simple, debido a que el número de usuarios es limitado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asignaciones por 15 años</li> <li>No es posible migrar usuarios de una porción de la banda</li> </ul>	~367 (1427-1525 MHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta potencial</li> </ul>
 Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso principal: redes punto a punto. Servicios de soporte a Telecomunicaciones</li> <li>Pocos usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A priori, los usuarios estarían de acuerdo en migrar a otra banda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simple, casi el 100% de las licencias expiran en 2020</li> </ul>	~26 punto a punto ~67 punto a multipunto (DECT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A ser propuesta para IMT, en conjunto con otras bandas</li> </ul>
 Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios fijos de enlace de radio</li> <li>Proveedores de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativamente complejo, debido a la alta cantidad de usuarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asignaciones por 5 años, luego deben renovarse</li> </ul>	~ 650	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta potencial</li> </ul>
 Uruguay	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo nivel de uso (no más de 10 usuarios)</li> <li>Usuarios privados y entidades de Gobierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simple, debido al reducido número de usuarios</li> <li>La mayoría de los usuarios tienen equipos obsoletos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin plazo de expiración</li> <li>Asignado bajo el principio de carácter precario o revocable, teniendo el regulador la capacidad para modificar plazo</li> </ul>	~ 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>A definir</li> </ul>
 Argentina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enlaces punto a punto</li> <li>Autorizaciones para operar Sistemas multicanal Digital (MXD)</li> </ul>	• N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regla: sin fecha de caducidad</li> <li>No obstante, 10 años para espectro de telecomunicaciones</li> </ul>	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>A definir</li> </ul>
 Rep. Dom.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radionavegación Aeronáutica y enlaces punto a punto</li> <li>12 usuarios: servicios públicos, organizaciones religiosas, oficinas de Gobierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen planes para cambiar la atribución de esta banda ni migrar sus usuarios</li> </ul>		~ 100 (12 usuarios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen planes para esta banda</li> </ul>

Fuente: entrevista a reguladores locales por país e investigación web

Los usuarios titulares de la Banda L, probablemente, sean reacios a migrar a otras bandas a menos que sean compensados, debido a que han invertido en equipos específicos para determinadas frecuencias. Frente a esto, los reguladores podrían o bien esperar al vencimiento de las licencias actuales, para luego migrar a los usuarios, o bien, forzar una migración anticipada, aunque esto sólo es posible en unos pocos contextos normativos. Algunos reguladores también podrían, no obstante, implementar la migración de los usuarios actuales basados en fundamentos de eficiencia del espectro - en Uruguay, Argentina y Ecuador se asegura la continuidad de espectro a sus titulares mientras dure la licencia, pero no necesariamente debe ser en una frecuencia específica.

Si bien existen probabilidades de una reacción adversa por parte de los usuarios actuales, en este informe se demuestra que los beneficios de identificar la Banda L para IMT equivalen a casi 20 veces los costos de la migración de los usuarios en toda la región de LAC. Esto significa que los costos de migración podrían fácilmente ser absorbidos por los beneficiarios de dicha reasignación. No existe, por lo tanto, una relación de exclusividad entre los usuarios actuales y los nuevos usuarios IMT, ya que ambos tendrían el espectro que necesitan sin incurrir en una pérdida neta.

En cuanto a la factibilidad de la migración de la banda, no se han identificado mayores barreras, al margen de cuestiones operativas en los países con un gran número de usuarios actuales. Y en algunos casos, Uruguay es un ejemplo, la mayoría de los equipos se encuentran obsoletos (y los usuarios actuales podrían contar ya con planes de actualización).

En cuanto a la agenda y los planes para la identificación de la Banda L para servicios IMT, más de la mitad de los países manifestaron preliminarmente una posición favorable. Brasil, Colombia, México y Ecuador apoyarán presumiblemente dicha identificación, mientras que Argentina y Uruguay aún no han adoptado una posición definitiva y el tema sigue siendo objeto de análisis. La República Dominicana es el único país que no evaluará la posibilidad.

Una vez terminada la investigación en los siete países de la muestra, se puede concluir que no existen barreras insalvables para la identificación de la Banda L para las IMT. Asimismo, la mayoría de los países son positivos con respecto a los informes y recomendaciones de la UIT-R pertinentes, ya se encuentran evaluando esta iniciativa y son optimistas sobre la posibilidad de que la Banda L esté disponible en un futuro cercano.

## IV. Evaluación del impacto de la identificación de la Banda L para IMT

En esta sección, se presentan el modelo para estimar el impacto económico de tener la Banda L disponible para los servicios móviles, los supuestos claves para la modelización de este impacto, así también como los resultados finales y conclusiones.

### IV.a. Antecedentes conceptuales y metodológicos

Tener la Banda L disponible para los servicios móviles derivará en beneficios para los operadores móviles, para el mercado y, en última instancia, a los consumidores finales. Sin embargo, este escenario implica que los usuarios históricos de la Banda L deberán ser reasignados a otras frecuencias, originando costos de migración. La clave de nuestro modelo es comparar los beneficios totales de la reasignación versus su costo, que es básicamente el costo de la migración. El cálculo de los beneficios totales involucra tanto el ahorro en costos, para los operadores móviles, como el incremento del excedente del consumidor, para los usuarios finales

El estudio calcula primero el impacto socio-económico de la identificación de la Banda L para las IMT en cada uno de los siete países de la muestra. Con este fin, se comparan dos escenarios para cada mercado: un primer escenario, donde se cuenta con la Banda L para el despliegue de los servicios IMT, y un segundo escenario, donde no se cuenta con dicha banda. La diferencia entre estos escenarios es el valor incremental, o el ahorro de costos, de la identificación de la Banda L para las IMT. El primer escenario incluye los costos de la migración de los usuarios actuales como una inversión para la limpieza de la banda.

Luego de estimado el ahorro de costos en cada país, se asumió que las condiciones de competencia entre operadores trasladará este ahorro al usuario final, vía reducciones en los precios minoristas. Así, el modelo asume un comportamiento dinámico de la demanda del mercado, con los usuarios adicionales 4G siendo atraídos por los menores precios. La suma de ambos efectos, es decir, del excedente adicional del consumidor y del ahorro en costos, representa el excedente total del consumidor.

#### Estimaciones de ahorros en costos

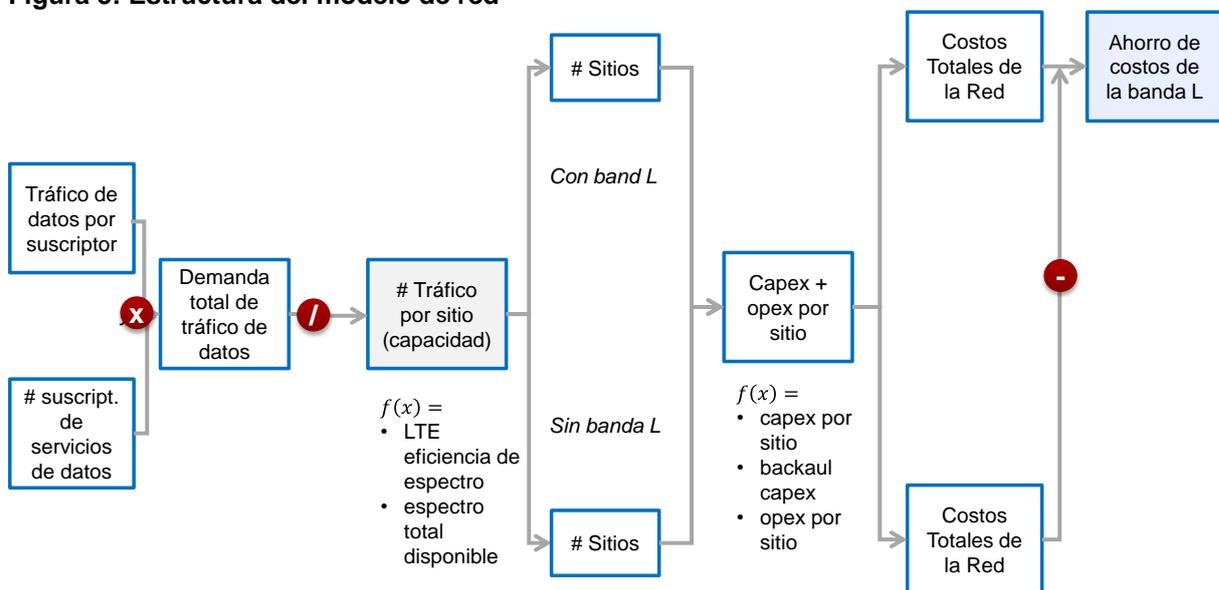
Como se muestra en la sección anterior, la demanda de servicios móviles está aumentando rápidamente; para acompañar este crecimiento, los operadores móviles necesitan ampliar sus capacidades de acceso a la red. Los operadores pueden realizar esta expansión a través del despliegue de infraestructura adicional (es decir, nuevos sitios) y/o mediante la utilización de un mayor espectro. La mayoría tendrá que realizar ambas opciones.

La disponibilidad de nuevas bandas IMT permite a los operadores móviles reducir su inversión y sus gastos operativos por medio de un menor número de radio bases o sitios. Esto se debe a que el espectro y la infraestructura de acceso de radio son, en cierta medida, sustitutos<sup>16</sup> entre sí en la prestación de servicios móviles.

En este orden de ideas, se calcula el ahorro en costos para un operador de telefonía móvil originado en una mayor disponibilidad de espectro, como la diferencia en sus montos totales de inversión y de gastos operativos entre un escenario con la Banda L disponible frente a un escenario sin esta banda.

Para las estimaciones de estos impactos, se desarrolló un modelo de red basado en la estructura descrita en la siguiente figura:

**Figura 5: Estructura del modelo de red**



La demanda total de tráfico de datos es uno de puntos fundamentales para el modelo. Una obtenidas las proyecciones de tráfico total, es necesario estimar el tráfico total por sitio. El tráfico de cada sitio depende de la eficiencia espectral (a mayor eficiencia, mayor el tráfico por sitio) y la disponibilidad de espectro (a mayor espectro disponible, mayor el tráfico por sitio). Los supuestos y consideraciones que tomamos en cuenta para calcular el tráfico total por sitio se describen en la sección correspondiente de supuestos. El tráfico por sitio nos permite calcular el número de sitios que un operador requiere para satisfacer su demanda de tráfico con una determinada cantidad de espectro.

<sup>16</sup> Sin embargo, esta sustitución no es perfecta, debido a varios obstáculos: el tiempo para la creación de nuevos sitios, restricciones de autorización legal para los sitios urbanos y servicios específicos que demandan alta capacidad de tráfico (por ejemplo, el streaming).

Para un operador de telefonía móvil, los beneficios de tener un mayor espectro se asocian con un aumento en la capacidad y en el área de cobertura. Sin embargo, estos beneficios dependen de la frecuencia específica: los beneficios de las bandas de baja frecuencia (es decir, menor a 1GHz) incluye tanto la capacidad y la cobertura, pero los beneficios de las bandas de alta frecuencia (es decir, mayor a 1GHz) se limitan más, por lo general, a la capacidad, ya que tienen menos poder de propagación.

Este sería el caso en América Latina, donde la cobertura se suele realizar con espectro por debajo de 1GHz, proporcionando banda ancha móvil a comunidades de baja densidad distribuidas en grandes áreas. Por lo tanto, para LAC se asume un escenario conservador, donde se utilizaría la Banda L para aumentar la capacidad de la red. Asimismo, Qualcomm ha propuesto emplear la Banda L para aumentar la capacidad del enlace descendente a través del supplemental downlink (SDL).

El número total de sitios depende de la disponibilidad de espectro total, y por lo tanto, tener más espectro disponible a través de la identificación de la Banda L para los servicios móviles se traducirá en un menor número de sitios, dada una demanda de tráfico determinada.

Esta diferencia en el número de sitios entre los dos escenarios (es decir, con y sin Banda L) origina la diferencia en los costos totales de la red, y, en última instancia, el ahorro en costos por contar con la Banda L.

#### Excedente del consumidor

Los ahorros en costos por tener la Banda L disponible para los servicios móviles derivan en mejores condiciones competitivas, y en beneficios para los consumidores finales. El supuesto central es que, bajo condiciones competitivas, los operadores móviles no obtienen rendimientos extraordinarios, y por lo tanto, tienen que trasladar los beneficios hacia el consumidor final, vía, por ejemplo, de una reducción en precios, a fin de evitar cualquier pérdida en su participación de mercado.

En línea con estudios anteriores de GSMA<sup>17</sup>, la metodología de evaluación de impacto se sirve del concepto de excedente del consumidor. La literatura económica define el excedente del consumidor<sup>18</sup> como la diferencia entre lo que un consumidor está dispuesto a pagar por un servicio ("voluntad de pago") y lo que realmente paga por ello (el precio de mercado). La siguiente figura describe este concepto.

---

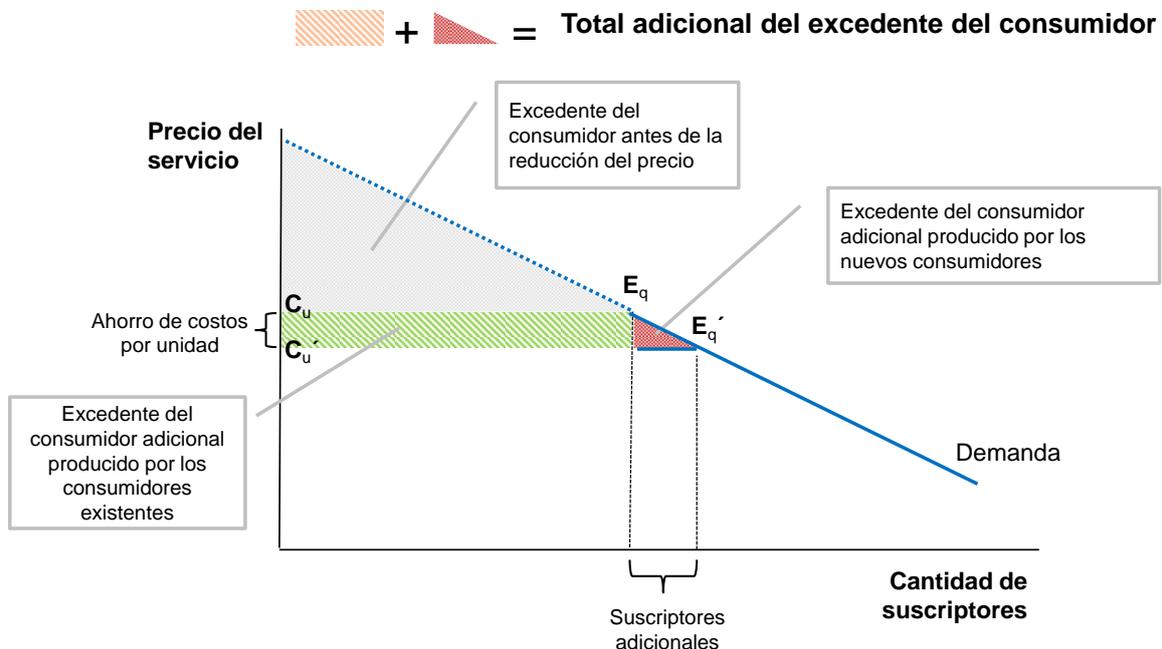
<sup>17</sup> GSMA (2013) *et al.*

<sup>18</sup> Varian Hal R. (1992)

**Figura 6: Total incremental del excedente del consumidor debido al ahorro en costos y a la reducción de precios minoristas**

$E_q$  : Actual precio de mercado

$E'_q$  : Nuevo precio de mercado



Como se muestra en la figura anterior, el precio que un consumidor específico está dispuesto a pagar (representada por la parte de puntos de la curva de demanda en la figura) supera el precio de mercado ("E"). El importe de esta diferencia es el excedente del consumidor.

Cada consumidor disfrutará de diferentes niveles de excedente del consumidor. En la ilustración anterior, el consumidor más voraz goza del mayor excedente del consumidor, mientras que el consumidor marginal goza de un excedente del consumidor que es igual a cero. Para obtener el excedente total del consumidor de todo el mercado, hay que sumar el excedente del consumidor para cada consumidor (el triángulo sombreado gris).

Los ahorros en los costos por un mayor espectro disponible impactarán en el costo para los operadores, y, bajo condiciones competitivas, es de esperar que estas reducciones se trasladen a los consumidores a través, por ejemplo, de una reducción en el nivel de precios minoristas. Asumiendo que una vez que la Banda L se asigna a servicios IMT, los operadores son capaces de reducir los precios, y por lo tanto los precios de mercado caen de E a E' (como en la figura anterior). El excedente total del consumidor será más alto que el excedente del consumidor antes de la reducción de precios. El excedente del consumidor adicional comprende dos componentes: el incremento neto en el excedente del consumidor de cada consumidor existente (el rectángulo verde en la figura anterior) más el excedente del consumidor de nuevos suscriptores (el triángulo rojo en la figura anterior).

Para estimar la demanda adicional, que resulta una vez que los ahorros en costos se traducen en menores precios, se debe considerar la elasticidad precio de la demanda (véase la sección siguiente para detalles sobre este supuesto), que es la herramienta para estimar qué número de consumidores adicionales entrarán al mercado como consecuencia de esta baja en los precios. Para estimar las reducciones de precio con que se beneficia el consumidor final, se asume que los ahorros en costos para el operador resultan en reducciones de precios minoristas de igual valor absoluto.

Finalmente, se asume una curva de oferta plana en el margen, o productividad constante en el margen. Eso significa que los operadores tendrán igual costo por suscriptor adicional al que tenían por sus suscriptores existentes. Esta es una simplificación razonable ya que el número total de nuevos suscriptores representa una parte muy limitada de la base actual de suscriptores (aproximadamente 2%).

Para llegar al impacto socio-económico neto de la asignación de la Banda L para las IMT, se compara el impacto neto para el usuario final -la diferencia entre los dos escenarios- con los costos de la migración a otras frecuencias de los usuarios actuales. Más adelante presentamos los supuestos utilizados para llegar a las estimaciones de los costos de migración.

### Impactos Indirectos

Tener la Banda L disponible para servicios IMT no sólo beneficiará al sector de las telecomunicaciones y la economía en general, sino que también va a generar impactos indirectos en otros sectores, mejorando la productividad, aumentando la demanda agregada, y creando nuevas oportunidades de empleo en el mercado laboral. El espectro adicional por la disponibilidad de Banda L significa un mayor número de suscripciones de banda ancha móvil que tendrán efectos en cascada sobre la demanda interna, el gasto en otros sectores y en la productividad de la economía en general.

Se dividieron los impactos indirectos en tres ejes:

- impacto en el PBI
- impacto en la generación de empleo
- impacto fiscal

La asignación de la Banda L para los servicios móviles crea valor económico, ya que implica un mejor uso de un recurso escaso, originando un ahorro de costos para el sector de las telecomunicaciones, y por lo tanto, impulsando la economía nacional y el PBI total.

El PBI también tendría impactos adicionales de esta reasignación, ya que mayores tasas de penetración de banda ancha mejoran la eficiencia de la economía. Al respecto, existen diversos estudios de la

UIT<sup>19</sup>, que demuestran que la penetración de banda ancha tiene un impacto positivo en la productividad, la eficiencia económica y, en última instancia, sobre el PBI.

Se espera que la identificación de la Banda L para las IMT tenga un impacto positivo en la capacidad de creación de empleo de cada país. La creación de empleo directo se produce con la demanda inducida por la construcción de redes de banda ancha, así como puestos de trabajo en las industrias de equipos de telecomunicaciones. De igual modo, los flujos adicionales que genera el excedente del consumidor resultarán en mayores fondos disponibles para el gasto de los hogares, aumentando la demanda agregada.

Es importante señalar que no se ha realizado un análisis primario del impacto en el PBI y la creación de empleo como resultado de la identificación de la Banda L para las IMT. En lugar de ello, el estudio obtiene los parámetros y factores utilizados en la modelización a partir de estudios ya existentes<sup>20</sup>.

La identificación de la Banda L para IMTE resultará además en mayor recaudación fiscal. En efecto, el gasto de los consumidores adicionales, fruto de la reducción de precios minoristas, posibilitarán este aumento en la recaudación, ya que implican un aumento neto en el gasto total.

#### Extrapolación a Latino América y el Caribe (LAC)

Aunque el alcance del estudio es toda Latino América y el Caribe, por razones de priorización, el estudio se enfoca inicialmente en siete países de la región; los resultados y hallazgos del análisis detallado por país, se extrapolan al resto de la región, para lograr conclusiones representativas.

Para extrapolar los resultados, se consideraron diferentes indicadores; aquellos que mejor se ajustaban con la variable a explicar fueron los finalmente seleccionados.

Variable	Fundamento
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proyecciones de suscriptores 4G</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El valor del espectro y el impacto de tener una mayor cantidad están positivamente relacionados con la demanda del mercado de tráfico (“cuantos más mejor”), y los suscriptores 4G son los que tienen un perfil de consumo de datos más alto</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño del mercado, según el total de habitantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimaciones del excedente del consumidor y de los otros impactos indirectos dependen</li> </ul>

<sup>19</sup> ITU 2012

<sup>20</sup> ITU 2012 y Telecom Advisory Services 2011

	<i>del tamaño del mercado, medido en cantidad de habitantes</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ARPU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>El ingreso promedio por usuario tiene un impacto directo en la estimación del excedente del consumidor en base a los suscriptores adicionales</i></li> </ul>

Estas tres variables explicativas fueron utilizadas para estimar los impactos socio-económicos para la región entera LAC. Los impactos estimados son:

- ahorro en costos y excedente del consumidor
- suscriptores adicionales
- impacto eficiencia y el crecimiento del PBI
- creación de empleo
- impacto fiscal

Se analizaron diferentes combinaciones de las variables evaluando su nivel de importancia y el poder explicativo, y se decidió excluir la variable ARPU debido a su falta de significación estadística. La versión final del modelo de extrapolación consiste en una regresión multivariada basada en las variables población total y suscriptores 4G<sup>21</sup>.

#### **IV.b. Supuestos utilizados en el modelo**

En esta sección se presentan los supuestos claves utilizados en nuestro ejercicio de modelización, así como los parámetros más relevantes.

Los principales supuestos del modelo se pueden estructurar en tres grupos: los costos de migración, la tecnología y las variables financieras y de mercado.

#### **V.b.i Otros servicios que operan en la banda y los costos de migración**

Como se describe en la sección IV, la Banda L se utiliza en Latino América y el Caribe para la operación de los servicios fijo (enlaces de radio punto a punto y punto a multipunto), siendo Brasil el que tiene el mayor número de licencias en la banda (~6.000 licencias, cerca 2.800 enlaces de radio).

Los servicios de radio asignados en la banda 1.350-1.400MHz no son tan significativos; de hecho, los reguladores de los países muestreados no mantienen información trazable sobre los equipos que funcionan en esta porción. Además, los servicios de Radiolocalización pueden operar por debajo de la

<sup>21</sup> La variable ARPU solo mostró significancia para la estimación del impacto sobre el PBI.

frecuencia de 1.350MHz; por lo tanto, el modelo no incluye los costos de migración asociados a estos servicios. La siguiente figura muestra el uso actual de la Banda L por cada servicio asignado en los países tomados como muestra.

**Figura 7: Uso actual de la banda L**

	Radiolocalización (1350-1400MHz)	Servicio Fijo (1427-1518MHz)	Radiodifusión (Satélite y Terrestre)	Factibilidad de migración
 Brasil	Sin información	~6000 licencias ~2800 enlaces	No disponible	OK
 Mexico	Sin información	367 enlaces	No disponible	OK
 Colombia	Sin información	26 enlaces punto a punto 67 licencias punto a multipunto	No disponible	OK
 Ecuador	Sin información	650 enlaces	1 licencia (200 suscriptores)	OK
 Uruguay	Sin información	10 enlaces	No disponible	OK
 Argentina	Sin información	N.a.	No disponible	OK
 Rep. Dominicana	Sin información	100 enlaces	No disponible	OK

Fuentes: entrevista a reguladores locales

En los siete países de la muestra hay 3.953 enlaces de radio que operan en la banda de 1.427-1.518 MHz. Una parte considerable de las licencias actuales otorgadas expiran en 2017, y por lo tanto los servicios se pueden migrar a otras bandas. Sin embargo, en algunos países la información de vencimiento de las licencias es limitada o inexistente, por lo que para los fines de modelización se supuso que en esos países el 30% de los enlaces de radio podría ser removido antes de 2017<sup>22</sup>.

Es técnicamente posible migrar los usuarios actuales a otras bandas de frecuencias atribuidas a los servicios fijos, tales como:

- Bandas bajas por debajo de 5GHz: 2GHz, 4GHz, 5GHz
- Bandas altas por arriba de 5GHz: 6GHz, 7GHz, 11GHz, 15GHz, 18GHz, etc.

<sup>22</sup> 30% de los enlaces de radio podría ser apagado antes del 2017, ya sea debido a que la expira la licencia o porque es factible de suspender el servicio.

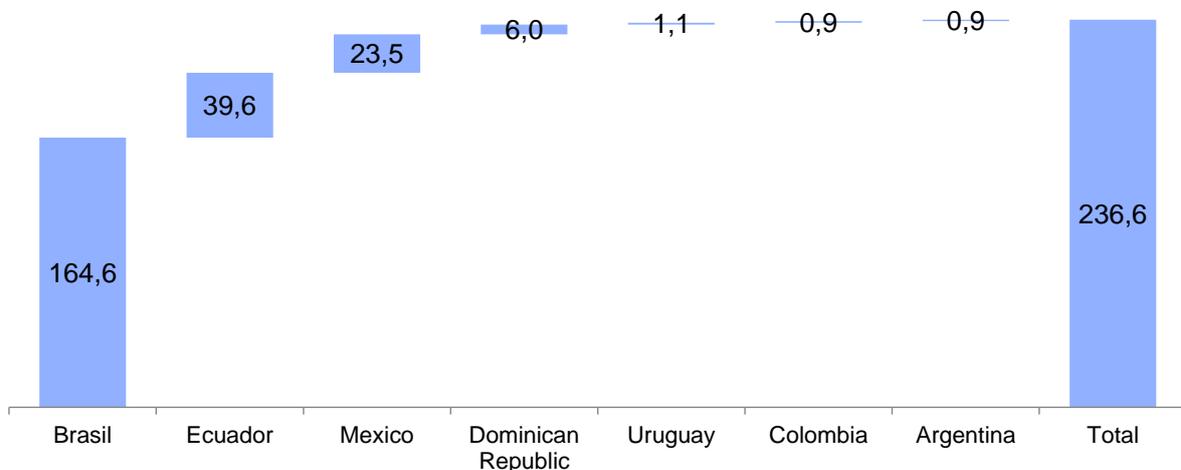
A los efectos de la modelización, asumimos que el 95% de los enlaces de radio se pueden migrar a bandas bajas, mientras que los enlaces restantes tendrían que migrar a bandas superiores. En este último caso, se requerirán nuevas estaciones repetidoras para garantizar la calidad de la operación dentro de la misma distancia entre el transmisor y el receptor.

El modelo incluye tres elementos principales para la estimación de costos:

- Servicios de ingeniería (incluyendo encuesta, la zonificación, el nuevo equipamiento o resintonización de los equipos actuales) estimado para cada país<sup>23</sup>.
- Equipos de enlace de radio: US \$ 64.000 por enlace (maquinaria nueva para estaciones transmisoras y los receptores)<sup>24</sup>.
- Infraestructura para una nueva estación repetidora: US \$ 200,000 por sitio<sup>25</sup>.

Sobre esta base, y teniendo en cuenta el nivel actual de precios de los equipos y servicios en el mercado, se estimaron los costos totales de la migración por país, presentados en la figura a continuación.

**Figura 8: Costo total de migración por país**  
2017, USD MM, radioenlaces punto a punto



Fuente: FCC (2010), U.S. Bureau of Labor Statistics, World Bank, IMF, benchmarking de proveedores de enlaces de radio, ANATEL spectrum database, ANE Colombia, IFT, INDOTEL, SENATEL, CNC, estimaciones BNMC

### V.b.ii Capacidades tecnológicas

<sup>23</sup> FCC, "A Broadband Network Cost Model", and BNMC analysis (benchmarking of engineering companies). El costo se ajustó a cada país a través de PPP (Purchasing Power Parity).

<sup>24</sup> FCC "A Broadband Network Cost Model" y estimaciones BNMC.

<sup>25</sup> Benchmarking COFETEL, OfCom, ACMA, OPTA y análisis BNMC.

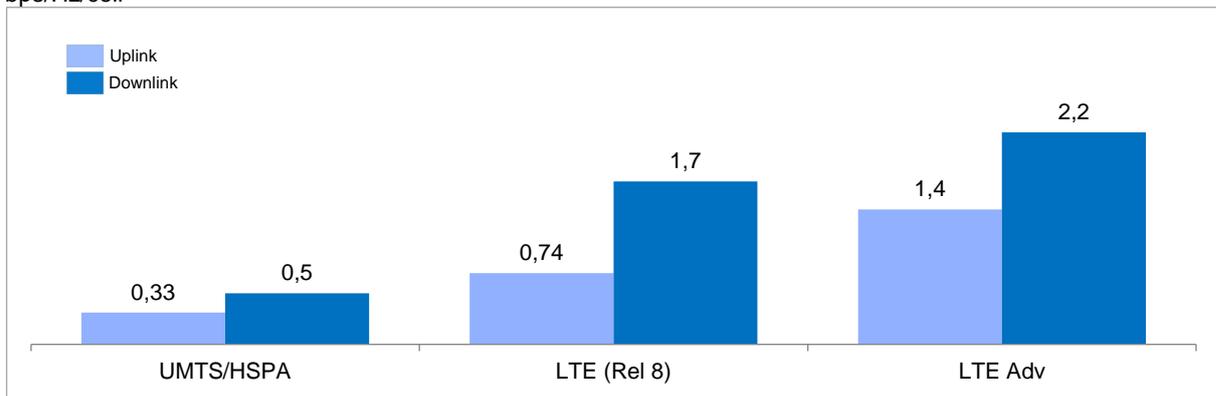
La ventaja fundamental de las tecnologías 4G es la mejora de la eficiencia espectral, lo que significa más capacidad dentro del mismo ancho de banda de espectro. Los parámetros de eficiencia espectral son determinantes para el diseño de la red y su tamaño, ya que permiten estimar el número requerido de radiobases para soportar una demanda de tráfico determinado.

Además de la eficiencia espectral, hay otros parámetros de diseño que tienen un importante impacto en el número de radiobases, como ser el factor de distribución del tráfico, el factor de carga de la red para un rendimiento adecuado, el factor de concentración de tráfico en una hora pico, el número de celdas por sitio y la distribución del tráfico entre UL y DL.

La siguiente figura muestra la eficiencia espectral utilizada en nuestro ejercicio de modelización, en línea con el documento 3GPP TR 25.912 y los supuestos mencionados anteriormente.

**Figura 9: Eficiencia de Espectro (sistemas IMT) y parámetros de diseño**

bps/Hz/cell



**Parámetros adicionales**

- Factor de Distribución: 15% de los sitios cursa el 50% de tráfico ( $15\%/50\% = 0.3$ )
- Factor de carga: no es conveniente operar una red LTE con 100% de carga (SINR disminuye en escenario de alta carga), diseñadores recomiendan considerar un factor del 50%-70% en DL y 50% en UL
- Relación UL/DL: 70% del total del tráfico es cursado por DL
- Celdas por sitio: 3 celdas por sitio es un factor frecuente en las redes móviles de Latino América
- Concentración en la hora de mayor tráfico/Tráfico diario: 7%

Fuente: 3GPP TR 25.912 / ITU-T M.2135 / NSN - "Mobile broadband with HSPA and LTE: Capacity and Cost aspects"

Se asume una canalización de 2x35MHz (opción A, tal como se describe en el anexo), debido a su mayor probabilidad de disponibilidad de los equipos.

Finalmente, a continuación se presenta la fórmula para calcular el número de radiobases (BTS) requeridas para soportar la proyección del tráfico y los parámetros de diseño mencionados anteriormente.

$$\#BTS = \frac{\text{Tráfico total en Hora pico para DL (Mbps)}}{\text{Efic. espec.en DL} \left( \frac{\text{bps}}{\text{Hz}} \right) \cdot \text{Efic. espec. en DL(Hz)} \cdot \frac{\text{celda}}{\text{sitio}} \cdot \text{Factor de carga} \cdot \text{Factor de distr.}}$$

Donde el tráfico total de datos DL se calcula utilizando la siguiente fórmula

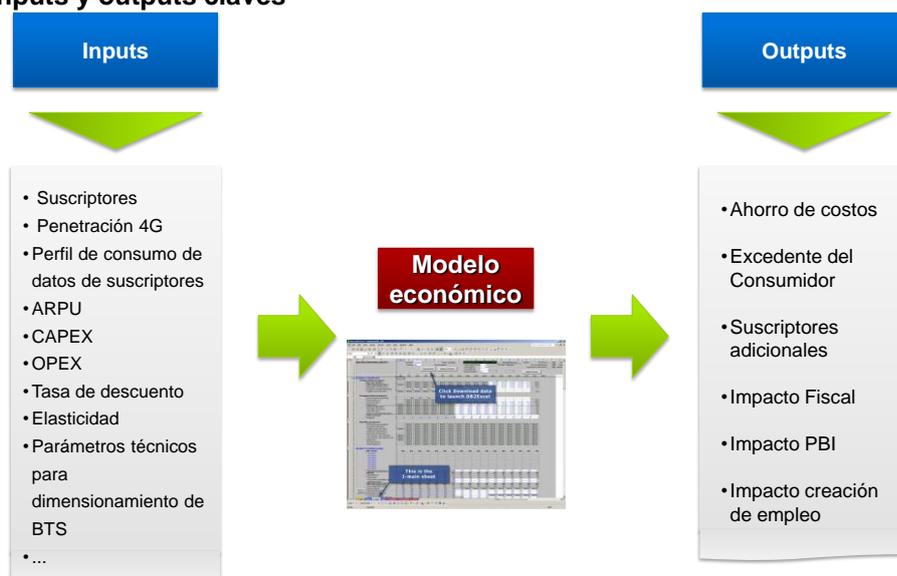
$$\text{Tráfico total DL en HP} = \frac{\text{Usuario} \cdot \text{Perfil de usuarios} \left( \frac{\text{GB}}{\text{Mes}} \right) \cdot 7\%(\text{Hora pico}) \cdot 70\%(\text{Tráfico DL})}{30 \left( \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right) \cdot 3600\text{Seg} \cdot 8192 \left( \frac{\text{Mbits}}{\text{GB}} \right)}$$

### V.b.iii. Capex, opex y otras variables del mercado

Para estimar el impacto de la identificación de la Banda L para servicios IMT hemos desarrollado un modelo bottom-up sobre la base de las proyecciones de flujo de caja para un período de 10 años. El resultado del modelo es totalmente dependiente de la metodología anteriormente detallada y de los supuestos y parámetros que se han considerado. Los parámetros más relevantes son los relacionados con el dimensionamiento de las BTS (por ejemplo, suscriptores, tráfico), los parámetros técnicos, los gastos operativos y de inversiones (es decir, OPEX y CAPEX) junto a las proyecciones macroeconómicas.

La siguiente figura resume cuáles son los principales variables claves que alimentan el modelo.

**Figura 10: Inputs y outputs claves**



Se obtuvieron seis resultados del modelo: ahorro de costos y el excedente del consumidor, los impactos de suscriptores 4G adicionales, el impacto fiscal, el impacto en PBI y el impacto en la generación de empleo.

En la siguiente figura se resumen las principales fuentes de información que se han considerado para determinar los valores del modelo.

**Figura 11: Fuente de información para el modelo**

Modelo Económico	Variables	Fuentes de Información	
<b>Dimensionamiento BTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suscriptores</li> <li>Trafico</li> <li>Penetración 4G</li> <li>Especificaciones Técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OVUM</li> <li>3GPP</li> <li>Informa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GSMA Intelligence</li> <li>Ericsson Traffic exploration</li> <li>Cisco VNI</li> </ul>
<b>Opex</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo BTS Urbana y No urbana</li> <li>Infraestructura Urbana y No urbana</li> <li>Compartición BTS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deloitte</li> <li>Informa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mintic</li> <li>CRC</li> </ul>
<b>Capex</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costos BTS</li> <li>Precio de erosión del costo anual BTS</li> <li>Costo de migración por país</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benchmarking COFETEL, OFCOM, ACMA, OPTA</li> <li>MinTic</li> <li>FCC</li> </ul>	
<b>Macro - económico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inflación</li> <li>Tipo de cambio</li> <li>PBI</li> <li>Tasa de descuento</li> <li>Tasa de descuento social</li> <li>Impuestos</li> <li>Multiplicadores, elasticidad de la demanda por precio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>World Bank</li> <li>IMF</li> <li>U.S. Bureau of Labor Statistics</li> <li>United Nations</li> <li>Telecom Advisory services</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KPMG</li> <li>Deloitte</li> <li>Bank of America Merrill Lynch</li> <li>CRT</li> <li>ITU</li> </ul>

Las aspectos más relevantes para el dimensionamiento de las BTS son:

- El perfil de tráfico de datos de los suscriptores: se han considerado dos perfiles diferentes de consumo de tráfico de datos; smartphones y móviles PCs/Routers/Tablets (M/R/T). Un perfil típico de suscriptor fue asumido (expresado en términos de MB/mes/suscriptor) para los siete países de la muestra. El informe de Ericsson<sup>26</sup> fue la principal fuente de información para las proyecciones de tráfico. Basados en las suscripciones de América Latina y sus proyecciones totales de tráfico de datos, y el ratio de consumo de 4G a 3G de X6.3 (los suscriptores 4G utilizan 6,3 veces<sup>27</sup> más de datos que un usuario 3G), se calculó el promedio de tráfico generado por los smartphones y M/R/T usuarios. Como la estimación de Ericsson es solamente hasta el 2019, se realizaron proyecciones para el período 2020-2026 usando 2019 como punto de partida y el crecimiento de años anteriores para cada país utilizando el TACC (tasa de crecimiento anual compuesta).
- Suscriptores: en base a las estimaciones de GSMA Intelligence hasta el 2021. Para el período que va desde 2021 hasta 2026, la tasa de crecimiento fue estimada en base a la tasa compuesta anual de suscriptor de años anteriores y el uso de una curva de adopción que replica la tasa de adopción de 3G (+ 50% en 10 años).

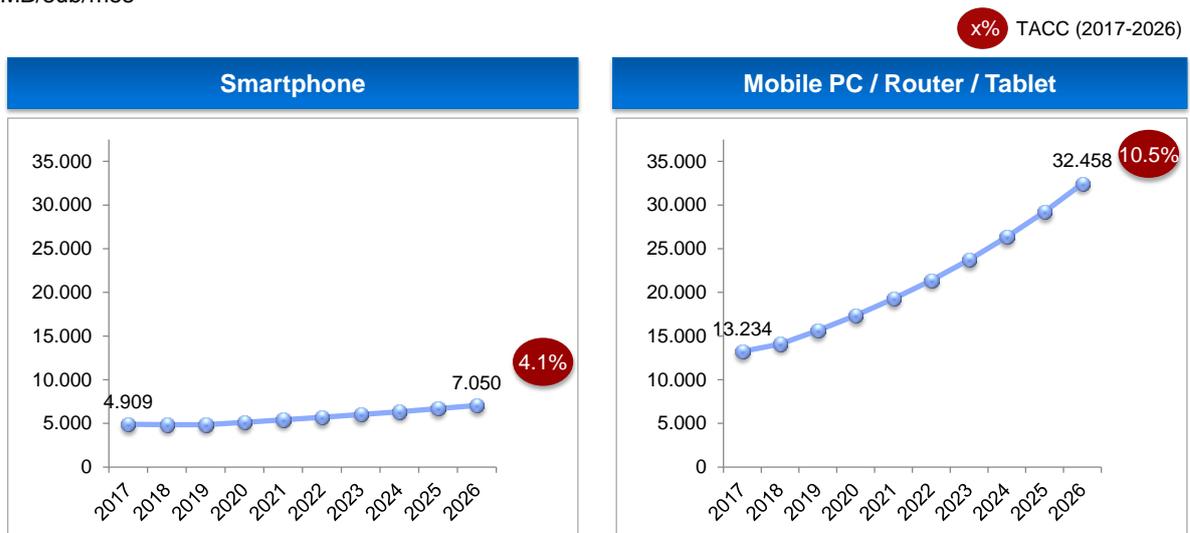
<sup>26</sup> Ericsson 2014

<sup>27</sup> Basado sobre 2018 en el consumo de datos por tecnología según Cisco VNI 2014

- Dimensionamiento de BTSs: con base a parámetros de eficiencia, sectores promedio, factor de carga, factor de distribución, % de bajada y % horas pico (como se describe en la sección de tecnología).

La siguiente figura muestra la estimación del tráfico por suscriptor para los usuarios de smartphones y para los usuarios M/R/T.

**Figura 12: Perfil de consumo de datos**  
MB/sub/mes

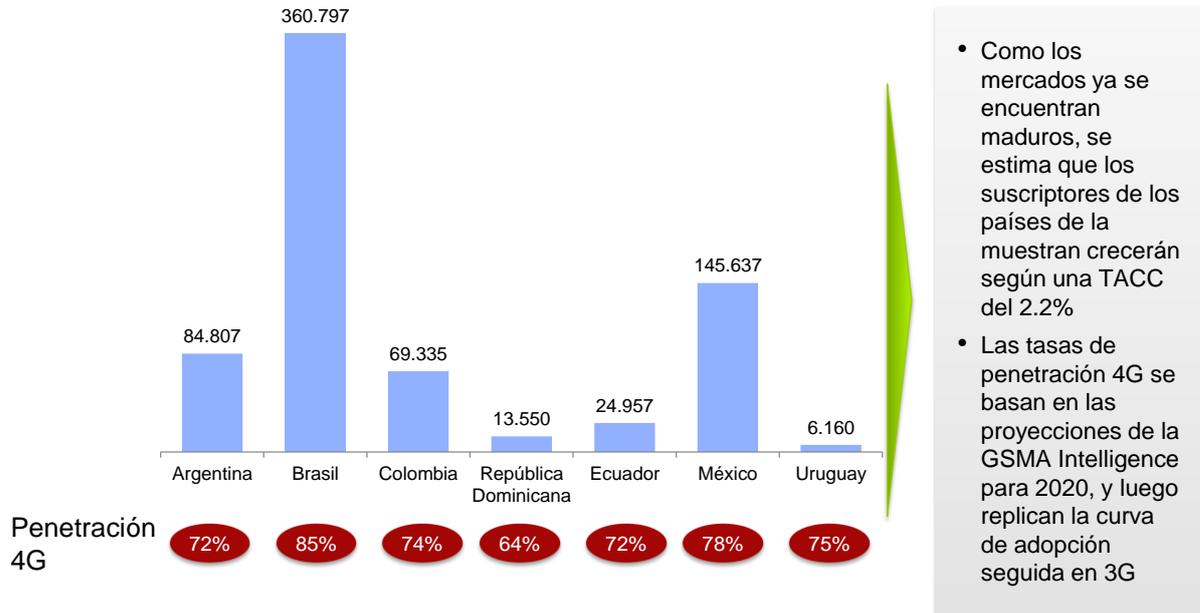


- El tráfico de datos alcanza a ~7,000 MB/susc/mes para smartphones en 2026 y ~32,000 MB/susc/mes para mobile pc, router, tablet en 2026
- Mobile PC/Router/Tablet con importante margen para el crecimiento por usuario, crecimiento que podrá observarse en CAGR del período 2017-2026
- Mobile PC/Router/Tablet tienen un mayor consumo de datos por usuario, estimándose un crecimiento x4.6 para el 2026

En 2026, el tráfico de datos por usuario supera los 7.000 MB/suscriptor/mes para los usuarios de smartphones y los 32.000 MB/suscriptor/mes para los usuarios de M/R/T. Debido a que están en una etapa de desarrollo diferente a los smartphones y ofrecen una funcionalidad más amplia, los usuarios M/R/Ts aún cuentan con espacio para un crecimiento más acelerado. Esto se puede observar en el TACC esperado de ambos perfiles durante el período 2017-2026 (10,5% para M/R/T versus 4,1% para los smartphones).

El número de suscriptores es la segunda hipótesis clave para estimar las BTS requeridas para soportar el crecimiento del tráfico. La siguiente figura muestra el número esperado de suscriptores y la penetración de suscriptores 4G.

**Figura 13: Proyección del suscriptores y de la penetración 4G a 2026**  
Miles de suscriptores, porcentajes de penetración 4G



- Como los mercados ya se encuentran maduros, se estima que los suscriptores de los países de la muestra crecerán según una TACC del 2.2%
- Las tasas de penetración 4G se basan en las proyecciones de la GSMA Intelligence para 2020, y luego replican la curva de adopción seguida en 3G

La figura anterior muestra las estimaciones de suscriptores para el último año del período de análisis (2026). Teniendo en cuenta el estadio actual de los servicios móviles, se espera que la tasa de crecimiento del número total de suscriptores en los países seleccionados sea del 2.2% anual.

La tecnología 4G se encuentra atravesando su etapa de despegue en la región, por lo que las tasas de penetración 4G siguen siendo relativamente bajas. Las proyecciones 4G se basaron en el pronóstico GSMA Intelligence de 2020, y después se utilizó la curva de adopción histórica de 3G. Se puede observar que las tasas de penetración 4G estarán en el rango de 64% a 85% hacia 2026.

La estimación del CAPEX se basó en los siguientes componentes:

- CAPEX inicial: USD 90.000 para BTS 4G, que incluye: Acceso Radio, Backhaul, Core Network, los costes de red troncal y de instalación. Este importe se ha estimado sobre la base de modelos de Colombia, COFETEL, Ofcom, ACMA, Opta y la FCC.

- Evolución precios para CAPEX en BTS: Se estima un 4,0% de reducción anual en el costo de equipos para el despliegue de nuevas BTS en el futuro. El valor de la erosión del 4,0% se obtiene a partir de modelos de evaluación comparativa de Opta COFETEL, Ofcom, y ACMA.

- Coste de migración: el costo de la migración de usuarios de Banda L actuales se estimó para cada uno de los siete países seleccionados. Los montos estimados consideran los diferentes costos

necesarios para la migración de estos usuarios a saber backhaul, e-UTRAN, la infraestructura, la red básica y de piezas de repuesto.

Como los gastos operacionales tienen una parte significativa de elementos no negociables, se estimó el OPEX requerido en función de cada país, ajustado en cada caso por el poder de compra local, según índice PPP<sup>28</sup>. El OPEX se estima para las BTS en zonas urbanas y no urbanas, asumiendo que los costos de operación de infraestructura se pueden compartir con otras BTS existentes en las zonas urbanas.

La siguiente figura muestra los restantes parámetros clave que han sido considerados en las estimaciones junto a su fuente de información.

**Figura 14: Coeficientes y multiplicadores**

Coeficiente / multiplicador	Descripción	Fuente
Elasticidad de la demanda por precio	Utilizado para estimar los suscriptores adicionales por la reducción de precios como consecuencia de los ahorros en costos	Katz, R. and Berry, T. Driving demand for broadband networks and services (2014)
Multiplicador PBI	Estima el impacto sobre el PBI que se origina por el aumento de la penetración de banda ancha. Por el 1% de aumento en penetración de banda ancha, el PBI crece 0,0158pp	ITU. Impact of Broadband on the economy. Broadband series. April (2012).
Multiplicador creación de empleo	Estima el impacto sobre el empleo que origina el aumento en el número de suscriptores. El multiplicador de la creación de de empleo es diferente para cada país.	Telecom Advisory Services. Economic Benefits of Digital Dividend for Latin America (2011).
Tasa social de descuento	Utilizado para el cálculo del valor de los fondos gastados en proyectos sociales. Existe una tasa diferente para cada país. En Latino América el rango es de 2,9% al 5,1%	The Social Discount Rate: Estimates for Nine Latin American Countries. Humberto Lopez. The World Bank Latin America and the Caribbean Region Office of the Chief Economist. June (2008)

Se debe considerar que los multiplicadores para las estimaciones del PBI y de la creación de puestos de trabajo incluidos en los estudios anteriores se basan en el impacto<sup>29</sup> de los nuevos usuarios de banda ancha móvil, sin embargo, para el presente se asume que nuevos suscriptores 4G tendrían un impacto similar.

<sup>28</sup> Purchasing Power Parity

<sup>29</sup> A pesar de no ser lo mismo, se utiliza esta suposición ya que la demanda de tráfico de un suscriptor 4G es 6.3x la demanda de tráfico de un usuario 3G, y tener un nuevo suscriptor 4G es cercano a tener un nuevo suscriptor en el mercado por el upgrade de la capacidad de tráfico que supone.

La elasticidad mide, en términos porcentuales, cuán sensible es una variable a los cambios en variables relacionadas. En el presente, la elasticidad precio de la demanda estima el número de suscriptores adicionales que ingresarían al mercado una vez que se reducen los precios. La elasticidad se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Elasticidad precio de la demanda} = \frac{\frac{\Delta \text{ suscriptores}}{\text{ suscriptores}}}{\frac{\Delta \text{ precio}}{\text{ precio}}}$$

En el modelo se asume una elasticidad de la demanda por precio de -0.6x (el signo negativo implica una reducción en uno de los resultados de las variables en aumento de la otra variable). Nos basamos en un estudio de Katz y Berry<sup>30</sup>, para obtener la cifra de elasticidad.

Según un informe de la UIT publicado en 2012 y titulado “Telecommunication Development Sector. Broadband Series. Impact of Broadband on the Economy” existen sólidas evidencias del impacto positivo que los servicios de banda ancha móvil generan sobre la eficiencia económica, el PIB y la creación de empleo. El impacto económico positivo de la banda ancha se deriva de mayores ingresos para los operadores de telecomunicaciones, en mejoras de productividad, en la generación de empleo y en un aumento en el excedente del consumidor. Para la modelización, se utilizó el multiplicador estimado en dicho informe, que implica una contribución equivalente 0.158x al crecimiento del PBI derivado de cada aumento del 10% en la penetración de banda ancha. Este impacto incluye los efectos directos e indirectos.

Junto con el impacto positivo en la economía, la penetración de banda ancha colabora en la creación de empleo. En este caso, el multiplicador estima cuantos puestos de trabajo adicionales se obtendrán en base con el número de suscriptores adicionales obtenidos. Se utiliza un ratio diferente para los países Brasil, México, Colombia y Argentina como información específica disponible.

La tasa de descuento social representa la tasa a la que una sociedad está dispuesta a resignar consumo actual en pos de consumo futuro. Como tal, es uno de los inputs más importantes utilizados en el análisis de costo-beneficio de los proyectos públicos (y las políticas públicas) y se utiliza para calcular el valor de los fondos gastados en proyectos sociales. A los efectos de este informe, hemos tenido en cuenta un informe del Banco Mundial, “The Social Discount Rate: Estimates for Nine Latin American Countries”. La tasa promedio de descuento social para los nueve países analizados en el informe es del 3,1%. Para cuatro países de la muestra se utilizaron tasas específicas por país publicadas en el informe, para los restantes países se utilizó la tasa promedio. A continuación se presentan los valores:

---

<sup>30</sup> Katz, R. and Berry (2014)

Argentina: 2.9%, Brasil: 5.1%, Colombia: 4.2% México: 3.3% y para Ecuador, República Dominicana y Uruguay 3.1% se utilizó el promedio.

#### **IV.c. Principales resultados y conclusiones del modelo**

El análisis cuantitativo concluye que la asignación de la Banda L para servicios IMT derivará en beneficios significativos para el sector de las telecomunicaciones, el gobierno y la sociedad.

El modelo económico del informe estima el impacto de la identificación de la Banda L para las IMT de acuerdo a las siguientes categorías:

- Valor económico
  - ahorro en costos y excedente del consumidor
  - suscriptores 4G adicionales
- Impacto directo e indirecto sobre:
  - PBI y la eficiencia económica
  - creación de puestos de trabajo
  - impacto fiscal

En la siguiente tabla se listan los principales resultados del análisis cuantitativo:

<b>Variable</b>	<b>Impacto cuantitativo</b>
Ahorro en costos para el sector	<b>USD 6,3 miles de millones</b> (VAN a 2017, impacto acumulado para un período de 10 años)
Suscriptores 4G adicionales	<b>41,7 millones de suscriptores 4G nuevos</b> (en 2026)
Impacto en el PBI (a través de una mayor eficiencia)	<b>USD19,8 miles de millones</b> (VAN a 2017, impacto acumulado para un período de 10 años)
Creación de puestos de trabajo	<b>13,120 puestos de trabajo</b> , a ser creados en un período de 10 años
Impacto fiscal	<b>USD 3.2 miles de millones</b> (VAN a 2017, impacto acumulado para un periodo de 10 años)

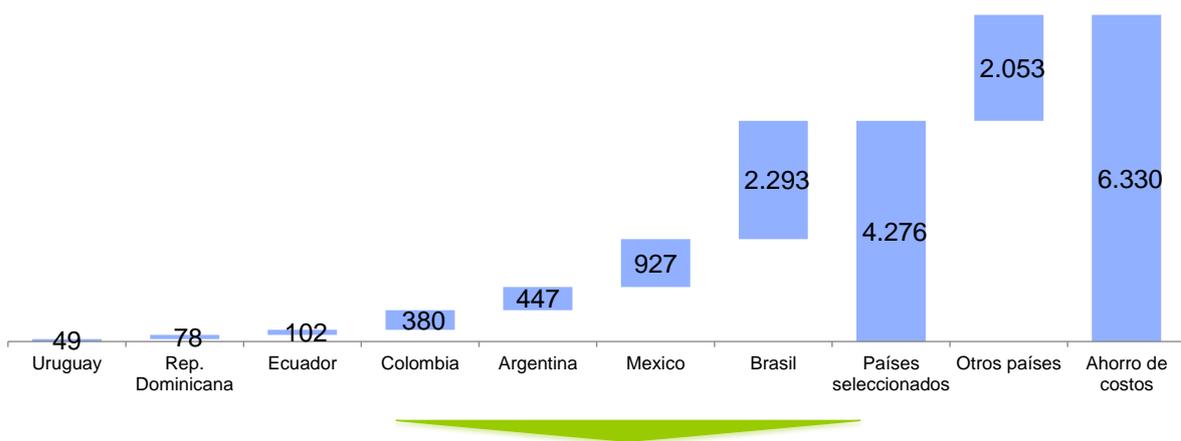
Ahorro de costos

El ahorro se origina como consecuencia de menores Capex y Opex fruto de un menor número de BTS a desplegar. La hipótesis principal aquí es que, si la Banda L no se identifica para IMT, los operadores de telecomunicaciones tendrían menor espectro disponible y, por lo tanto, mayor necesidad de desplegar BTS.

El impacto se estimó para un plazo de 10 años en cada país de la muestra, desde 2017 hasta 2026, los resultados obtenidos fueron luego extrapolados al conjunto de la región LAC. Los resultados finales se descontaron a 2017 según las respectivas tasas de descuento social.

La siguiente figura muestra el impacto económico que la identificación de la Banda L tiene en el excedente del consumidor basado en el ahorro en costos solamente.

**Figura 15: Ahorro en costos para operadores de red**  
USD MM, valor actual neto a 2017, flujos de efectivo descontados a tasa social



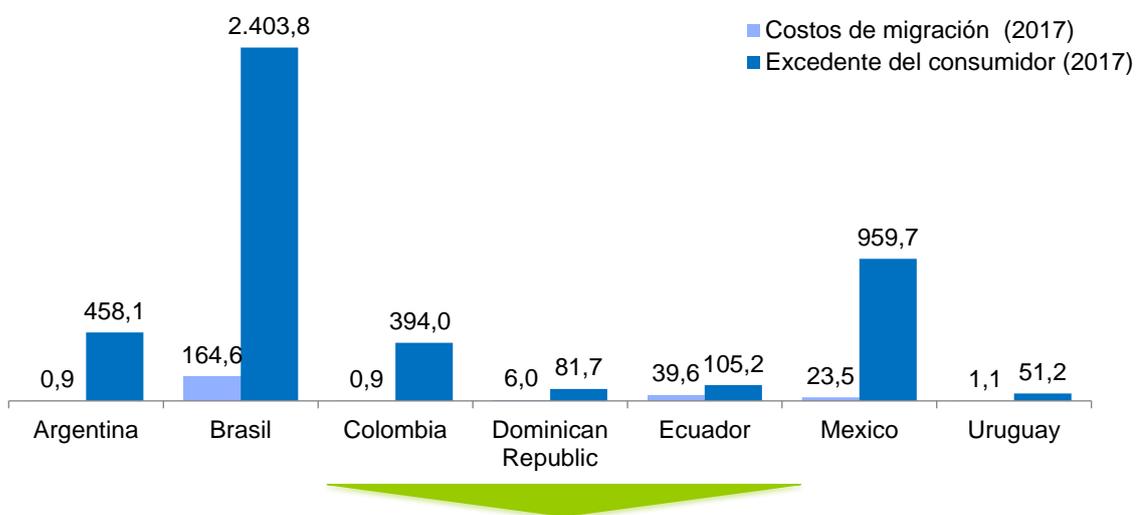
- El ahorro en costos asciende a USD6,3 miles de millones, donde todos los países seleccionados muestran resultados positivos

Como puede observarse, el ahorro en costos asciende a USD 6.3 mil millones para toda la región LAC. Para un total de 70MHz de la Banda L identificados para IMT, el total de los ahorros en costos es muy superior al total de los costos de migración. Ningún país de la muestra experimenta una pérdida por la identificación de la Banda L para IMT, mostrando todos resultados positivos, aunque en diferente medida (ver figura de más abajo).

Se evidencia una fuerte correlación entre el ahorro total, las conexiones 4G y el tráfico estimado. Brasil y México representan la mayor parte de los ahorros en costos, en especial Brasil, que representa más del 35% del total.

La siguiente tabla compara los costos de migración y excedente del consumidor descontado durante un período de 10 años.

**Figura 16: Diferencia entre el excedente del consumidor y los costos de migración**  
USD MM a 2017, valor actual neto, flujos descontados a tasa social



- El costo de migrar los usuarios actuales desde la banda L hacia otra banda no es significativo en relación a la generación de ahorros
- El resultado de identificar la banda L para IMT es positivo en todos los países de la muestra

### Suscriptores 4G adicionales

En la medida que se cumpla el supuesto de traslado de beneficio al usuario final, se obtendrán menores precios minoristas. Se estiman los precios promedio a través de los niveles de ARPU y se asume que el ahorro de costos por suscriptor implica una reducción similar en el precio minorista de los servicios 4G. Esta disminución del precio motivará la adopción de más servicios 4G; la cantidad de nuevos suscriptores dependerá de la elasticidad precio de la demanda, -0,6 en nuestro caso.

Hacia 2020, se estima casi 42 millones de suscriptores adicionales en la región como consecuencia de los ahorros de costos derivados de la identificación de la Banda L para IMT. Estos nuevos suscriptores originarían USD 283 millones adicionales de excedente al consumidor, totalizando USD 6.6 mil millones de excedente del consumidor. La reducción de precios minoristas difiere de un país a otro, oscilando

entre el 3.5% y el 8.9%. La siguiente figura muestra el impacto en términos de reducción de precios y suscriptores 4G adicionales resultantes para cada país de la muestra.

**Figura 17: Suscriptores 4G adicionales obtenidos por ahorro en costos convertidos en reducción de precios minoristas**

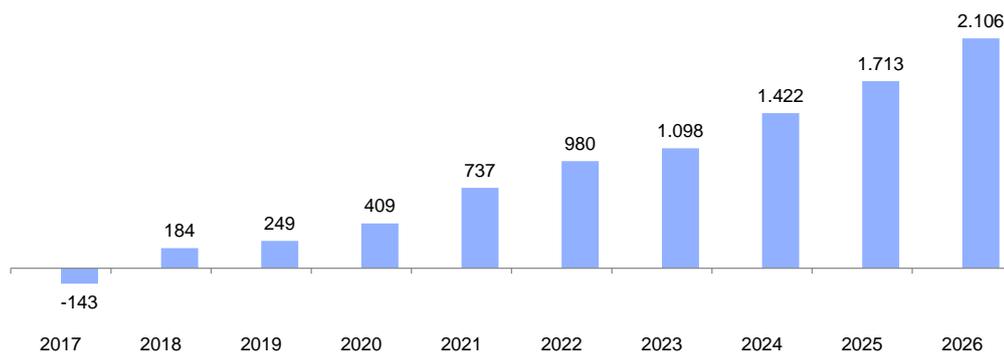
Millones de suscriptores 4G adicionales en 2026



- Debido a la elasticidad precio de la demanda, la reducción de precios resulta en más suscriptores 4G
- Adicionalmente, los nuevos suscriptores originarán USD 283 MM de excedente del consumidor

El plazo temporal es un aspecto relevante en la determinación de los ahorros de costos y del excedente del consumidor, ya que los beneficios aumentan año tras año, con los mayores impactos obtenidos en los últimos años. En la siguiente tabla se presenta la evolución anual del excedente del consumidor.

**Figura 18: Ahorro en costos más adicional de excedente del consumidor en el tiempo**  
USD MM



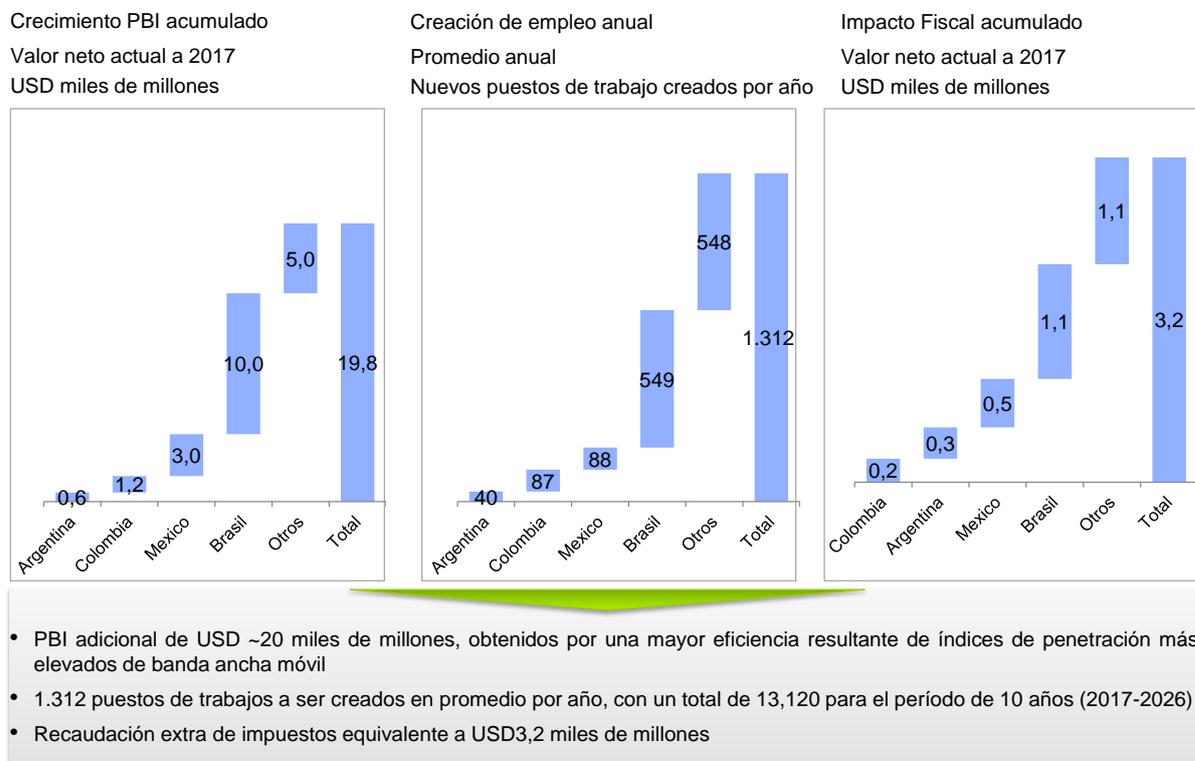
- El excedente del consumidor aumenta año a año como por el aumento del despliegue de BTS, logrando que la disponibilidad de espectro aumente su valor
- El primer año con valor negativo incluye los costos por la migración de banda L de los usuarios actuales

Impactos directos e indirectos

Por último, es importante destacar el impacto positivo que la identificación de la Banda L para servicios IMT puede provocar en la sociedad, como ser el incremento en la recaudación de impuestos, en el PBI y en la generación de empleo.

Los impactos del PBI<sup>31</sup> y los puestos de trabajo se estimaron con base en los multiplicadores de penetración de banda ancha y cantidad de suscriptores, respectivamente. El impacto fiscal se estimó a partir de la recaudación del IVA<sup>32</sup> e impuesto de ganancias, como consecuencia de los ingresos adicionales originados en los nuevos suscriptores.

**Figura 19: Impacto indirecto de la identificación de la banda L para las IMT**



Fuente: estimación BNMC

Se estiman aproximadamente 13.120 nuevos puestos de trabajo, así como un incremento de USD 19.8 miles de millones en el PBI de la región y de USD 3.2 miles de millones en la recaudación fiscal.

Una hipótesis importante en este modelo es que el 100% de los ahorros de costos se transmiten a los usuarios finales vía precios. No obstante, si se asumiese que sólo una parte de los ahorros en costos se trasladan a los precios minoristas, todavía se obtendría un impacto relevante, aunque, por supuesto,

<sup>31</sup> Incluyendo los impactos directos e indirectos

<sup>32</sup> Impuesto al Valor agregado

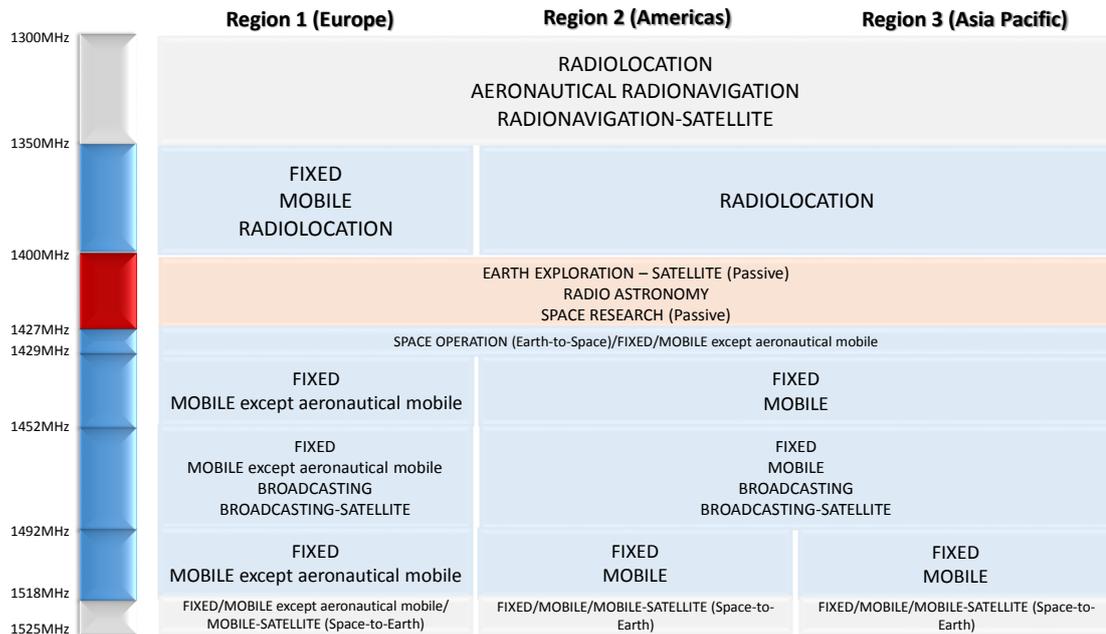
el número de suscriptores 4G incrementales y los tres impactos indirectos se reducirán proporcionalmente.

## V. Apéndice

### V.a. Consideraciones Técnicas

#### Características técnicas de los servicios actuales

La siguiente figura muestra la atribución de la Banda L (1.350–1.518MHz) en cada región, de acuerdo con el Reglamento de Radio de la UIT, edición 2012.



Nota 1: Los rectángulos en gris son las bandas adyacentes al rango de espectro bajo análisis.

Nota 2: El rectángulo en rojo se corresponde con el espectro utilizado para radioastronomía y servicios pasivos protegidos internacionalmente. De acuerdo con la nota 5.350 del RR, todas las emisiones están prohibidas en esta banda. Además, la investigación pasiva se lleva a cabo por algunos países en un programa para la búsqueda de emisiones intencionales de origen extraterrestre (Nota 5.341).

Nota 3: en Estado Unidos y Canadá, la banda de 1.350-1.370MHz está también atribuida a los servicios de radionavegación aeronáutica (Nota 5.334).

Nota 4: Las bandas de 1.370-1.400MHz, 2.640-2.655MHz, 4.950-4.990MHz y 15,20-15,35GHz están también atribuidas a la investigación espacial (pasivo) y de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) a título secundario (Nota 5.339).

Con el fin de proteger el servicio de Exploración de la Tierra – Satelital (SETS) de la potencial interferencia de los servicios activos en las bandas adyacentes, el Reglamento de Radio de la UIT recomienda que los servicios de telefonía móvil que operen en las porciones de 1.350MHz a 1.400MHz y 1.427MHz a 1.452MHz deberán cumplir con los límites de potencia de emisión no deseada de la estación en los 27 MHz de la banda SETS<sup>33</sup> (pasiva):

<sup>33</sup> UIT, Resolution 750 (Rev. WRC-12), 2012

- 60dBW para las estaciones del servicio móvil, excepto las estaciones de radioenlaces transportables
- 45dBW para las estaciones de radioenlaces transportables

Consideramos importante señalar que los servicios móviles basados en el sistema IMT presentan una alta probabilidad de cumplir con estos límites<sup>34</sup>.

Por otra parte, de acuerdo con la Nota 5.343, en la Región 2 (América) el uso de la banda de 1.435-1.535MHz, atribuida para el servicio móvil aeronáutico (por telemetría) tiene prioridad sobre el uso para servicios móviles.

Teniendo en cuenta la identificación de la Banda L en la Región 2, las siguientes subsecciones describen las características técnicas más relevantes de los servicios asignados.

### **Radiolocalización**

El servicio de radiolocalización consiste en un servicio de localización desarrollado para radiolocalizar<sup>35</sup>, esto significa, la búsqueda de la ubicación de un objeto mediante el uso de ondas de radio, por ejemplo, los radares de largo alcance y relay de radio terrestre.

Un tipo de servicio de radiolocalización son los sistemas de radar de radionavegación aeronáutica de largo alcance. Estos sistemas de radar se utilizan para controlar una aeronave y otros objetivos en el espacio aéreo nacional, a lo largo de las zonas fronterizas, y alrededor de las bases militares como así también en campos de aviación.

Además de los sistemas de navegación por radar de radio aeronáutica, hay fuerzas militares de algunos países que operan los sistemas de radares tácticos en la banda de 1.300-1.350MHz. Los radares tácticos se utilizan a menudo para operar en un entorno de campo de batalla, junto con otros sistemas. Por ejemplo, el sistema Aerostat Radar (TAR) que también opera en esta banda. El TAR consiste en radares montados en un globo que se utilizan para el control de las fronteras del sur y el espacio aéreo del Caribe para la intercepción de drogas.

Sin embargo, es importante mencionar que los radares de largo alcance podrían operar toda la banda de 1.215-1.400 MHz considerando las características técnicas mencionadas en la recomendación UIT-

---

<sup>34</sup> Idem. pie de nota 3

<sup>35</sup> UIT, Radio Regulations Vol I, 2012

R M.1463-2 “Characteristics of and protection criteria for radars operating in the radio-determination service in the frequency band 1.215-1.400 MHz”.

Adicionalmente, existen diferentes tipos de radares en plataformas terrestres fijas y transportables que operan en la banda 2.700-2.900MHz. Las funciones realizadas por los sistemas de radares en la banda incluyen ATC y monitoreo de condiciones climatológicas. Estos radares utilizan pulsos de onda continua (CW) y frecuencias moduladas (chirped) con transmisor de RF con ancho de banda típicos de 66kHz a 6MHz.

Los sistemas de radares en tierra pueden operar en 3,11- 3,40GHz también. Un ejemplo de esto es el radar utilizado por US Army Field Artillery Units. El mismo se utiliza para detectar y rastrear los proyectiles entrantes y proporcionar la localización de la fuente y el punto de impacto<sup>36</sup>.

Por último, cabe mencionar que por debajo de 2GHz, la banda 1.215-1.350MHz también está atribuida a los servicios de radiolocalización.

### **Radiodifusión y radiodifusión por satélite**

De acuerdo al Reglamento de Radio de la UIT, edición 2012, los servicios de radiodifusión son servicios de radiocomunicaciones cuyas transmisiones están destinadas a la recepción directa por el público en general. Estos servicios pueden incluir emisiones sonoras, de televisión y otros (CS) <sup>37</sup>.

La diferencia con el servicio de radiodifusión por satélite es que en este tipo de servicio las señales son transmitidas o retransmitidas por la estación espacial. En este caso, la recepción directa abarca individuo (instalación doméstica) y comunitaria (grupo de público en general en un solo lugar o distribución del sistema que cubre un área limitada).

Por otra parte, los servicios de radiodifusión por satélite requieren coordinación internacional. Por lo tanto, los procedimientos para la coordinación internacional se detallan en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

En términos generales, Radiodifusión de Audio Digital por Satélite (S-DAB) es un sistema de satélites con capacidad para la transmisión digital de una amplia variedad de contenido de audio a receptores fijos y móviles (incluidos los portátiles, de mano y vehicular). Existen tres modos principales de operación S-DAB:

- Componente de satélite independiente (es decir, sin componente terrenal complementario)

<sup>36</sup> NTIA TR-99-361. Technical Characteristics of radiolocation system operating in the 3.1-3.7GHz band. (1999)

<sup>37</sup> UIT, Radio Regulations Vol I, 2012

- Componente de satélite de una solución híbrida con redes de radiodifusión terrenal complementario que operan en el espectro utilizado por el satélite
- Componente de satélite independiente, complementando las redes de radiodifusión terrestre con licencia a nivel nacional.

### **Servicio Fijo**

El servicio fijo es un servicio de comunicaciones por radio entre puntos fijos específicos; por ejemplo, los enlaces de microondas entre dos estaciones transmisor/receptor. Los anchos de banda utilizados en 1,5 GHz en su mayoría son 250KHz, 500KHz, 1MHz, 1,75MHz y 3,5MHz.

En el caso que la Banda L sea identificada para IMT, los usuarios actuales que están operando los servicios fijos en esta banda se pueden migrar a otras bandas atribuidas a los mismos servicios como son 1,8GHz, 2GHz, 3,8GHz, 4,2GHz, 6GHz, 7GHz, 11GHz, 15GHz y otros.

Las bandas de frecuencia más altas, por arriba de 6GHz, tienen como desventaja la distancia alcanzada por el enlace de radio. Una nueva estación repetidora puede ser necesaria en algunos casos.

### **Servicio Móvil**

Teniendo en cuenta las definiciones del Reglamento de Radio de la UIT, el servicio móvil es un servicio de radio-comunicación entre estaciones móviles y terrestres, o entre estaciones móviles, por ejemplo, banda ancha móvil basada en los sistemas IMT.

La banda ancha móvil es una comunicación de radio terrestre que conecta las radiobases y los dispositivos proporcionando diversos servicios y aplicaciones a los usuarios finales: internet móvil, entretenimiento, video on-demand, etc.

En la siguiente figura, se muestra una lista no exhaustiva de las tecnologías disponibles para los servicios de banda ancha móvil en base al sistema IMT, y el espectro necesario para su operación.

Tecnología	Tamaño transportador (Cantidad de Espectro)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• HSPA+</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación FDD y TDD</li> <li>• Transportador de 5MHz y 10MHz (Transportador Dual)</li> <li>• Hasta 20 MHz en 3GPP Rel 9 y superior</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación en FDD y TDD</li> <li>• Transportador de 1,5MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz y 20MHz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LTE - Avanzado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación en FDD y TDD</li> <li>• Mismos transportadores soportados por LTE y hasta 100 MHz en 3GPP Rel 10 y superior</li> </ul>

Por otra parte, la Banda L se utiliza actualmente a nivel mundial por operadores móviles marítimos por satélite, para proporcionar servicios de seguridad a través de radiocomunicación (se prevé un mayor uso, a medida que más operadores obtengan la licencia para proporcionar servicios del GMDSS en un futuro próximo).

### **Radioastronomía**

El servicio de Radioastronomía es importante para los estudios de objetos astrofísicos a través de frecuencias de radio. Por lo tanto, la UIT invita a las administraciones a colaborar en la protección del servicio de radioastronomía contra la interferencia.

Las administraciones deben tener en cuenta que el servicio de radioastronomía se caracteriza por una alta sensibilidad en las estaciones y necesita largos periodos de observación sin interferencia perjudicial; por lo que existe un pequeño número de estaciones de radioastronomía en cada país<sup>38</sup>.

El artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT describe las consideraciones especiales de los servicios de radioastronomía, para protegerla de interferencias perjudiciales. Por ejemplo, las ubicaciones de las estaciones de radioastronomía se seleccionarán teniendo en cuenta la posibilidad de interferencias perjudiciales para estas estaciones, y en las bandas adyacentes se insta a las administraciones a que tomen todas las medidas posibles para proteger el servicio de radioastronomía contra la interferencia perjudicial.

<sup>38</sup> UIT, Radio Regulations Vol I, 2012

## Servicios Pasivos: Exploración Tierra – Satelital (EESS) Servicio de Investigación Satelital

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT define el EESS como un servicio de radiocomunicaciones entre la estación de tierra y una o más estaciones espaciales, incluidos los enlaces entre estaciones espaciales<sup>39</sup>.

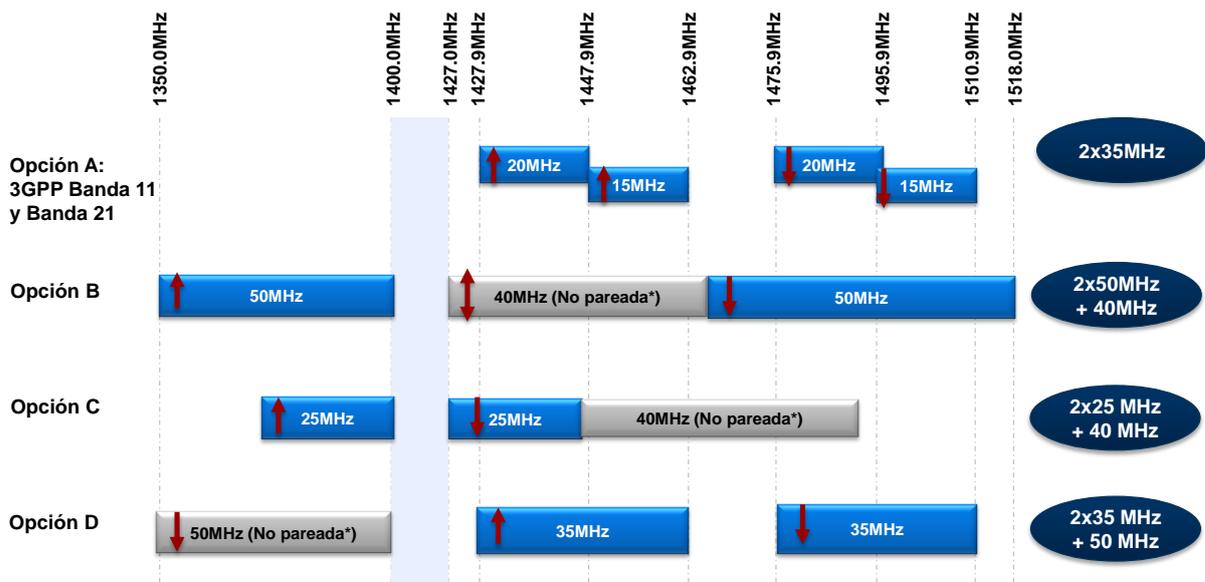
El EESS consiste en información sobre las características de la Tierra y los fenómenos naturales los cuales son obtenidos de sensores en satélites de tierra y recogidos de plataformas aéreas o terrestres. Entonces, la información se distribuye a las estaciones terrenas.

La Resolución 673 (Rev. CMR-12), sobre la importancia de las aplicaciones de radiocomunicaciones de observación de la tierra, reconoce que el uso del espectro para observaciones de la tierra tiene un valor social y económico considerable, e insta a los reguladores a proteger estos sistemas de interferencias perjudiciales<sup>40</sup>.

### Opciones de planes de canalización

En base al rango de espectro en análisis (es decir, 1.350-1.400 MHz/1.427-1.518 MHz), es posible proponer diferentes opciones de banda, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 20: Opciones de planes de banda para la banda L**



Nota: \*No pareada: espectro disponible para Supplemental Downlink (SDL) o Acceso de Radio TDD

<sup>39</sup> UIT, Radio Regulations Vol I, 2012

<sup>40</sup> UIT, Radio Regulations Vol III - Resolutions, 2012

Teniendo en cuenta la cantidad de espectro, el escenario con menos asignación de espectro es destinar para las IMT un bloque de 2x35MHz (Opción A: banda 3GPP 11 + banda 21), mientras que el mejor escenario es la Opción B: 100MHz pareados y 40MHz no pareado. A continuación, mencionaremos algunas consideraciones especiales para cada opción.

- Opción A: Plan de Banda basado en las especificaciones de 3GPP para la banda 11 y la banda 21

Esta opción permite el uso de hasta 2x35MHz para el despliegue de sistemas IMT. Sin embargo, no permite tomar ventaja del espectro disponible por debajo de 1.400MHz.

La principal ventaja de esta opción está relacionada con la disponibilidad comercial de los equipos y terminales<sup>41</sup>.

- Opción B: Plan de Banda incluyendo todo el espectro en el rango de análisis

La opción B considera 100MHz de espectro pareado y 40MHz de espectro no pareado para su uso en Supplemental Downlink o tecnologías TDD. Aunque esta propuesta permite el uso de todo el espectro de la banda de frecuencias de 1.350-1.400MHz y 1.427-1.518MHz, no hay desarrollos tecnológicos con esta canalización o algún análisis o propuesta relacionada.

- Opción C: Con base en los estudios de la CEPT y propuesta de Qualcomm para SDL

Opción C adopta la propuesta de Qualcomm para el desarrollo SDL en la banda de frecuencias de 1.452-1.492MHz, teniendo en cuenta, además, los resultados del estudio realizado por Orange, Qualcomm y Ericsson.

Por otro lado, esta opción está alineada con la propuesta de Orange que se centró en 1.375-1.400 MHz, con el fin de lograr el principio de coordinación y promover la economía de escala.

- Opción D: Basado en la especificación 3GPP para la banda de 11 y la banda 21

Esta opción agrega la banda 1.350-1.400MHz a la canalización definida por el 3GPP para LTE. De esta manera, los 50MHz adicionales podrían utilizarse como espectro no pareado para SDL o TDD. Por lo tanto, es posible aprovechar el desarrollo de la tecnología disponible para LTE en esta banda de frecuencias, y utilizar el espectro disponible por debajo de 1.400MHz.

---

<sup>41</sup> Existen dos redes LTE en esta banda de frecuencia en Japón.

## **Ecosistema de terminales**

Japón asignó en Junio del 2009, 70MHz de espectro dentro de Banda L (banda de 1,5GHz) para operadores móviles (Softbank y NTT DoCoMo) con el fin de desplegar la red LTE. Ambos operadores lanzaron sus redes comerciales entre 2012 y 2010. Es decir, existen dos redes LTE comerciales que operan en la banda de 1,5GHz de acuerdo con las especificaciones 3GPP<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Banda 11 (1.427,9–1.447,9 MHz/1.475,9-1.495,9 MHz) y banda 21 (1.447,9-1.462,9 MHz/1.495,9-1.510,9 MHz) en 3GPP Specifications since Release 8.

## V.b. Análisis por país

En esta sección se presenta la investigación y los resultados de cada país, incluidos en la muestra de países priorizados. La investigación se realizó a través de la revisión de fuentes públicas y entrevistas directas con los reguladores de los países seleccionados.

Para cada país seleccionado presentamos una descripción general de la situación de atribución, un mirada del mercado móvil y la situación de la Banda L y sus planes.

### Brasil

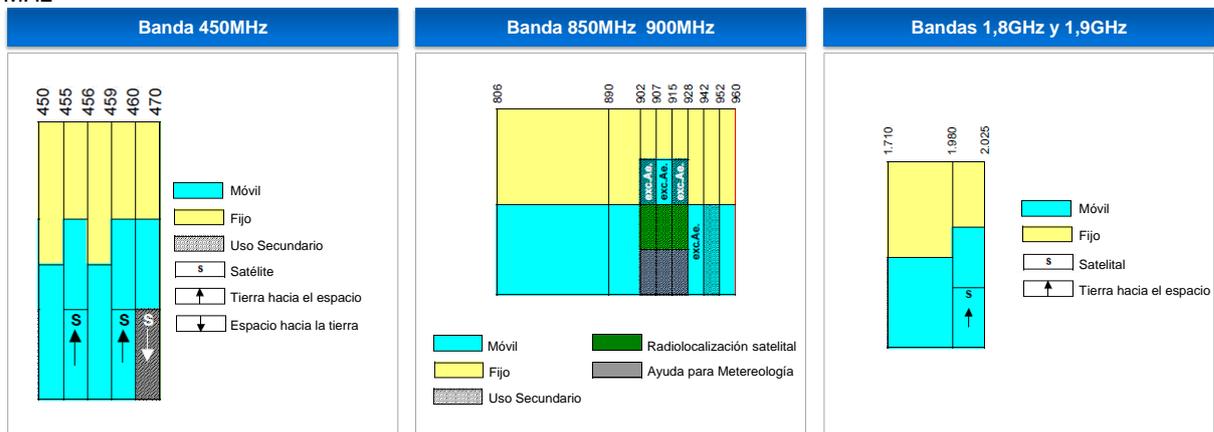
#### Atribución de frecuencias y servicios IMT

##### Atribución actual de frecuencias

En Brasil, la “Agencia Nacional de Telecomunicaciones” (Anatel) es responsable de la administración y planificación del espectro radioeléctrico. Las bandas identificadas para servicios IMT son: 450MHz, 700MHz, 850MHz, 900MHz, 1.800MHz, 1.900MHz, 2.100MHz y 2.500MHz.

La siguiente figura muestra las bandas asignadas de los servicios IMT<sup>43</sup>.

**Figura 21: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Brasil**  
MHz

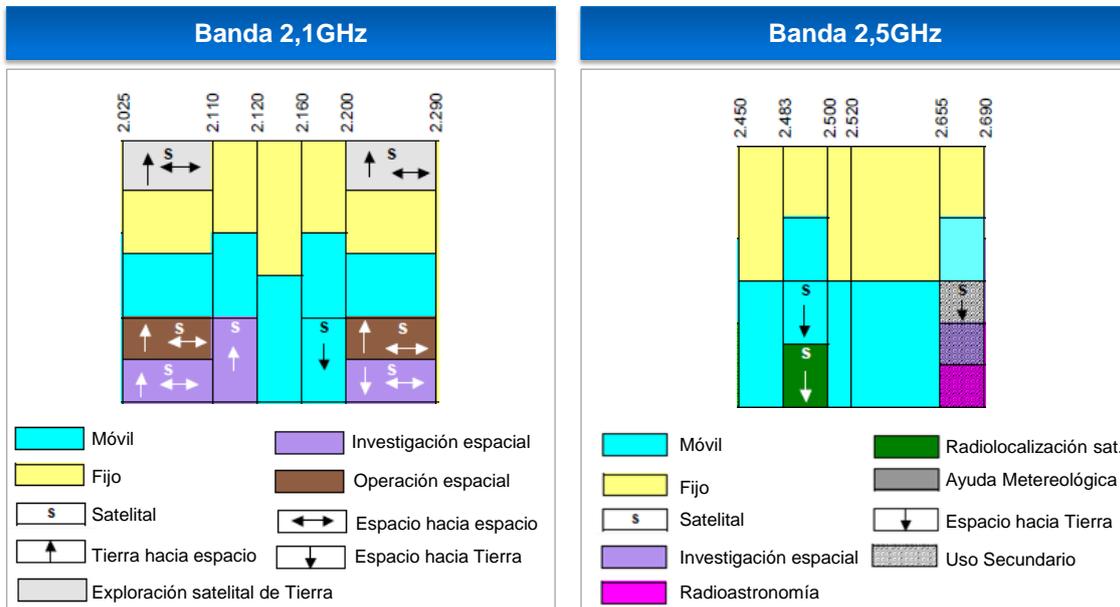


Fuente: Anatel

<sup>43</sup> Los gráficos incluyen solamente las bandas ya asignadas.

**Figura 222: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Brasil (cont.)**

MHz



Fuente: Anatel

Brasil cuenta con un total de 660MHz identificados para servicios IMT, posicionando a Brasil como uno de los países con más espectro identificado para las IMT. Sin embargo, hasta la fecha Brasil alcanza entre el 34% y el 49% de las necesidades de espectro total de las estimaciones<sup>44</sup> de la UIT, para los mercados de alta densidad y de baja densidad, respectivamente. En la misma línea, en comparación con la demanda de espectro estimada por GSMA<sup>45</sup>, Brasil alcanza entre el 39% y el 58% de la previsión total de la demanda de espectro de alta o baja, respectivamente.

### Asignaciones IMT

Las bandas de 450MHz, 850MHz, 900MHz, 1.700MHz, 1.800MHz, 1.900MHz, 2.100MHz y 2.500MHz han sido asignadas a los cuatro operadores móviles con alcance a nivel nacional (Vivo, TIM, Claro y Oi), dos operadores de telefonía móvil con alcance regional (Algar y Sercomtel), con un operador nacional que todavía no ha comenzado a ofrecer sus servicios (Nextel).

En términos de la asignación de espectro para la prestación de los servicios IMT, Brasil se encuentra estructurada en 3 regiones, 10 áreas de servicios y 34 sectores; por lo tanto, estas asignaciones tienen un alcance regional, lo que resultan en diferentes asignaciones de espectro de cada región. La mayor parte del espectro IMT actual ha sido ya asignado (es decir, aproximadamente 529MHz).

<sup>44</sup> Report ITU-R M.2290-0

<sup>45</sup> Revised spectrum forecasts using the new spectrum model, preparado para GSMA por Coleago Consulting (2013)

En cuanto a la infraestructura desplegada, hay más de 50 mil radiobases en Brasil. TIM: Vivo y Claro tienen aproximadamente 15 mil radiobases cada uno, y Oi cuenta con aproximadamente 4.000 radiobases.

Las licencias de espectro se conceden por un periodo máximo de 20 años; Sin embargo, la mayor parte del espectro IMT ha sido asignado por un período 15 años, con la posibilidad de una renovación por otros 15 años una vez finalizado el primer período.

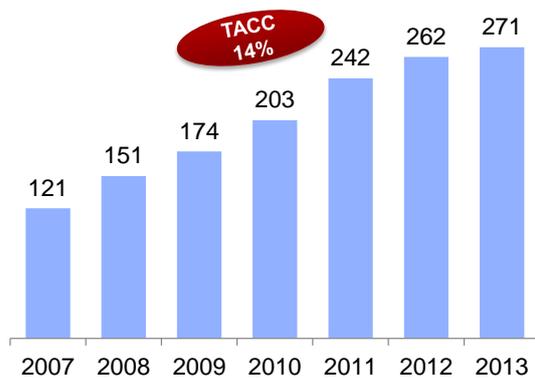
La compensación económica por las licencias IMT consiste en un pago por adelantado, a ser definido por una subasta; a partir de entonces, no existen obligaciones económicas adicionales. Sin embargo, después de la renovación de la primera (y única), los operadores establecidos deberán pagar una cuota bial de 2% sobre los ingresos brutos (neto de impuestos y contribuciones) desde el año anterior y el TFI<sup>46</sup>.

El mercado de las telecomunicaciones móviles de Brasil se encuentra constituido por 271<sup>47</sup> millones de suscriptores (penetración móvil del 136%). Como la mayoría de los mercados de la región, el mercado brasileño ha experimentado un crecimiento sorprendente en los últimos años; tal que se ha que duplicado su número de suscriptores entre 2007 y 2013.

**Figura 23: Evolución del Mercado móvil en Brasil**

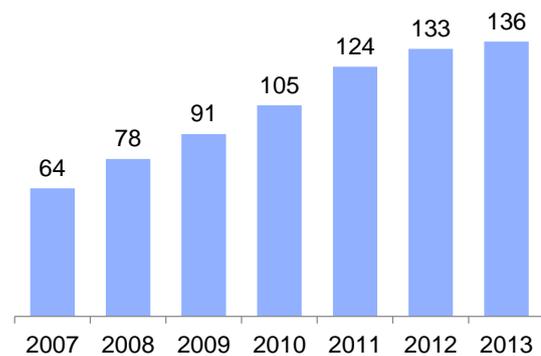
**Evolución de clientes de servicios móviles**

MM



**Penetración**

% (suscriptores/población)



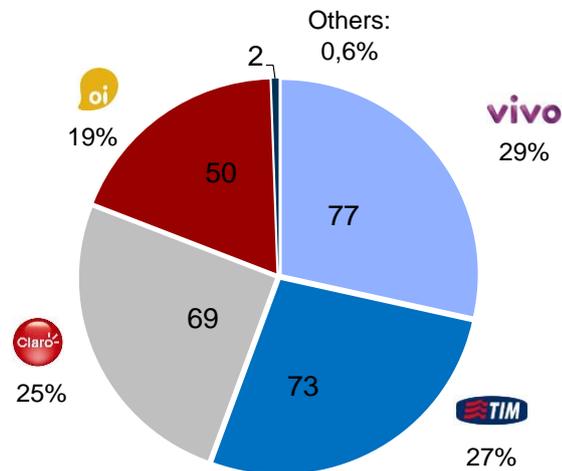
Como se muestra, el crecimiento de suscriptores de servicios móviles tiende a ralentizar su ritmo de crecimiento, en parte debido a la saturación del mercado.

<sup>46</sup> 'Tasa de Fiscalización de Instalación'

<sup>47</sup> Anatel, December 2013.

Existen cuatro operadores que prestan servicios en todo el país (Vivo, Claro, TIM y Oi) y dos operadores regionales (Algar y Sercomtel), mientras que un operador nacional aún está por iniciar el servicio (Nextel). La siguiente figura muestra la estructura del mercado actual.

**Figura 24: Suscriptores por operador**



Fuente: Anatel

El mercado brasileño se caracteriza por su estructura equilibrada y la ausencia de un jugador dominante; tanto Claro, TIM y Vivo tienen cuotas de mercado similares (Oi es el cuarto jugador en el mercado con una cuota de mercado del 19%).

Planes y nuevas bandas IMT en estudio

El gobierno de Brasil anunció la subasta de 80 MHz en la banda de 700 MHz (dividendo digital) que tendrá lugar a finales de septiembre de 2014. Además, Anatel está evaluando nuevas bandas de espectro para la identificación para las IMT: 1.350-1.400 MHz, 1.427-1518 MHz y 3.400-3.600 MHz.

**Frecuencias de la banda L (1.300-1.525MHz)**

Atribución actual

La banda L incluye las frecuencias de 1.350-1.525MHz, con la siguiente atribución de servicio:

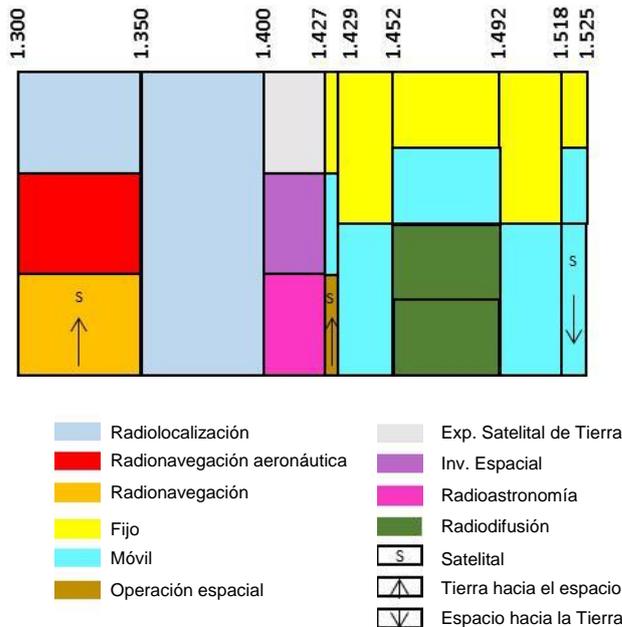
- 1.350–1.400MHz: radiolocalización
- 1.400–1.427MHz: exploración satelital terrestre, radioastronomía, investigación espacial
- 1.427–1.429MHz: fijo, móvil, operación espacial (tierra hacia espacio)
- 1.429–1.452MHz: fijo y móvil
- 1.452–1.492MHz: fijo, móvil, radiodifusión y radiodifusión satelital
- 1.492–1.518MHz: fijo y móvil

- 1.518–1.525MHz: fijo, móvil y móvil satelital (espacio hacia tierra)

En la figura de abajo se ilustra el mapa de atribución de la banda L.

**Figura 25: Atribución de frecuencias de la banda L en Brasil**

MHz



- Atribución de servicios móviles en el rango 1427-1525MHz
- La atribución de servicios móviles es compartida con servicio fijo en el rango 1427-1525MHz
- En línea con recomendación internacional el rango 1350-1400MHz es atribuido a radiolocalización
- El espectro 1400-1427MHz se reserva para los exploración satelital, radioastronomía e investigación espacial

Fuente: Anatel

La atribución a los servicios móviles es compartida con los servicios fijos (1427-1525MHz), operaciones espaciales (1427-1429MHz) y radiodifusión (1452-1492MHz). En línea con las directrices internacionales, el espectro entre 1350MHz y 1400MHz está atribuida al servicio de radiolocalización. Las frecuencias que van de 1400MHz a 1427MHz se reservan para satélites de exploración de la tierra, la radioastronomía y la investigación espacial.

Asignaciones y uso real

La banda L en Brasil es utilizado por un número importante de usuarios de enlaces de punto a punto y punto a multipunto, que pertenecen a diferentes industrias, incluyendo: las telecomunicaciones, el petróleo y la electricidad y los servicios públicos. Hoy en día, hay más de seis mil licencias en la banda L; la gran mayoría son enlaces antiguos con equipos obsoletos, los cuales se encuentran desplegados en todo el país y con importante presencia en las áreas rurales.

Migraciones potenciales

Aunque factible, la migración de los usuarios existentes del banda L a otras bandas se enfrenta a algunos obstáculos. En primer lugar, el gran número de usuarios a migrar, y, en segundo lugar, el

período de las licencias que no han vencido hasta el momento<sup>48</sup>. Sin embargo, hay que tener en cuenta que mientras las licencias pueden ser asignados por un período de hasta 20 años<sup>49</sup> para este caso en particular se han adjudicado por un período de sólo 10 años, sin renovación automática.

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

La Anatel ha señalado que las bandas 1.350-1.400MHz y 1.427-1.525MHz deben tenerse en cuenta entre las posibles bandas para la prestación de los servicios IMT (que se propondrán en la próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-15)). Brasil ya ha presentado al CITELE una propuesta para la identificación de la banda L para las IMT en la Región 2.

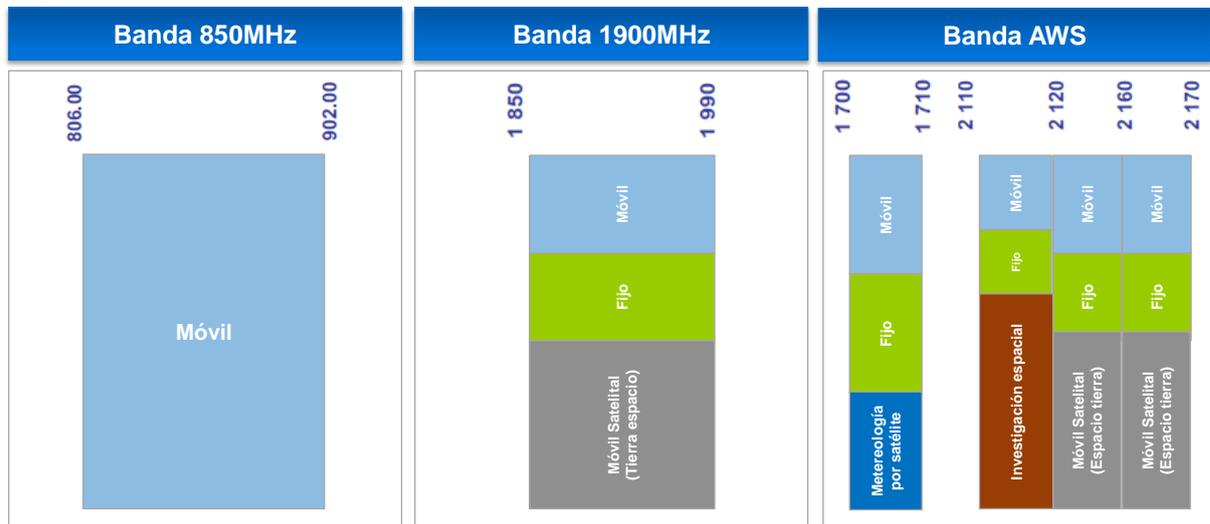
**México**

**Atribución de frecuencias y servicios IMT**

Atribución actual de frecuencias

En México, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) es el responsable de la gestión del espectro y su planificación. La siguiente figura muestra la asignación de los servicios en las bandas IMT actualmente asignadas:

**Figura 26: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en México**  
MHz



Fuente: Instituto Federal de Telecomunicaciones

<sup>48</sup> Inconvenientes similares para la asignación de la banda 700 MHz.

<sup>49</sup> Ley n.º 9.472/1997 (Lei Geral de Telecomunicações – LGT)

### Asignaciones IMT

México tiene un mercado que comprende cuatro operadores móviles (Iuscell, Movistar, Nextel y Telcel) y dos MVNO (Maxcom y Megacable). Todos los operadores ofrecen banda ancha móvil a través de redes UMTS/HSPA+ en tanto que Movistar y Telcel ya han lanzado servicios LTE en 2012.

El país tiene aproximadamente un total de 230MHz de espectro asignado a los operadores para servicios IMT. Las licencias se estructuran sobre una base regional, con 9 regiones de todo el país.

Los 600MHz de espectro actualmente identificado para IMT representan solo una parte (entre el 31% y el 45%, dependiendo de la densidad) de los requerimientos de espectro totales estimados por la UIT (Reporte UIT-R M. 2290-0). De acuerdo con estimaciones<sup>50</sup> de la GSMA, estos 600MHz ya identificados representan entre el 39% y el 61% de las necesidades de espectro para el año 2020.

En cuanto a la infraestructura de las BTS y de acceso de radio, los operadores actuales tienen casi treinta mil estaciones de radio (29.249).

La compensación económica por el uso y explotación del espectro radioeléctrico se determina en base a un año, según las diferentes tasas incluidas en los Derechos Federales Ley en los artículos 244-B, 244-D y 244-E. Las tarifas son determinadas según la metodología definida por el Ministerio de Finanzas.

En los últimos años, la penetración de mercado de telefonía móvil ha alcanzado una tasa de dos dígitos de crecimiento, acercándose a una etapa de saturación en la actualidad.

La figura siguiente muestra la evolución de las telecomunicaciones móviles cuya penetración ha aumentado a una tasa de crecimiento compuesto anual del 13%, pasando de 30% en 2003 al 89% para el año 2013. La figura también muestra que el 90% del mercado se concentra en dos operadores, siendo Telcel el más relevante.

---

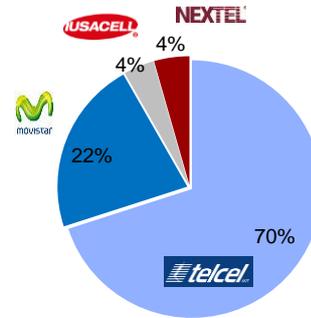
<sup>50</sup> Estudio Coleago (2013)

**Figura 27: Evolución del Mercado móvil y su estructura en México**

**Evolución de servicios de telecomunicaciones móviles**



**Cuota de mercado de telecomunicaciones móviles**



- La penetración de las telecomunicaciones móviles ha crecido a una tasa compuesta anual del 13%, pasando de 30% en 2003 al 89% en 2013
- Más del 90% del mercado se concentra en dos operadores

Fuente: Cullen – Merrill Lynch 2Q 2014

Planes y nuevas bandas IMT en estudio

A pesar de que el regulador aún no ha anunciado un proceso de asignación específica, las siguientes bandas están siendo consideradas para posibles asignaciones de espectro adicional:

**Figura 28: Planificación de asignaciones de bandas IMT en México**

Banda (MHz)	Sub banda (MHz)	Fecha de asignación
450-470	--	A ser definida
698-960	698-806	Antes de fines del 2014
	814-824/859-869	A ser definida
1710-2025	1710-1725	Tentativamente en 2015
	1755-1770	A ser definida
2110-2200	2110-2125	Tentativamente 2015
2300-2400	2155-2170	A ser definida
2500-2690	2500-2530	Tentativamente en 2015
	2530-2570	A ser definida
	2570-2620	A ser definida
	2620-2650	Tentativamente en 2015
	2650-2690	A ser definida

Fuente:

Instituto Federal de Telecomunicaciones

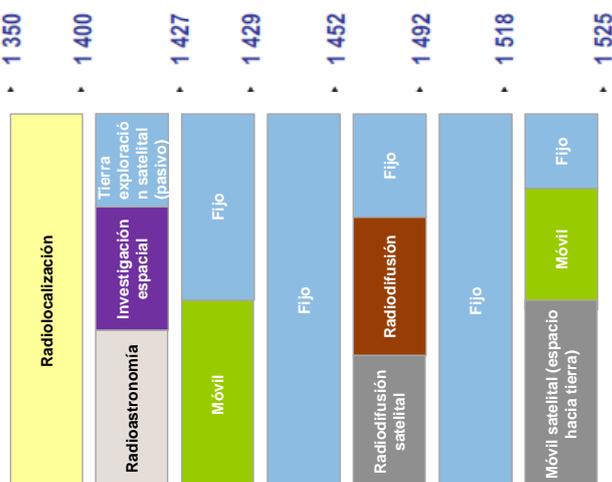
Además, se propondrán al 614-698 MHz y las bandas de 1.452-1.492 MHz para la identificación de los servicios IMT.

**Frecuencias de la banda L (1.300-1.525MHz)**

Atribución actual

En México, se consideró las bandas 1.350-1.400 MHz y 1.427-1.518 MHz para el análisis de la banda L. La siguiente figura muestra la atribución de frecuencias para los diferentes servicios en la banda bajo análisis.

**Figura 29: Atribución de frecuencias de la banda L en México MHz**



- La mayor parte de la banda, 98 MHz (1427–1525MHz) esta atribuida para servicios fijos
- Solamente 9MHz se encuentran atribuidos al servicio móvil (compartido con servicio fijo)
- El rango de espectro 1350-1400MHz, según tendencia internacional, está atribuido a radiolocalización

La figura anterior muestra que la mayor parte de la banda, 98MHz (1.427-1.525MHz), se destina a los servicios fijos y sólo 9MHz están atribuidas a servicios móviles. El rango entre 1.350-1.400MHz sigue la tendencia internacional de la asignación a radiolocalización.

Asignaciones y uso real

Dentro de la banda 1.427-1.525MHz existen licencias para el funcionamiento del servicio fijo. Licencias que fueron asignadas en forma directa en diferentes fechas, y por lo tanto tienen diferentes plazos de vencimiento.

La banda se utiliza sobre todo para enlaces de microondas punto a punto, empresas privadas son las principales usuarios de este servicio, mientras que también hay una pequeña cantidad de empresas de propiedad estatal.

**Figura 30: Uso actual de la banda L en México**

Banda de Frecuencia (MHz)	Uso actual
1350-1400	Sistemas de radionavegación aeronáutica, comunicaciones aeronáuticas y usos relacionados.
1427-1429	Sistemas de servicio fijo punto a punto
1429-1452	Sistemas de servicio fijo punto a punto
1452-1492	Sistemas de servicio fijo punto a punto De acuerdo con la nota 5.345 del Reglamento de Radiocomunicaciones esta banda de frecuencia está limitado a servicios de audio digital de radiodifusión por satélite. Sin embargo, no se espera que utilice la banda para mencionados servicios en México.
1492-1518	Sistemas de servicio fijo punto a punto
1518-1525	Rango registrado en México para servicio móvil satelital, según indicaciones de la UIT. Sin embargo, no se espera que se utilice la banda por dichos servicios en México.

Fuente: Instituto Federal de Telecomunicaciones

Migraciones potenciales

Como se mencionó en las secciones anteriores, existen algunos servicios fijos punto a punto por microondas dentro de la banda 1.427-1.525MHz. Parte de estos usuarios también tienen microondas punto a punto en sistemas que funcionan en otras bandas: 928-960MHz, 7GHz, 15GHz y 23GHz.

En cuanto a una posible migración de los usuarios existentes, la migración de los servicios dentro de la banda 1.300-1.427MHz no se considera posible, ya que son servicios protegidos. Sin embargo, sería posible migrar los sistemas del servicio fijo que funcionan en 1.427-1.525MHz

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

De acuerdo con la respuesta presentada por la delegación de México ante la decisión CCP.II / DEC. 162 (XXII-13)<sup>51</sup>, aunque no se espera que cambie el uso actual de la banda entre 1.350-1.400MHz, se está analizando la posibilidad de identificar la banda de frecuencias de 1.427-1.525MHz para servicios IMT.

Cabe mencionar que hasta el momento no hay planes concretos para migrar los usuarios actuales a otra banda. La siguiente tabla resume los planes para cada porción de la banda-L.

**Figura 31: Planes para la banda L en México**

Banda de frecuencia (MHz)	Planes
1350-1400	No se espera tener un uso diferente de la actual en esta gama de frecuencias
1427-1429	La posibilidad de identificar a este rango de frecuencias para IMT está bajo análisis
1429-1452	La posibilidad de identificar a este rango de frecuencias para IMT está bajo análisis
1452-1492	La posibilidad de identificar a este rango de frecuencias para IMT está bajo análisis, de acuerdo con los foros celebrados en UIT-R y 3GPP.
1492-1518	La posibilidad de identificar a este rango de frecuencias para IMT está bajo análisis
1518-1525	La posibilidad de identificar a este rango de frecuencias para IMT está bajo análisis

Fuente: Instituto Federal de Telecomunicaciones

## Colombia

### Atribución de frecuencias y servicios IMT

Atribución actual de frecuencias

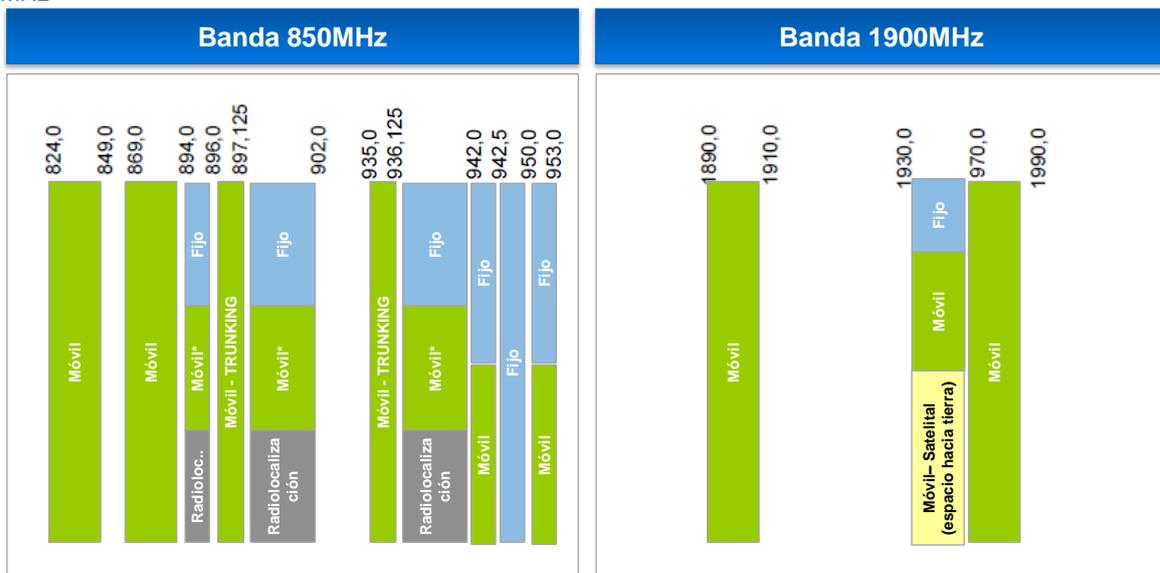
<sup>51</sup> Solicitud de información sobre los usos actuales y previstos de las bandas 1.350-1524 MHz y 1.427-1.524 MHz para los servicios satelitales y terrestres para ser presentadas por OEA/CITEL

De acuerdo con el artículo 75 de la Constitución de Colombia el espectro radioeléctrico se define como un activo de propiedad estatal, por lo que la regulación del mismo se encuentra bajo su control. En la Ley 1.341 del 2009 se definen los conceptos básicos de la industria de las telecomunicaciones en el país. Esta ley establece el marco general de las políticas públicas en el sector de las telecomunicaciones, las normas de competencia, protección al consumidor, la cobertura y la calidad de los servicios, la promoción de la inversión nacional y extranjera en el sector, el desarrollo de nuevas tecnologías, el uso eficiente del espectro y las redes electrónicas de radio, como así también la autoridad del estado para la planificación y gestión de los recursos, garantizando la igualdad de acceso a la tecnología de la información para la población de toda Colombia.

Las entidades reguladoras son descritas en la Ley 1341/2009 y organizados jerárquicamente. En la parte superior de la pirámide se encuentra el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones (MINTIC), seguido por la Agencia Nacional del Espectro (ANE). El artículo 26 de la Ley 1341/2009 detalla las 13 funciones de la Agencia Nacional del Espectro. El propósito de la ANE, el cual es proporcionar apoyo técnico para la gestión y la planificación, seguimiento y control del espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con ella.

En Colombia, las bandas que están identificadas para IMT son las bandas de 850 y 1.900 MHz (PCS - TMC) y AWS y 2,5 GHz (4G). La siguiente figura muestra las asignaciones de las bandas utilizadas para las telecomunicaciones móviles a los diferentes servicios.

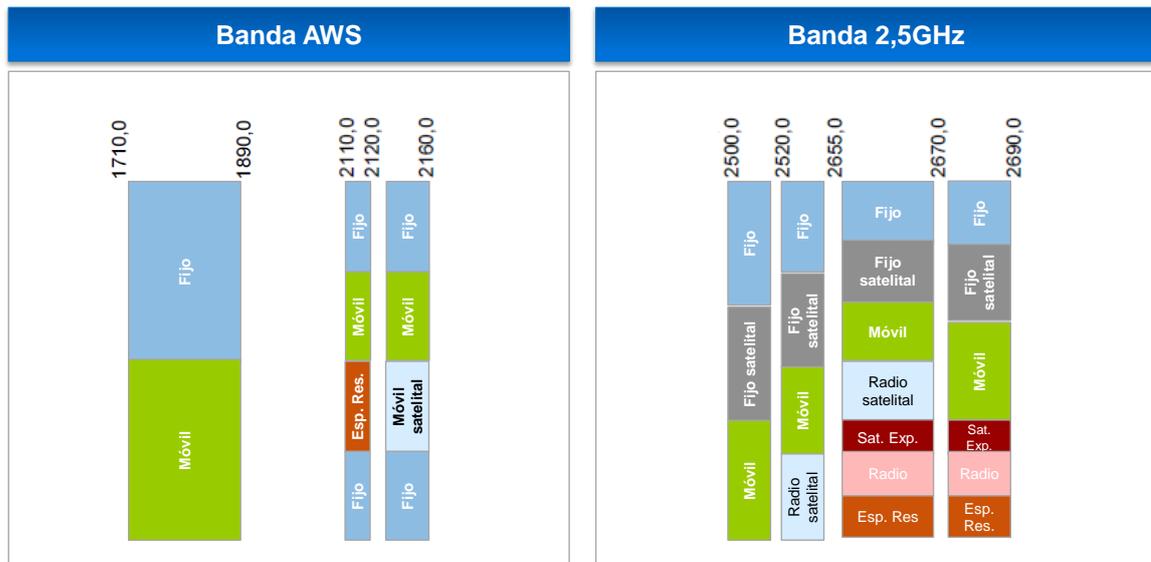
**Figura 32: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Colombia MHz**



\* Excluye móvil aeronáutico  
Fuente: ANE - CNABF, 2013

**Figura 33: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Colombia**

MHz



Fuente: ANE - CNABF, 2013

Colombia utiliza actualmente 415MHz del total de espectro identificado para IMT en las bandas de 850MHz (824-849 / 869-894 / 894-905 / 894-905 / 939-950MHz), 1.900MHz (1.850-1.910 / 1.930-1.990MHz), AWS (1.710-1.755 / 2.110-2.155MHz) y 2,5GHz (2.500-2.690MHz).

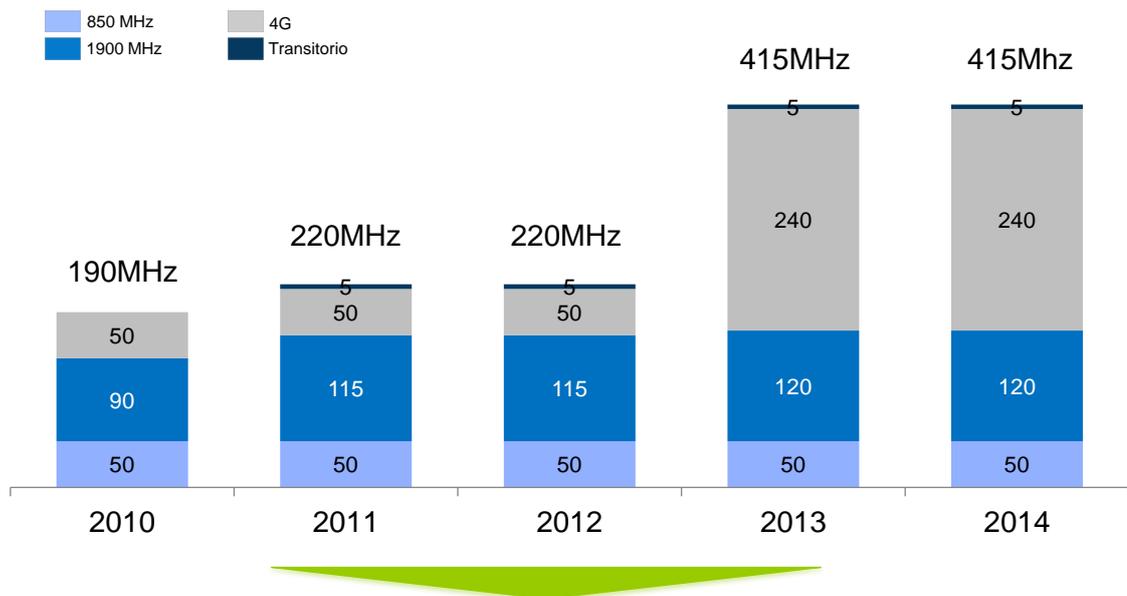
Asignaciones IMT

Colombia tiene un mercado con cinco operadores móviles de red (Claro, Movistar, Tigo-UNE, DirecTV y Avantel<sup>52</sup>), y cinco operadores móviles virtuales (ETB, Éxito, UNE, Uff! Mobile y Virgin Mobile). El número de operadores móviles se incrementó recientemente como resultado de la subasta de espectro de junio de 2013, donde tres entrantes se adjudicaron licencias: Avantel (2x15MHz en la banda AWS), consorcio ETB-Tigo (2x15MHz AWS) y DirecTV (2x15MHz y 40MHz TDD en la banda de 2,5GHz). En junio de 2012 la UNE comenzó a comercializar los servicios de LTE. Además, las cinco empresas que ganaron bloques de espectro por un total de 190MHz (Avantel, Claro, consorcio ETB-Tigo, DirecTV y Movistar) se comprometen a poner en marcha los servicios propios de LTE durante 2014.

Colombia ha logrado un aumento significativo en la asignación de espectro IMT, creciendo desde 190MHz, en 2010, a 415MHz, en 2014.

**Figura 34: Tenencias de espectro IMT en Colombia**

<sup>52</sup> También un operador iDen



- La asignación de espectro móvil aumentó en 225MHz en cuatro años, más que duplicándose

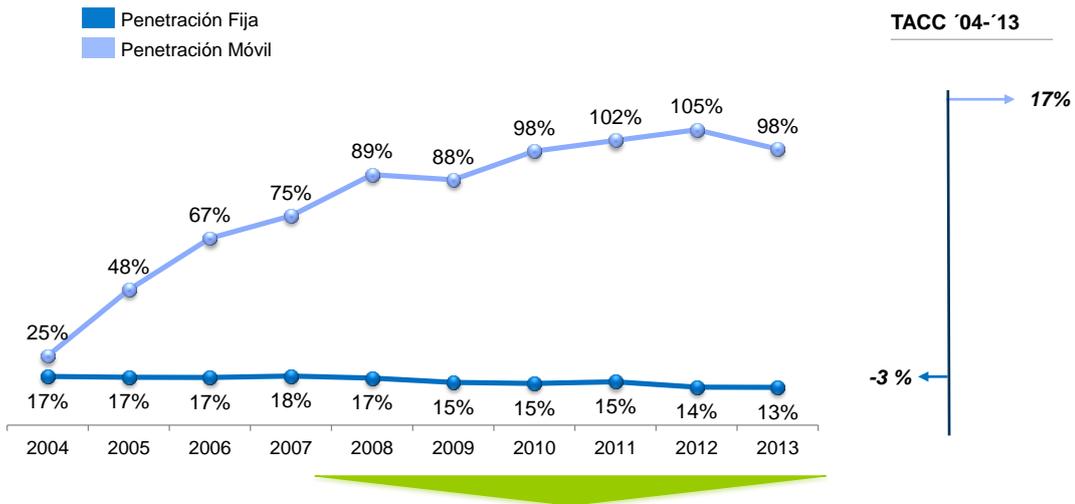
Fuente: ANE - CNABF, 2013

La subasta de junio 2013 permitió aumentar el espectro asignado de 225MHz a 415MHz. A pesar de sus avances, el espectro identificado para IMT en Colombia sigue representando sólo una porción (entre el 30% y el 44%) del total de espectro requerido según estimaciones de la UIT para 2020 (Reporte UIT-R M. 2290-0) y solo entre el 37% - 56% de la demanda total de espectro según estimaciones de la GSMA<sup>53</sup>.

Servicio móvil de telecomunicaciones en Colombia han aumentado su penetración entre los años 2004 y 2013 del 25% al 98%, con valores en 2011 y 2012 que superaron la población total (102% y 105%, respectivamente).

**Figura 35: Evolución del Mercado móvil en Colombia**  
Penetración de servicios de telecomunicaciones Fijo y Móvil, Porcentaje

<sup>53</sup> Coleago (2013)

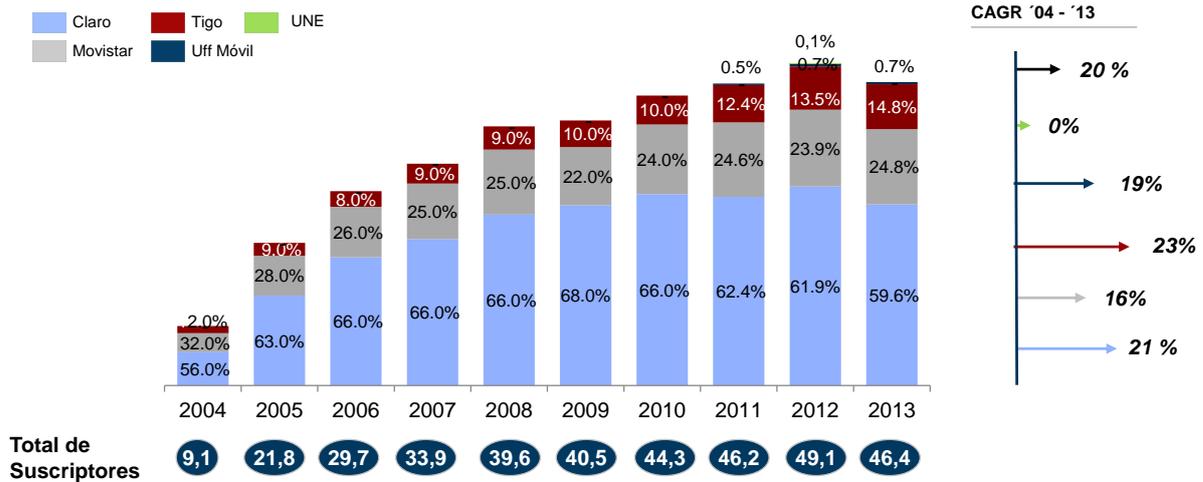


- La penetración móvil ha crecido a una tasa compuesta anual del 17%, creciendo desde el 17% en 2004 al 98% en 2013
- La penetración fija en el primer trimestre de 2013 fue del 13%, cayendo a una tasa anual de 3%

Fuente: EIU, World Celular Information Service, Informa T&M, Informe Primer Trimestre 2013 - MINTIC

La tasa de crecimiento anual compuesta del número de suscriptores móviles entre 2004 y 2013 es del 17%, pasando de 9,1 millones en 2004 a 46,4 millones en 2013. Entre 2012 y 2013 el número de suscriptores cayó alrededor del 5%, la reducción de la base de clientes de 49,1 a 46,4 millones de usuarios. Este descenso de 2,7 millones de suscriptores se debió a una disminución de los clientes de Claro, como resultado de una limpieza de su base de datos.

**Figura 36: Principales operadores del mercado móvil en Colombia**  
Millones de suscriptores, Porcentaje



- Las diferentes cuotas de mercado muestran estabilidad a través de los años
- Claro es el principal operador con una participación de mercado del 59,6%, aunque su participación ha ido disminuyendo desde el 2009

Como se muestra en la figura anterior, la cuota de mercado de los operadores se ha mantenido relativamente constante a lo largo de los años. Durante el primer trimestre de 2013, Claro posee el 59,6% del mercado de voz móvil ya que tiene 27,7 millones de suscriptores; Movistar concentra el 24,8% del parque total de 11,5 millones de usuarios; Tigo reúne el 14,8% con 6,9 millones de usuarios; Uff Móvil tiene un 0,7%, con 0,3 millones de clientes; finalmente, UNE tiene un estimado de 0,05 millones de suscriptores.

En lo que se refiere a la compensación económica, hay dos tipos diferentes de canon relacionadas con la licencia para el uso del espectro:

- un pago inicial al momento de la asignación
- un pago periódico en función de los ingresos brutos del operador

Planes y nuevas bandas IMT en estudio

En los últimos años, el grupo de Comunicaciones por Radio (UIT-R) ha estado explorando la posibilidad de incluir nuevas bandas que se utilizarán para servicios IMT, teniendo en cuenta la próxima CMR a realizarse en 2015. En este sentido, la ANE<sup>54</sup> ha realizado un estudio en el que se seleccionaron seis bandas, con el fin de analizar su factibilidad y simplicidad de una posible identificación futura para servicios IMT:

- 512–698MHz
- 1.400–1.600MHz

<sup>54</sup> Agencia Nacional del Espectro, entidad técnica local responsable de la planificación y gestión del espectro

- 2.050–2.110MHz
- 2.700–2.900MHz
- 3.300–3.400MHz
- 3.600–3.800MHz

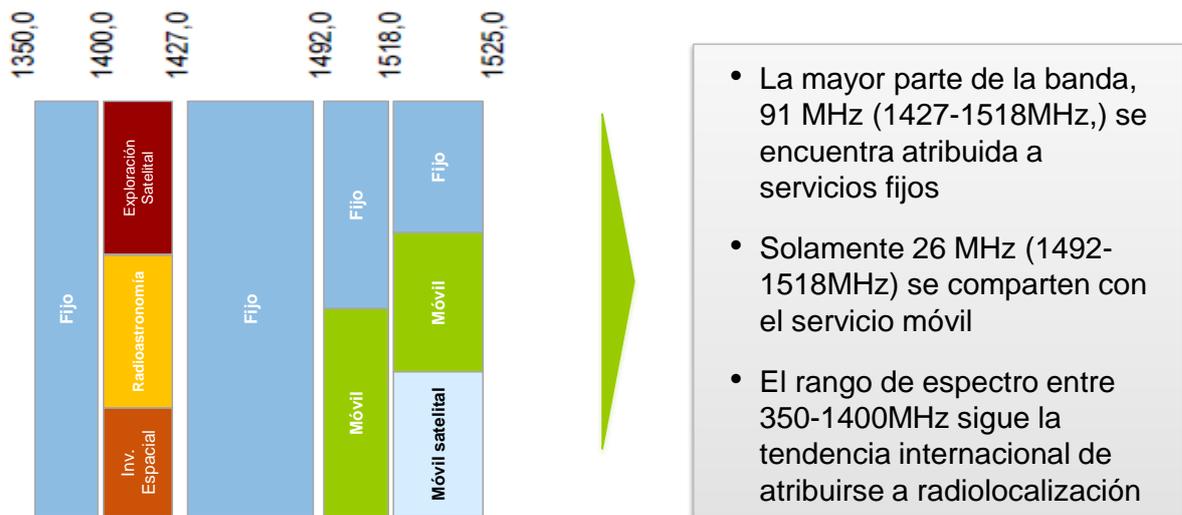
El siguiente paso fue recomendar la estrategia para poner en práctica la liberación efectiva de las bandas de frecuencias, en forma oportuna y eficiente, con el objetivo central de que la ANE tendrá el espectro necesario para las IMT para satisfacer la demanda estimada del país hasta 2023.

**Frecuencias de la banda L (1.300-1.525MHz)**

Atribución actual

Para Colombia se consideró el rango de frecuencias entre 1.350-1.400MHz y 1.427-1.518MHz como alcance de este estudio. La siguiente figura muestra la asignación de frecuencias para los diferentes servicios en la banda bajo análisis.

**Figura 37: Atribución de servicios de la banda L en Colombia MHz**



Fuente: ANE - CNABF, 2013

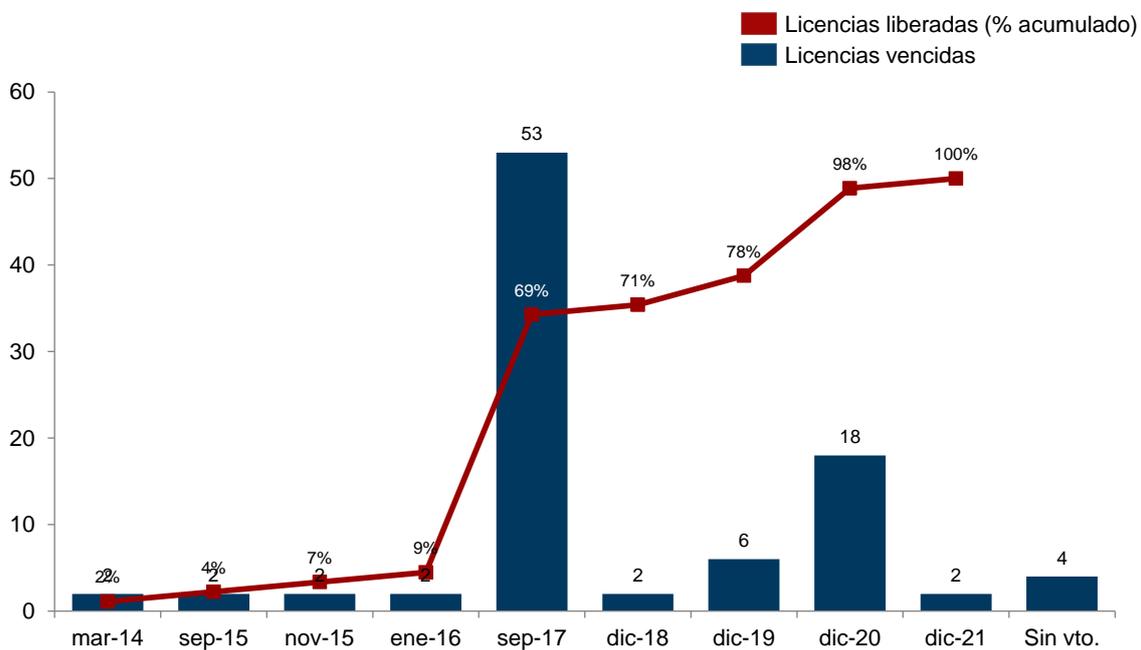
La mayor parte de la banda bajo análisis, 91 MHz en el rango de 1.427-1.518MHz, está atribuida a servicios fijo y sólo 26MHz (1.492-1.518MHz) son compartidas con el servicio móvil. El rango entre 1.350-1.400MHz sigue la tendencia internacional de la asignación a radiolocalización.

Asignaciones y uso real

Actualmente siete empresas están operando en el rango de 1.427-1.530MHz. La banda está siendo utilizada principalmente para sistemas de transmisiones microondas punto a punto y punto a multipunto para servicios complementarios de las empresas de telecomunicaciones móviles. También hay otro servicio operado por una compañía de televisión local que tiene dos estaciones que transmiten en la misma frecuencia sin canal de recepción.

La siguiente figura muestra el número de asignaciones de acuerdo con la fecha de caducidad de la licencia y la cantidad acumulada a lo largo de los años, desde 2014 hasta el 2021.

**Figura 38: Fechas de expiración de licencias en Banda L en Colombia**  
# licencias



Fuente: Agencia Nacional de Espectro

De acuerdo a la figura anterior, la mayoría de las licencias expirarán en 2017, cuando más del 60% de las asignaciones quedarán inactivas. A finales de 2020 más del 90% de las asignaciones estarán fuera de servicio, y a finales de 2021 el 100%<sup>55</sup>, allanando el camino para los planes de realocación.

Migraciones potenciales

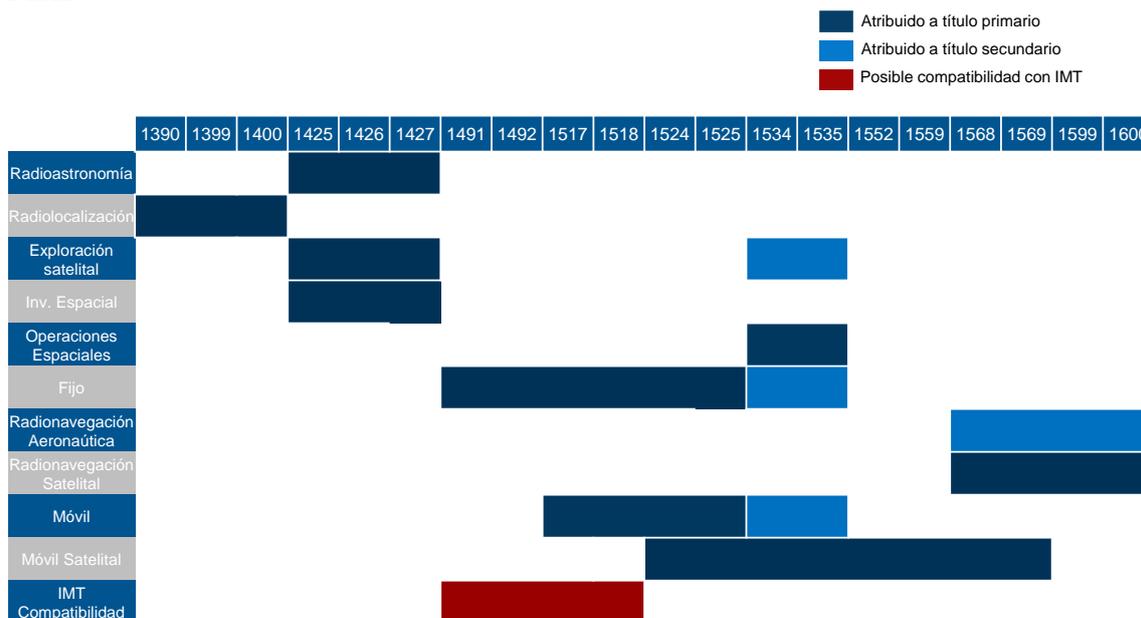
De acuerdo con un estudio realizado por la ANE en 2014, un solo operador, el mayor usuario de la banda, seguiría interesado en continuar operando dentro de esta misma banda. No obstante, los usuarios de enlaces punto a punto estarían de acuerdo en migrar a las bandas 5GHz, 7GHz y 8GHz.

<sup>55</sup> Con una incertidumbre de 4,3%, ya que hay asignaciones con fecha de vencimiento desconocido.

Desde el año 2021 en adelante, no habría barreras de migración debido a que el 100% de las asignaciones actuales habrán expirado.

La siguiente figura muestra una posible compatibilidad entre los servicios prestados actualmente asignados en la banda de 1.350-1.525MHz y las IMT.

**Figura 39: Compatibilidad con IMT en la banda L MHz**



Fuente: Agencia Nacional de Espectro

Además, vale la pena señalar que el rango de 1.427-1.518MHz es totalmente compatible con las iniciativas de la industria para implementar Supplemental Downlink en 1.452-1.492MHz.

Una identificación de los servicios IMT como la propuesta, permitiría proporcionar 91MHz de ancho de banda, lo que podría permitir transportadores de magnitud, ya que en LTE se podría obtener hasta 20MHz. Esto mejoraría el rendimiento de redes y permitiría alcanzar el espectro necesario para el tráfico de datos estimado.

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

Es factible identificar la banda L para la prestación de los servicios IMT, y la administración de suponer proponer esta banda para su identificación para las IMT.

Como cuestión de hecho, ANE ya ha realizado una evaluación preliminar sobre la compatibilidad con la provisión de servicios IMT en esta banda y los costos de migración involucrados.

## Ecuador

### Atribución de frecuencias y servicios IMT

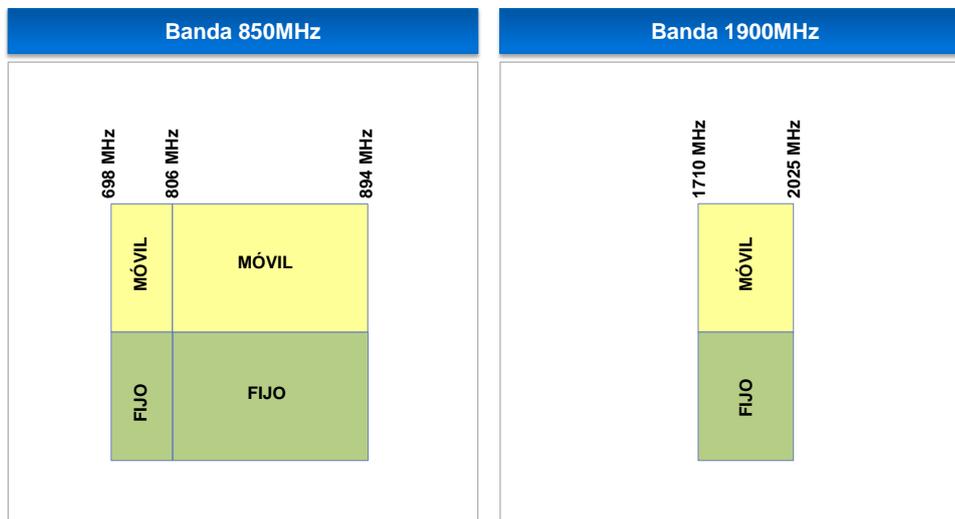
#### Atribución actual de frecuencias

El sector de las telecomunicaciones en Ecuador se rige por la Ley Especial de Telecomunicaciones, promulgada en agosto de 1992, junto a sus reformas subsiguientes. El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (Mintel), el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) son los principales organismos estatales responsables de la regulación del sector.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), en ejercicio de su autoridad establece en la Ley de Reforma Especial de Telecomunicaciones, ha aprobado<sup>56</sup> las reformas y actualizaciones al Plan Nacional de Frecuencias (PNF) de septiembre de 2008. L

La siguiente figura muestra la atribución en las bandas actualmente asignadas para servicios IMT.

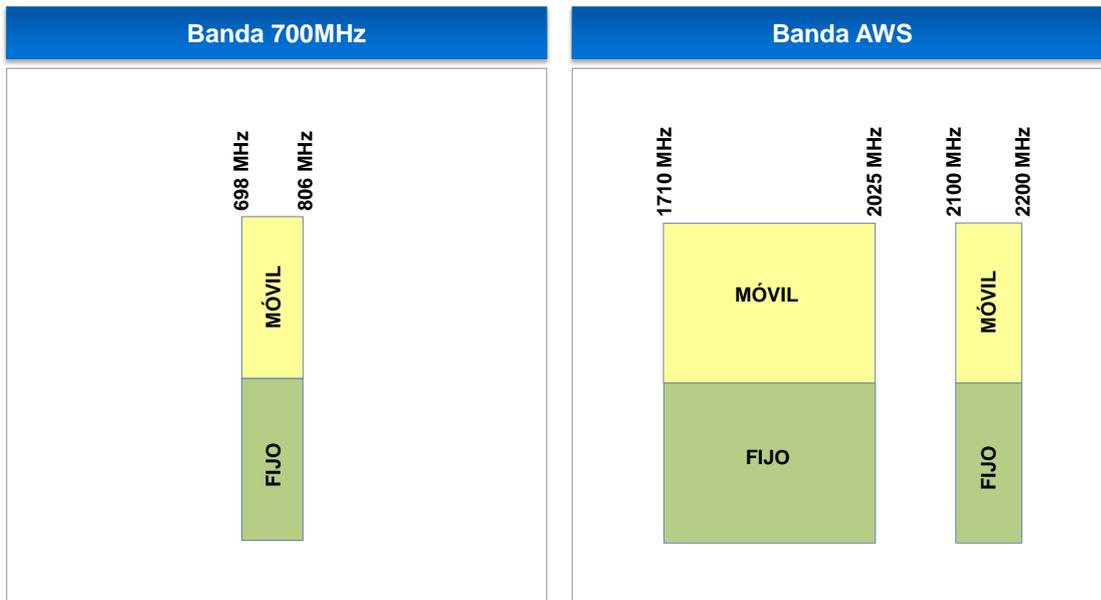
**Figura 40: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Ecuador**  
MHz



Fuente: CNAF - CONATEL

**Figura 41: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Ecuador (Cont.)**  
MHz

<sup>56</sup> Resolución N° TEL-391-15- CONATEL-2012 de julio 2012



Fuente: CNAF - CONATEL

Asignaciones IMT

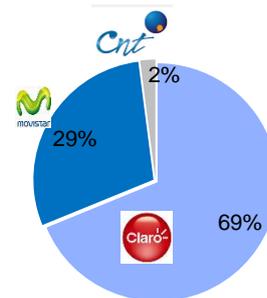
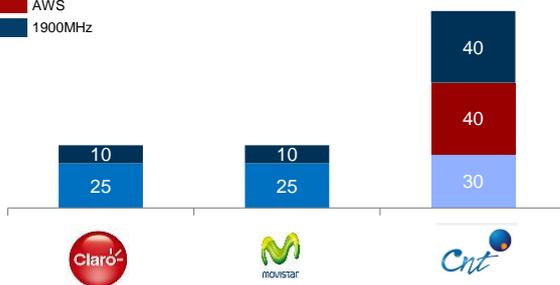
Los operadores de telecomunicaciones móviles que prestan servicios en Ecuador son CONECEL SA (Claro), OTECEL (Movistar) y CNT. Ecuador cuenta con 180MHz de espectro radioeléctrico asignado para IMT. La siguiente figura muestra el espectro total de radio asignado a cada operador y la estructura del mercado.

**Figura 42: Estructura del mercado móvil y tenencia de espectro en Ecuador**

Asignación del espectro radioeléctrico para operadores móviles

Cuota de Mercado de Telecomunicaciones

700MHz  
850MHz  
AWS  
1900MHz



- CLARO y MOVISTAR operan solamente en las bandas 850MHz y 1900MHz
- El operador CLARO posee la mayor cuota de mercado, con una cuota cercana al 70%

Fuente: SENATEL

Como se muestra en la figura anterior, Claro y Movistar sólo operan en las bandas de 850MHz y 1.900MHz. En cuanto a la cuota de mercado, Claro es el operador con mayor penetración con casi el 70%, seguido por Movistar, y, luego por la empresa estatal, CNT.

Las bandas de telecomunicaciones móviles deben ser asignados a los operadores privados mediante subasta, procedimiento conocido como Proceso Competitivo. Sin embargo, el espectro radioeléctrico para LTE fue asignado en forma directa a CNT: en diciembre de 2012, el gobierno asignó 70MHz del espectro radioeléctrico - 30MHz en la banda de 700 MHz y 40MHz en AWS- con el objetivo de lanzar servicios LTE . Además, el espectro máximo permitido por operador en Ecuador es de 65MHz; no obstante, este límite no se aplica a los operadores de propiedad estatal.

En cuanto a la compensación económica, las condiciones consideradas en la última renovación (2008) fueron los siguientes:

- Un valor fijo para la renovación
- Cuota mensual llamada "Tarifa A", calculada de acuerdo con el número de radiobases y de ancho de banda y un pago por cliente activo que, de los 2,5 millones de suscriptores, es de 126 mil dólares al mes

En cuanto al número de radiobases por operador, Claro tiene unos 4.800 y Movistar un poco más de 3.000, incluyendo en ambos casos tecnologías GSM 850, GSM 1900 y UMT 850. En el caso de CNT, que tiene alrededor de 1.050 estaciones radiobase con tecnologías CDMA, UMTS, LTE 1900 y LTE AWS 700.

En febrero de 2013, Ecuador se convirtió en el cuarto país de Latino América y el Caribe (después de Colombia, Chile y México) para adoptar el plan de banda APT para la implementación de la tecnología LTE en la banda de 700MHz, conocida como Dividendo Digital. Esta banda del espectro aún está ocupada por los sistemas de televisión terrestre, y se liberará con la transición de la televisión analógica a la digital (el apagón analógico en el país se inició en 2010 y está programada para completarse en 2017, pero podría extenderse hasta el 2021).

#### Planes y nuevas bandas IMT en estudio

Ecuador ha lanzado un plan nacional de banda ancha que tiene entre sus objetivos lograr un acceso al servicio para al menos el 75% de la población hacia 2017. Con el fin de cumplir con los objetivos planteados en el plan, el Ministerio de Telecomunicaciones tendrá que aliarse con los operadores móviles para cubrir áreas remotas y de este modo se esperan nuevas asignaciones de espectro.

#### **Frecuencias de la banda L (1.300-1.525 MHz)**

Atribución actual

El rango de frecuencias consideradas como propósito de este estudio para Ecuador, es la que existente entre 1.350-1.400MHz y 1.427-1.518MHz. La siguiente figura muestra la atribución de frecuencias para los diferentes servicios en la banda bajo análisis.

**Figura 43: Atribución de servicios en la banda L en Ecuador**



Fuente: SENATEL

La figura anterior muestra que la mayor parte de la banda, 98MHz (1.427-1.525MHz) se destina a los servicios fijos, sin asignación de servicio móvil. El rango entre 1.350-1.400MHz sigue la tendencia internacional de la asignación de radiolocalización.

Asignaciones y uso real

La banda L se utiliza principalmente para conexiones de radioeléctricas a nivel nacional del servicio fijo en tierra, como se detalla en la siguiente figura.

**Figura 44: Uso actual de la banda L en Ecuador**

Bandas de frecuencia (MHz)	Uso actual
1350-1400	Ninguno
1427-1429	Enlaces radio eléctricos de servicio fijo terrestres
1429-1452	Enlaces radio eléctricos de servicio fijo terrestres
1452-1492	Enlaces radio eléctricos de servicio fijo terrestres
1492-1518	Enlaces radio eléctricos de servicio fijo terrestres
1518-1525	Enlaces radio eléctricos de servicio fijo terrestres y móvil satelital

Fuente: SENATEL

El rango de frecuencias entre 1.350-1.400MHz no se encuentra utilizado, y en el resto de la banda se está utilizando casi exclusivamente para enlaces de radioeléctricos de servicios fijos. Es importante destacar que estos permisos en el país de Ecuador tienen una validez de 5 años, después del cual se vencen y deben ser renovados. Los enlaces de banda L son utilizados principalmente por los carriers y empresas privadas y públicas.

Hay aproximadamente 650 enlaces en la banda L y el servicio móvil por satélite se encuentra licenciado con cerca de 200 suscriptores y otras solicitudes adicionales se encuentran pendientes de ser otorgadas.

#### Migraciones potenciales

La siguiente figura muestra los planes a futuro para los diferentes rangos del espectro en la Banda L.

**Figura 45: Planes para la banda L en Ecuador**

Banda de Frecuencia (MHz)	Planes futuros
1350-1400	Se está analizando la posibilidad de identificar este rango de frecuencias para servicios IMT
1427-1429	Se está analizando la posibilidad de identificar este rango de frecuencias para servicios IMT
1429-1452	Se está analizando la posibilidad de identificar este rango de frecuencias para servicios IMT
1452-1492	Se está analizando la posibilidad de identificar este rango de frecuencias para servicios IMT
1492-1518	Se está analizando la posibilidad de identificar este rango de frecuencias para servicios IMT
1518-1525	Ninguna

Como se puede ver en la figura anterior, la SENATEL está analizando la posibilidad de identificar la banda L para la prestación de los servicios IMT. Excepto para el rango de 1.518 a 1.525MHz, toda la banda L se encuentra bajo análisis.

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

De acuerdo con la respuesta presentada por la delegación de Ecuador a la decisión CCP.II/DEC. 162 (XXII-13)<sup>57</sup>, actualmente se está analizando la posibilidad de utilizar la banda L para servicios móviles.

## Uruguay

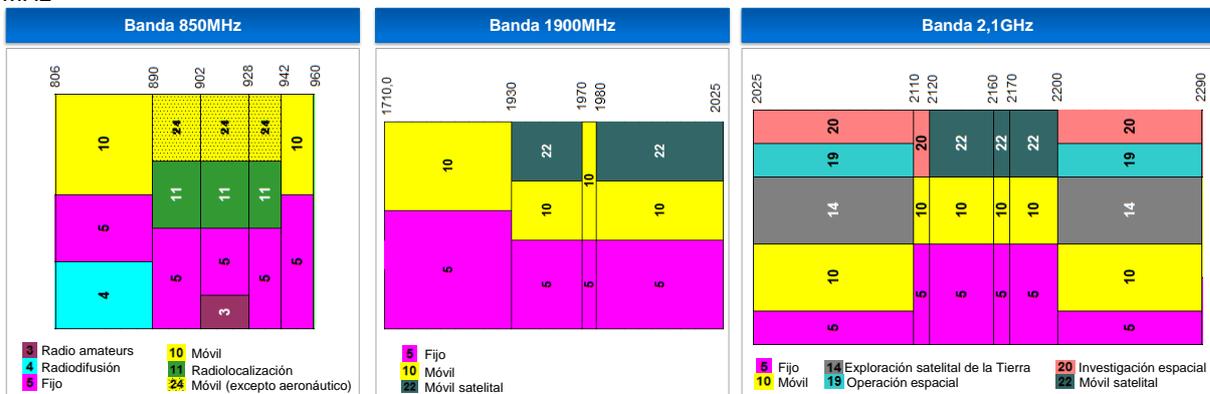
### Atribución de frecuencias y servicios IMT

Atribución actual de frecuencias

La “Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones” (URSEC) es la entidad responsable de la gestión del espectro radioeléctrico en Uruguay.

Las siguientes dos figuras muestran las bandas asignadas para los servicios móviles, las cuales son banda de 850MHz, 1.900MHz y la banda de AWS.

**Figura 46: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Uruguay MHz**



Las bandas de 850MHz, 1.900MHz y AWS son las utilizadas para servicios IMT. Las bandas de espectro han sido asignadas en diferentes procesos, teniendo lugar el primero en 2002, cuando, según la Resolución N° 490, la prestación de servicios de telecomunicaciones móviles se autorizó por un período de 20 años. Asignaciones posteriores han tenido lugar en 2004 y 2013, en ambos casos también por un periodo de 20 años.

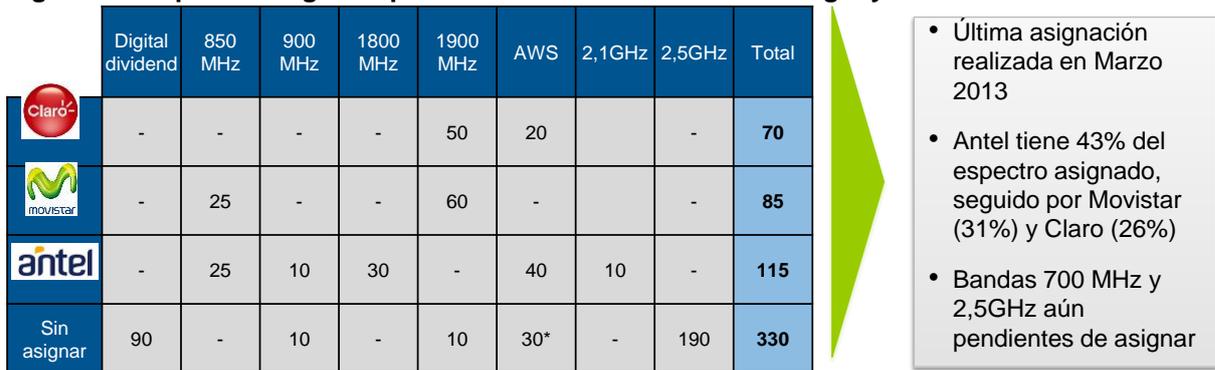
<sup>57</sup> Solicitud de información sobre los usos actuales y previstos de las bandas 1.350-1.524MHz y 1.427-1.524MHz para los servicios satelitales y terrestres para ser presentadas por OEA / CITEL

En Uruguay, 310MHz se identifican actualmente para IMT, los cuales representan el 16%-23% de las estimaciones de espectro de la UIT en 2020 (Informe UIT-R M.2290-0).

Asignaciones IMT

La siguiente figura muestra las tenencias actuales de espectro en Uruguay.

**Figura 47: Espectro asignado para servicios móviles IMT en Uruguay**



Como puede observarse en la figura anterior, 270MHz han sido asignados, con un alcance nacional, para la provisión de servicios IMT. Si bien todas estas asignaciones se han otorgado a través de subastas para los operadores privados, para el caso de Antel, la empresa estatal, se ha adjudicado en forma directa unos 115MHz.

Teniendo en cuenta que las licencias de uso del espectro se han adjudicado por un período 20 años, y que las mismas se realizaron en 2002, 2004 y 2013, la caducidad de estas licencias se producirá en 2022, 2024 y 2033, respectivamente, sin tener a la fecha antecedentes de renovaciones.

Existen alrededor de 700 estaciones radiobase instaladas por cada operador en el país, por lo tanto un total de aproximadamente 2.000 a nivel nacional; la co-ubicación entre ellos es baja, estimándose que no alcanza el 20% de las estaciones radiobase instaladas.

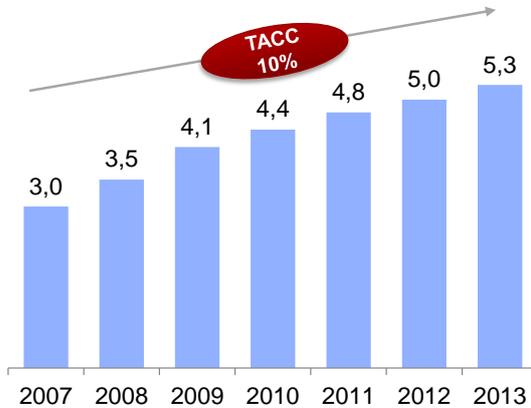
Por último, la compensación económica por el uso del espectro consiste en un pago por única vez en el momento en que se adjudica la licencia. No existen cargos adicionales para el espectro o pagos anuales.

El mercado de telefonía móvil incluye 5,3 millones de suscriptores y una penetración de 155%. La siguiente figura muestra la evolución del tamaño del mercado de servicios móviles, por número de suscriptores y su penetración anual.

**Figura 48: Evolución del Mercado móvil en Uruguay**

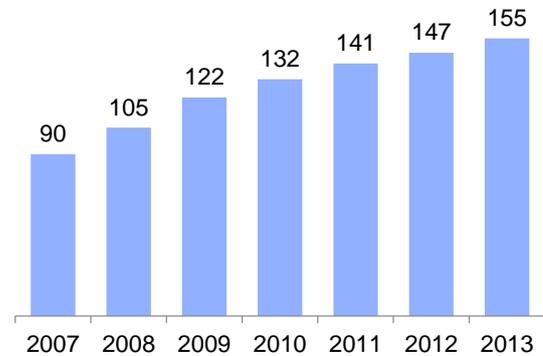
**Evolución de clientes de servicios móviles**

Millones



**Penetración**

% (Suscriptores / población)



En el mercado móvil existen tres operadores: Antel (empresa estatal), Movistar y Claro. El mercado tiene un jugador dominante, Antel, con casi el 50% de cuota de mercado (2,6 millones de suscriptores), seguido por Movistar con una cuota de mercado del 35% (1,8 millones de suscriptores) y, por último, Claro con una cuota de mercado del 16% (0,8 millones de suscriptores).

Por último, en cuanto a la posibilidad de nuevas asignaciones de espectro para la prestación de los servicios IMT en las bandas disponibles, el Gobierno uruguayo ha anunciado su intención de licitar espectro adicional en la banda de dividendo digital (700MHz). Sin embargo, no se conocen detalles hasta el momento con respecto a un cronograma de licitación para la asignación de esta banda.

Planes y nuevas bandas IMT en estudio

Actualmente no hay nuevas bandas que estén siendo analizadas por la URSEC para la prestación de los servicios IMT.

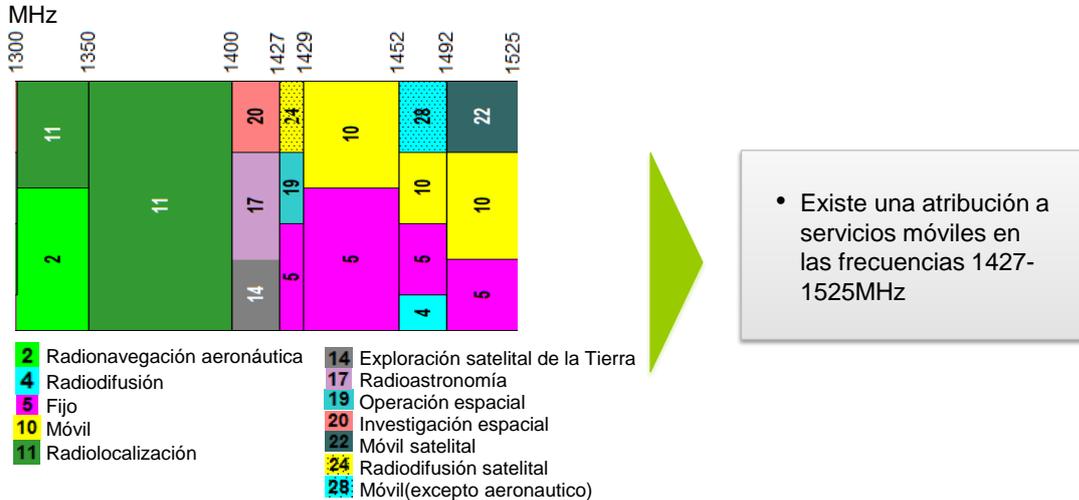
**Frecuencias de la banda L (1.300-1.525 MHz)**

Atribución actual

El análisis de la banda L en Uruguay involucra las frecuencias que van desde 1.350-1.400MHz y las frecuencias de 1.427-1.525MHz. La URSEC ha atribuido el rango que va desde 1.350-1.400MHz para los servicios de radiolocalización. Por otra parte, las frecuencias que van desde 1.427-1.429MHz se han atribuido para la investigación espacial, el servicio fijo y el servicio móvil (excepto aeronáutica); el rango de las frecuencias desde 1.429-1.525MHz se atribuyó a los servicios fijo y móvil, teniéndose que observar que para el rango que va desde 1.452-1.492MHz también está atribuido a los servicios de radiodifusión y de radiodifusión por satélite y el rango que va de 1.492-1.525MHz está atribuido a los servicios móviles por satélite.

La siguiente figura muestra la atribución de los servicios en la Banda L, tal como fue descrito en el párrafo anterior.

**Figura 49: Atribución de servicios en la banda L en Uruguay**



Fuente: URSEC

La figura anterior muestra la asignación realizada por la URSEC para los servicios móviles en las frecuencias de la banda L que va desde 1.427-1.525MHz (1.427–1.429MHz, 1.429–1.452MHz, 1.452–1.492MHz y 1.492–1.525MHz).

La banda 1.350-1.400MHz está atribuida al servicio de radiolocalización, mientras que la banda de 1.400-1.427MHz se reservan, según recomendación internacional, a los siguientes servicios: exploración de la Tierra por satélite, radioastronomía y la investigación espacial, y por lo tanto no puede ser identificado para la prestación de servicios IMT.

Asignaciones y uso real

La banda L en Uruguay posee una baja tasa de utilización, solamente es utilizada por enlaces de punto a punto de baja capacidad (menores a 2 Mbps ó 4 Mbps) pertenecientes a usuarios privados y gubernamentales en el rango de 1.427-1.525MHz. No se ha realizado un análisis detallado de la utilización real de esta frecuencia, pero se estima que el número de usuarios en esta banda es inferior a diez.

Las asignaciones en los 1.427-1.525MHz se ha realizado en los años 90 bajo el requerimiento de los usuarios, mediante un esquema FIFO (primero en entrar - primero en salir) y sin fecha de caducidad. Sin embargo, estas asignaciones han sido otorgadas con carácter revocable y precario, con lo cual el Gobierno tiene la opción de interrumpir estas licencias en cualquier momento (por ejemplo, con el fin de utilizar el espectro para la prestación de otros servicios).

Migraciones potenciales

Los usuarios actuales de la banda L no presentan restricciones importantes para una migración a otra banda, o al menos no se han identificado inconvenientes en el presente análisis.

No obstante, teniendo en cuenta la fecha de adjudicación de las licencias y la obsolescencia tecnológica de los equipos instalados, es probable, antes de que el Gobierno local tomara la decisión de identificar a la banda L para IMT, que los usuarios actuales emigren por decisión propia a otras soluciones tecnológicas (por ejemplo, enlaces de fibra óptica).

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

Tampoco se identificaron inconvenientes operativos ni económicos para utilizar la banda L para la prestación de los servicios IMT.

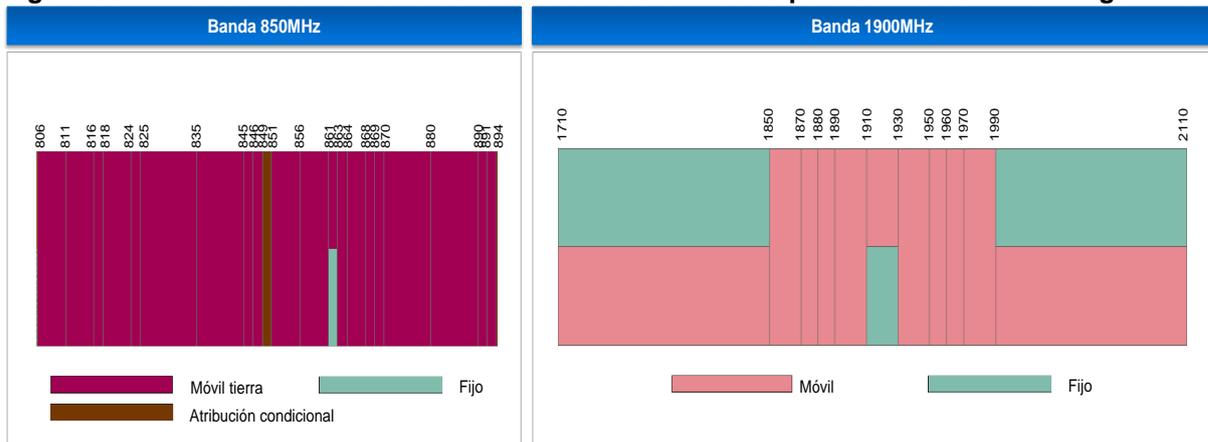
## Argentina

### Atribución de frecuencias y servicios IMT

Atribución actual de frecuencias

La Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC) es la responsable de la gestión del espectro radioeléctrico en Argentina. La siguiente figura presenta los servicios atribuidos en las bandas IMT que ya han sido asignadas.

**Figura 50: Atribución de frecuencias en las bandas utilizadas para servicios IMT en Argentina**



Fuente: CNC

Argentina cuenta con un total de 380MHz identificado para las IMT; considerando el informe de la UIT sobre la demanda de espectro (UIT-R M.2290), esto implica un 19%-28% del espectro total que el país

debería alcanzar hacia 2020. En el mismo sentido, según estimaciones de GSMA<sup>58</sup>, el espectro actualmente identificado para IMT alcanzaría el 23%-35% del espectro necesario para el año 2020.

Asignaciones IMT

El espectro se asigna sobre una base regional. Las regiones consideradas para la asignación de espectro son: Región I (norte del país), Región II (Gran Buenos Aires) y en la Región III (sur del país).

La siguiente figura muestra la asignación de espectro por operador por región.

**Figura 51: Tenencia de espectro por operador en Argentina**  
MHz

Region						Sin asignar	Total
850MHz	I	-	25	25	-	-	50
	II	30	-	12,50	7,50	-	50
	III	25	25	-	-	-	50
1900MHz	I	50	20	20	30	-	120
	II	20	40	30	30	-	120
	III	25	20	40	35	-	120



- El espectro de las bandas 850MHz y 1900MHz en su mayoría han sido asignados en las tres regiones
- Los tres operadores incipientes poseen cantidades de espectro similares

Fuente: CNC

Todo el espectro en las bandas 850MHz y 1.900MHz se encuentra asignado, un total de 170MHz por región (50MHz en la de 850MHz y 120MHz en la banda de 1.900MHz).

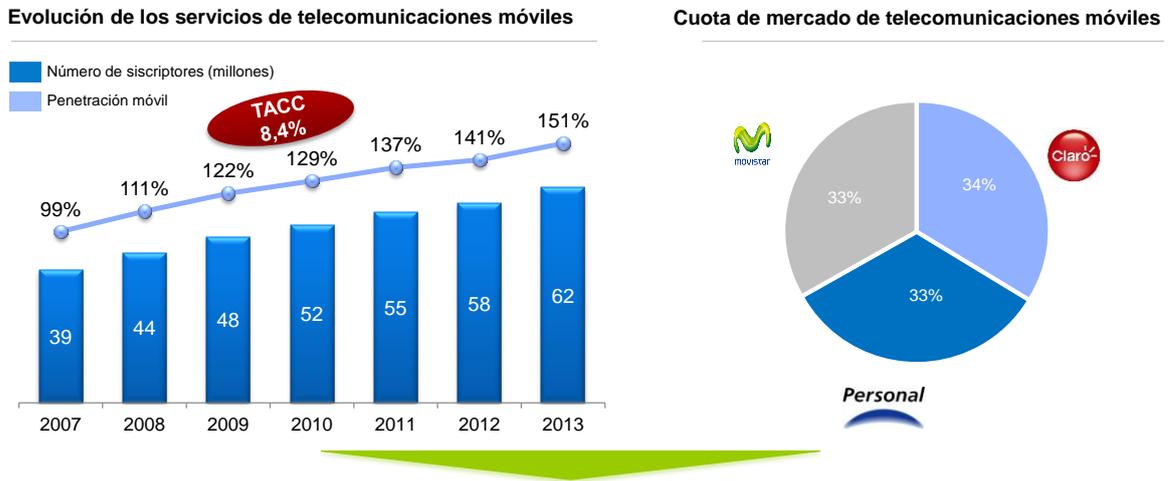
La última subasta de espectro en Argentina se llevó a cabo en el año 1999. En el año 2012 el gobierno realizó una nueva subasta para adjudicar espectro restante desde la adquisición de Movicom por parte de Movistar, como consecuencia de haber superado los 50MHz de tope de espectro por región. Sin embargo, la subasta fue cancelada y el espectro asignado en forma directa a ARSAT.

En la actualidad, Argentina es uno de los países con menor espectro asignado para servicios IMT. Sin embargo, a mediados de 2014 el gobierno anunció una nueva subasta que se celebrará a finales de 2014, con el fin de promover el despliegue de tecnologías LTE y aumentar el espectro radioeléctrico disponible actual. El proceso de subasta ya ha comenzado y se incluirá las siguientes frecuencias: 698-806MHz (banda de 700MHz) y 1.710-1.770MHz pareada con 2.110-2.170MHz (banda AWS), que tiene un tope de espectro por región fijado en 60MHz.

<sup>58</sup> Estudio Coleago (2013)

El mercado argentino tiene 62 millones de suscriptores, lo que resulta en una tasa de penetración del 151%. La siguiente figura muestra la evolución del número de suscriptores en el país, la tasa de penetración y la cuota de mercado de 2013.

**Figura 52: Evolución y estructura del Mercado móvil en Argentina**



- La penetración de las telecomunicaciones móviles ha crecido a una tasa compuesta anual de 7,2% desde el 2007, lográndose en 2008 superar la tasa de penetración del 100%
- El mercado argentino presenta una división en cuota de mercado similar para los tres operadores

Fuente: Merrill Lynch Global Wireless Matrix 2Q 2014

El mercado de los servicios móviles ha crecido a una tasa compuesta de crecimiento anual del 8,4%, habiéndose logrado en 2008 superar la tasa de penetración del 100%. Tres operadores comparten equitativamente el mercado, que tienen aproximadamente 20 millones de suscriptores cada uno.

Planes y nuevas bandas IMT en estudio

Argentina muestra un déficit importante en la asignación de espectro, se espera que esta situación sea contrarrestada con la llegada de la subasta 4G mencionada. Dicho esto, y teniendo en cuenta que es uno de los pocos países que aún no ha asignado espectro en las bandas 4G, sería esperable, en el corto plazo, evaluar nuevas bandas para servicios IMT.

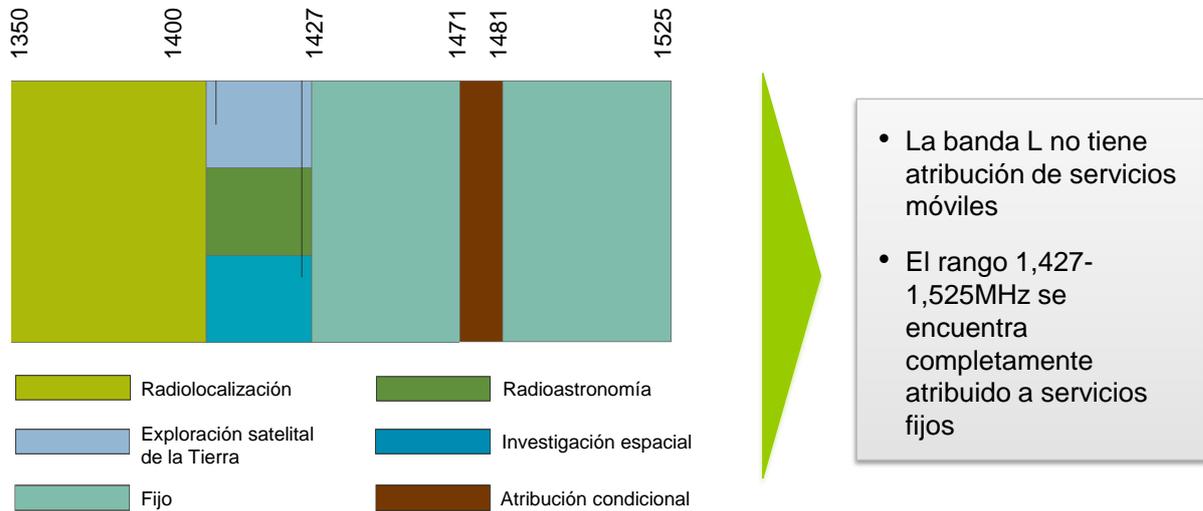
Por el momento, el regulador no ha proporcionado información formal con respecto a la posibilidad o la evaluación de las nuevas bandas para la prestación de los servicios IMT.

**Frecuencias de la banda L (1.300-1.525MHz)**

Atribución actual

En Argentina, la banda L incluye el rango desde 1.350-1.525MHz. La CNC ha atribuido el rango 1.350-1.400MHz, de acuerdo con las directrices internacionales, a los servicios de radiolocalización. La siguiente figura muestra la atribución de espectro radioeléctrico para la banda L en Argentina.

**Figura 53: Atribución de servicios en la banda L en Argentina**  
MHz



Fuente: CNC

El punto más importante de las atribuciones en la banda L es que no existe una atribución para servicios móviles. El rango comprendido entre 1.427-1.525MHz está casi íntegramente atribuido a los servicios fijo (pero para 10MHz en el rango de 1.471-1.481MHz se establece como asignación condicional).

### Asignaciones y uso real

En el Plan General de Atribución de Frecuencias del Espectro<sup>59</sup> los rangos que van desde 1.427-1.471MHz y 1.481-1.525MHz son utilizados por sistemas multicanal digitales<sup>60</sup> (MXD).

La autorización para la operación de los sistemas multicanal digitales, cuando se trata de usuarios privados, no tiene fecha de vencimiento y seguirá vigente, mientras se respeten las disposiciones del reglamento. De otra parte, cuando se asigna a los proveedores de servicios de telecomunicaciones, estas licencias tienen una duración de diez años.

### Migraciones potenciales

No se han identificado barreras insalvables para la migración.

<sup>59</sup> As set on 'Disposición GI N° 734/04'

<sup>60</sup> As per resolutions N° 2860 CNT/92 and N° 228 CNT/94

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

El regulador no ha proporcionado una respuesta formal en este tema. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, no hay evidencia de análisis actuales sobre este tema.

## República Dominicana

### Atribución de frecuencias y servicios IMT

Atribución actual de frecuencias

El Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF) de la República Dominicana cuenta con 710MHz identificados para los servicios IMT a título primario.

**Figura 54: Bandas identificadas para servicios IMT en República Dominicana**  
MHz

Banda (MHz)	Espectro Móvil 2002 (MHz)	Espectro Móvil 2011 (MHz)
450	0	10
700	0	108
850	50	50
900	0	40
1700/2100	0	90
1900	120	120
2300	0	100
2500	100	200
3500	0	100
<b>TOTAL</b>	<b>270</b>	<b>818</b>

Fuente: INDOTEL

La banda de 700MHz se identificará para IMT cuando se haya completado la transición a la Televisión Digital Terrestre (TDT).

En comparación con otros países de la región, República Dominicana tiene una cantidad relativamente alta de espectro identificado para las IMT. Sin embargo, aún está por debajo de las estimaciones de la UIT para 2020; ya que el espectro identificado para IMT representa el 36%-53% de las estimaciones mencionadas.

Asignaciones IMT

El espectro total asignado a los operadores de servicios móviles en República Dominicana es de 450MHz, los cuales están distribuidos en las bandas con atribución primaria móvil de la siguiente

manera: 50MHz en la banda de 850MHz, 40MHz en la banda de 900MHz, 40MHz en la banda de 1.700/2.100MHz, 120 MHz en 1.900MHz y 200MHz en la banda de 2.500MHz.

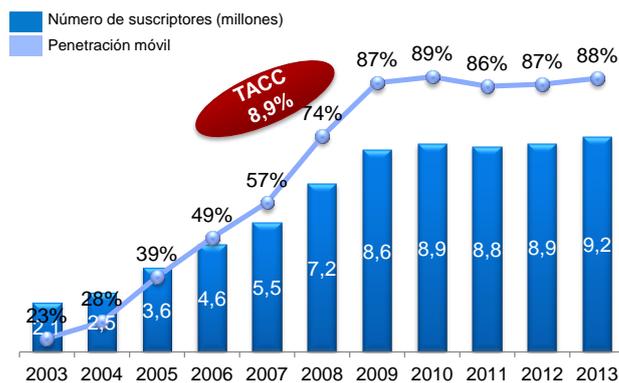
Por el momento, no hay certeza de fechas para nuevas asignaciones de bandas. Sin embargo, todavía restan 50 MHz en la banda AWS disponibles para futuras asignaciones.

En cuanto a la compensación económica por el uso del espectro radioeléctrico, según lo establecido por la Ley General de Telecomunicaciones N° 153-98, el uso del espectro radioeléctrico estará gravado con un canon anual y su metodología de cálculo se establece en el Reglamento General de espectro radioeléctrico de uso, aprobado por la Resolución N° 128-04.

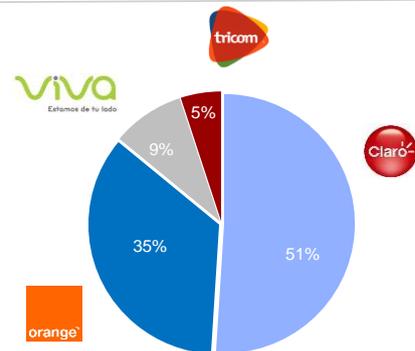
El mercado de los servicios móviles en República Dominicana ha crecido a una tasa compuesta de crecimiento del 8,9% desde 2003, alcanzando en 2013 una penetración de casi el 90%.

**Figura 55: Evolución y estructura del mercado móvil en República Dominicana**

**Evolución de servicios de telecomunicaciones móviles**



**Cuota de mercado de telecomunicaciones móviles**



- Los suscriptores móviles han crecido a una tasa compuesta anual del 8,9% en el período comprendido entre 2003 y 2013, pasando de 23% de penetración en 2003 al 88% en 2013
- El mercado Dominicana tiene un operador dominante: Claro posee más de la mitad de los suscriptores

Fuente: Indotel statistics, World Bank, Pyramid Research

El mercado de República Dominicana posee un operador dominante, Claro, que representa más del 50% del mercado. Orange tiene un 35% de cuota de mercado y Viva y Tricom comparten el 14% restante.

Planes y nuevas bandas IMT en estudio

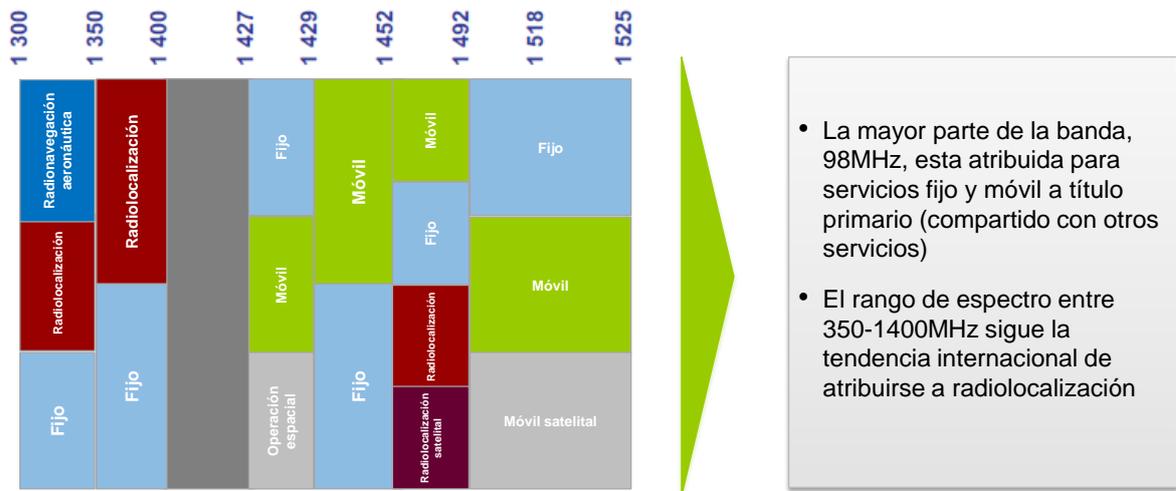
La República Dominicana aún no ha definido hasta el momento su posición final para la próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) en el 2015, principalmente debido a que INDOTEL se encuentra participando del ciclo de las reuniones del Comité Consultivo Permanente II (CCP.II) de la CITEL, donde se está discutiendo el tema.

**Frecuencias de la banda L (1300-1525MHz)**

Atribución actual

En República Dominicana, se consideró los rangos de frecuencias entre 1.300-1.400MHz y 1.427-1.525MHz como alcance de este estudio. La siguiente figura muestra la atribución de frecuencias para los diferentes servicios de la banda bajo estudio.

**Figura 56: Atribución de servicios en la banda L en República Dominicana**



Fuente: INDOTEL

La mayor parte de la banda bajo análisis, un total de 98MHz en el rango de 1.427-1.525MHz, está atribuido a servicios fijo y móvil a título primario (compartido con otros servicios). El rango entre 1.350-1.400MHz sigue la tendencia internacional de radiolocalización y asignación de radionavegación aeronáutica, pero compartido con los servicios fijos (a título secundario).

En cuanto a la compensación económica por el uso del espectro en la banda L, términos y condiciones están establecidas en la Ley General de Telecomunicaciones. Se asignará la banda L siguiendo la misma metodología que para los otros servicios.

Asignaciones y uso real

Una parte importante de la banda L se ha asignado para su uso; hay más de 130 licencias en la banda de 1.300-1.525MHz. Estas licencias están en manos de 12 usuarios, que incluyen organismos de servicios públicos, organizaciones religiosas y otras oficinas del gobierno, estos 12 usuarios tienen reconocidos unos 100 enlaces. El uso más relevante de esta banda es de radionavegación aeronáutica y enlaces punto a punto.

Agenda pública sobre el futuro uso de la banda L

No hay planes para cambiar la asignación de la banda L, ni para migrar usuarios actuales de esta banda a otra banda.

## VI. Bibliografía

- GSMA, “Alternative use value of 700 MHz in Region 1”, a report prepared by PLUM, (2013)
- GSMA, “Economic benefits from making the 2.7-2.9GHz band available for mobile broadband services in Western Europe”, report prepared by AETHA, (2013)
- GSMA, “Revised spectrum forecasts using the new spectrum model”, a report prepared by Coleago, (2013)
- GSMA, “Economic assessment of C-band re-allocation”, a report prepared by Frontier Economics, (2013)
- Varian Hal R., “Microeconomic Analysis”, third edition, (1992)
- 3GPP, “Active work programme – Feature list of release 10”, (2014)
- 4G Americas, “LTE Deployment Status”, (2014)
- CEPT, “Report 188: Future Harmonised Use of 1492–1492 MHz in CEPT”, (2013)
- Ericsson, “Orange, Ericsson and Qualcomm have successfully completed the world's first live demonstration of supplemental downlink technology on L-band frequencies”, (2013)
- GSMA, “Compatibility/sharing studies between IMT and radar in 1.300-1.400 and 2.700-2.900 MHz”, (2014)
- ITU, Radio Regulations Vol I, (2012)
- ITU, Radio Regulations Vol III – Resolutions, (2012)
- ITU, Resolution 750 (Rev. WRC-12), (2012)
- ITU, Recommendation ITU-R M.1036-4, (2013)
- ITU, Report ITU-R M.2290-0: Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT, (2013)
- Ericsson, Traffic exploration (Latam), (June 2014)
- CISCO, VNI Mobile Forecast Highlights, (2013-2018)
- Marine Satellite Systems, “Satellite Frequency Bands”, (2010)
- QUALCOMM, “Supplemental Downlink”, (2013)
- Instituto Federal de telecomunicaciones (IFT), “El espectro radioeléctrico en México. Estudio y acciones”, (2013)
- Instituto Federal de telecomunicaciones (IFT), “National Frequency Allocation Chart”, (2013)
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), “Estudio sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en México”, (2012)
- P2!R\_3541 presented by Mexico’s delegation in reply to the decision CCP.II 162 (XXII-13). Request of information regarding current and future use of the 1350–1400 MHz y 1427–1524 MHz bands, (2014)

- Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones (MINTIC), “National Frequency Allocation Chart”
- Agencia Nacional del Espectro (ANE), “Estudio técnico y económico de las bandas de frecuencias identificadas para IMT según el reglamento de radio de la UIT edición del 2012 y que aún no han sido usadas para implementación de este tipo de sistemas en Colombia, así como de las nuevas bandas de frecuencia que se encuentren en análisis por parte de los grupos de estudio de la UIT dentro del marco del punto 1.1 de la agenda para Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2015 (CMR-15)”, (2014)
- Bank of America Merrill Lynch, Global Wireless matrix 2Q2014
- Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), “National Frequency Allocation Chart”, (2012)
- P2!R\_3549 presented by Ecuador’s delegation in reply to the decision CCP.II 162 (XXII-13). Request of information regarding current and future use of the 1350–1400 MHz y 1427–1524 MHZ bands, (2014)
- Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (CRT), Estudios de Elasticidades en servicios de telecomunicaciones, República de Colombia (2005)
- The World Bank Latin American and the Caribbean Region, The Social Discount Rate: Estimates for Nine Latin American Countries (2008)
- KPMG International, Latin America Indirect Tax Country Guide (2012)
- ARHCIET y Deloitte, Tributación y Telecomunicaciones en Latinoamérica (2013)
- Telecom Advisory Services, Dividendo Digital (banda de 700 MHz) en América Latina, Raúl Katz y Ernesto Flores-Roux (2011)
- GSMA Intelligence, Reportes de información por país (2014)
- 4G Américas, Análisis de las Recomendaciones de la UIT sobre el espectro en la Región América Latina-Agosto 2013 (2013)
- ITU, Impact of Broadband on the economy - Broadband series (April 2012)
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013)
- Nokia Siemens Networks, Mobile broadband with HSPA and LTE - capacity and cost aspects.
- 3GPP, documento TR 25.912 (UTRA Baseline)
- Regulators websites: SUPERTEL, SENATEL, ANATEL, URSEC, CNC, CRC, COFETEL (IFT), ACMA, OPTA, INODETEL, FCC
- ANATEL, “Annual Report”, (2013)
- GSMA, “License Renewal in Latin América”, (2014)