

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**ESTUDIO PARA MEJORAR LA ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO  
RADIOELÉCTRICO EN EL PERÚ**

Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, que  
presenta el bachiller:

**SARA CARRILLO PALOMINO**

ASESOR: Ing. Percy Fernández Pilco

**Lima, abril del 2011**

## ***Resumen***

La presente tesis trata de la evaluación de la atribución y la asignación de las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico en el Perú. Con la finalidad de dar recomendaciones para el mejor uso de este recurso y patrimonio nacional, además que sirva de referente al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, entidad administradora del espectro radioeléctrico en nuestro país.

Actualmente, el uso del espectro y su administración son un factor clave para la inversión de los diferentes operadores de telecomunicaciones en nuestro país. Lo cual trae como consecuencia, la implementación de infraestructura para desplegar estos servicios, y lo que finalmente contribuye a la mejora de calidad de vida de la nación, al constituirse e incrementarse las redes de comunicación a nivel nacional.

En los cinco capítulos de la presente tesis se analiza la problemática de la actual administración, además de tener como referencia el marco teórico y finalmente, el estudio técnico y económico de la actual administración del espectro. De esta manera, se podrán emitir juicios de valor sobre el procedimiento de la gestión, planificación y administración de este recurso por el Ministerio.

Debido a la amplitud del tema, se evitará profundizar en los servicios de radiocomunicaciones de radiodifusión. Y más bien, se hará énfasis en los servicios de comunicaciones móviles por tener un crecimiento de la demanda de tráfico y de los usuarios.

Para el análisis de la administración del espectro, se tomará como principal referente la cantidad de empresas operadoras, la infraestructura desplegada, el pago por licencias, autorizaciones y el canon radioeléctrico. De esta manera, teniendo indicadores económicos y técnicos, se podrá evaluar la eficiencia de la actual administración o deficiencias de esta.

## ***Dedicatoria***

*A mis padres, hermanas y familia, por ser mi fuerza y apoyo.*

*A la universidad, profesores y amigos con  
quienes he compartido estos maravillosos cinco años.*

*A cada una de las personas que con sus palabras de aliento  
me apoyaron en la culminación de la tesis.*

*"A veces sentimos que lo que hacemos es tan solo una gota en el mar,  
pero el mar sería menos si le faltara una gota"*

*Teresa de Calcuta*

## ***Agradecimientos***

Mi gratitud al Ing. Claudio Palomares. Ing. James Arellano y al economista Humberto Neyra de la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones; al Ing. Mario Ángulo de la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones; al Ing. José Hurtado de la Dirección General de Autorizaciones en Telecomunicaciones. Todos ellos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Al Ing. Raúl Espinoza del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones-OSIPTEL.

A todos los anteriores por haberme apoyado con la información necesaria para alcanzar los objetivos de la tesis.

De la misma manera mi gratitud es para el Ing. Percy Fernández, asesor de la tesis, quien con su brillante capacidad supo compartir sus comentarios para la realización de esta tesis. Además de su tiempo, disponibilidad y apoyo.

## Índice

<b>Índice</b> .....	5
<b>Lista de Figuras</b> .....	6
<b>Lista de Tablas</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	8
<b>Capítulo 1 Análisis de la problemática de la administración del Espectro Radioeléctrico</b> .....	10
1.1 Árbol de Problemas .....	13
1.2 Árbol de Objetivos .....	15
<b>Capítulo 2 Normativa sobre la administración del Espectro Radioeléctrico</b> .....	18
2.1 Caso del Perú .....	18
2.1.1 Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones .....	20
2.1.2 Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.....	23
2.1.3 Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF).....	34
2.2 Otros países .....	35
2.2.1 México [MEX2009] .....	35
2.2.2 Colombia [COL2003] .....	36
2.2.3 Chile [CHIL2001].....	38
2.2.4 España [ESP2009] .....	39
<b>Capítulo 3 Recomendaciones Internacionales sobre el Espectro Radioeléctrico</b> .....	42
3.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) .....	42
3.2 Banco Mundial.....	46
<b>Capítulo 4 Evaluación y análisis de aspectos técnicos del Espectro Radioeléctrico en el Perú</b> .....	50
4.1 Planificación, gestión y control del Espectro Radioeléctrico .....	50
4.1.1 Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico (SNGER).....	52
4.1.2 Herramienta de Planificación ELLIPSE.....	54
4.2 Bandas de frecuencia en análisis para el mediano plazo .....	59
4.2.1 Banda 700 MHz .....	61
4.2.2 Banda 800 – 900 MHz .....	65
4.2.3 Banda AWS (1.71-1.755/2.11-2.115 GHz).....	67
4.2.4 Banda 1.8 GHz y 1.9 GHz .....	68
4.2.5 Banda 2.5 GHz .....	69
<b>Capítulo 5 Evaluación y análisis de aspectos económicos del Espectro Radioeléctrico en el Perú</b> .....	71
5.1 El Canon Radioeléctrico en la Administración Peruana.....	72
5.2 Evaluación del costo del Canon Radioeléctrico .....	77
<b>Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros</b> .....	80
6.1 Conclusiones.....	80
6.2 Recomendaciones.....	81
6.3 Trabajos Futuros .....	82
<b>Bibliografía</b> .....	83
<b>Anexos</b> .....	89

## ***Lista de Figuras***

FIGURA 1: BANDAS DISTRIBUIDAS A SERVICIOS PÚBLICOS .....	12
FIGURA 2: ÁRBOL DE PROBLEMAS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO EN EL PERÚ.....	14
FIGURA 3: ÁRBOL DE OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO EN EL PERÚ .....	16
FIGURA 4: DIAGRAMA DE ZONAS DE PROTECCIÓN PARA LAS ESTACIONES SNGER .....	52
FIGURA 5: ESTACIONES DEL SNGER A NIVEL NACIONAL .....	53
FIGURA 6: TOPOLOGÍA DE LA HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN DEL ESQUEMA .....	55
FIGURA 7: ESQUEMA DE INTERCAMBIO DE LOS ARCHIVOS EN EL SISTEMA .....	57
FIGURA 8: INTEGRACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN LAS MEDICIONES .....	57
FIGURA 9: ELABORACIÓN DE LAS MISIONES.....	58
FIGURA 10: ACTUALIZACIÓN DE BASE DE DATOS CON INFORMACIÓN DE LOS DEMÁS USUARIOS ELLIPSE .....	58
FIGURA 11: FECHAS DEL APAGÓN ANALÓGICO EN EL MUNDO .....	62
FIGURA 12: COMPARACIÓN DE CAPEX COMO FUNCIÓN DEL ESPECTRO UTILIZADO EN AMBIENTE SUBURBANO .....	62
FIGURA 14: PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE LA BANDA 700 MHZ EN ESTADOS UNIDOS .....	64
FIGURA 15: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LA BANDA AWS (ESTADOS UNIDOS).....	67
FIGURA 16: BANDA DE 2.5 GHZ- 2.6GHZ .....	70
FIGURA 17: EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS RECAUDADOS POR CONCEPTOS (2006 A MARZO DEL 2010).....	72
FIGURA 18: LEY DE OFERTA Y DEMANDA APLICADA AL CANON RADIOELÉCTRICO .....	78

## **Lista de Tablas**

TABLA 1: RANGOS DE FRECUENCIA DEL ESPECTRO Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES .....	11
TABLA 2: EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE LA BANDA 2.5 GHZ.....	34
TABLA 3: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS DIFERENTES FORMAS DE OTORGAR LICENCIAS .....	47
TABLA 4: PRINCIPALES ACTIVIDADES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN.....	52
TABLA 5: EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE LÍNEAS MÓVILES POR EMPRESA Y DENSIDAD .....	59
TABLA 6: ASIGNACIÓN DE ESPECTRO PARA EL SERVICIO PÚBLICO MÓVIL .....	60
TABLA 7: ESTABLECIMIENTO DE TOPES, LEGISLACIÓN COMPARADA.....	60
TABLA 8: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE BANDA 700 MHZ EN EL PERÚ .....	63
TABLA 9: PLAN DE CANALIZACIÓN DE LA BANDA 700 MHZ DE EE.UU. ....	64
TABLA 10: BANDAS 824-849 MHZ Y 869-894 MHZ.....	65
TABLA 11: BANDAS 894-902 MHZ Y 939-947 MHZ.....	66
TABLA 12: BANDAS 1850-1910 MHZ Y 1930-1990 MHZ.....	68
TABLA 13: INGRESOS RECAUDADOS POR SERVICIOS DE COMUNICACIONES (2006 A MARZO 2010) EXPRESADOS EN NUEVOS SOLES .....	72
TABLA 14: CONSOLIDADO DE INGRESOS POR TIPO DE SERVICIOS.....	73
TABLA 15: INGRESOS POR CANON DE LOS SERVICIOS MÓVILES .....	74
TABLA 16: CANTIDAD DE ESTACIONES BASE DE SERVICIO MÓVIL PÚBLICO .....	74
TABLA 17: CANTIDAD DE ESTACIONES BASE DE SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN..	75
TABLA 18: CANTIDAD DE ESTACIONES BASE DE SERVICIOS PRIVADOS AL 2010..	75
TABLA 19: RESUMEN DEL CANON RADIOELÉCTRICO Y CANTIDAD DE ESTACIONES .....	76

## ***Introducción***

La presente tesis analiza el modelo de la administración del espectro radioeléctrico en el Perú, en el cual se define el servicio final para cada banda de frecuencias, la concesión de licencias, así como las condiciones de uso y el mecanismo de licitación.

Es importante indicar que la frecuencia con la que se implementa cualquier tecnología inalámbrica tiene un impacto significativo en el número de sitios que deben ser construidos para la cobertura, por lo cual es un factor determinante en la inversión y despliegue de infraestructura de los diferentes operadores de telecomunicaciones.

El análisis se realizará en torno de los principales factores que se deben tener en cuenta al afrontar la gestión del espectro, los cuales son avances tecnológicos, evolución del mercado y la evolución de los marcos político y regulatorio.

La motivación para poder realizar un análisis de la normativa vigente de la gestión del espectro, son el proceso de migración digital, lo cual implica la liberación de espectro en diferentes bandas, que genera una oportunidad de re-asignación de espectro para la implementación de servicios avanzados; los desarrollos tecnológicos en el uso del espectro (creciente número de aplicaciones y servicios, introducción de nuevas tecnologías más eficientes) y, finalmente, la demanda creciente del mismo. Lo cual obliga a analizar el valor del espectro, desde una perspectiva técnica y económica.

El objetivo es poder emitir recomendaciones para la adopción de un esquema de gestión, el cual permita maximizar la eficiencia en el uso del este recurso (los requerimientos de espectro para cada tecnología inalámbrica son diferentes), eliminando, dentro de lo posible, las restricciones de acceso al espectro y evitando así que actúe como una barrera de entrada que impida a los usuarios beneficiarse de los nuevos servicios. Además de potenciar el desarrollo económico e incentivar la innovación. Lo que finalmente favorecería el desarrollo social.

El primer capítulo trata del análisis de la problemática del actual sistema de administración del espectro radioeléctrico, para lo cual se han elaborado un árbol de

problemas y de objetivos indicando las causas y efectos del problema mencionado, así como los principales objetivos para lograr una eficiente administración del espectro.

El segundo capítulo está centrado en dar el marco teórico respecto a la normativa en nuestro país y algunos de los países más importantes sobre regulación del espectro; esto permitirá la mejor comprensión del presente trabajo. Dentro de la normativa peruana se basará en el análisis de dos importantes normas técnicas que regulan la administración del espectro en el Perú: el Plan de Asignación de Frecuencias y la Ley General de Telecomunicaciones con su respectivo Reglamento.

El tercer capítulo analiza el marco teórico internacional sobre el espectro, los cuales son recomendaciones y resoluciones emitidas dadas por el Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R), el cual es la entidad mundial encargada de garantizar el funcionamiento sin interferencias de los sistemas de radiocomunicaciones. También se toma en referencia documentos del Banco Mundial.

El cuarto capítulo es el análisis técnico del espectro radioeléctrico, en el que se analizará la Gestión por parte del Ministerio, específicamente las actividades realizadas por la Dirección General de Control y las herramientas de control para determinar compatibilidad electromagnética entre diferentes servicios de radiocomunicaciones, como lo son potencia de transmisión, interferencia y otros. También se realiza un análisis de las posibles bandas disponibles para tecnologías de cuarta generación como LTE.

El quinto capítulo es el análisis económico del espectro radioeléctrico, donde se analiza el actual pago del Canon Radioeléctrico por parte de los operadores tanto de los Servicios Privados como Públicos, y las variantes que podría tener con la finalidad de promover la inversión en las zonas rurales y de nuevas operadoras de telecomunicaciones.

Finalmente, en las Conclusiones y Recomendaciones se pretende dar la síntesis y la reflexión final, donde se presentarán las conclusiones más relevantes relacionadas con la regulación de la administración del espectro en nuestro país. También se ha incluido una lista de posibles Trabajos Futuros que podrían realizarse a partir del siguiente trabajo de tesis.

## **Capítulo 1**

### ***Análisis de la problemática de la administración del Espectro Radioeléctrico***

La distribución del espectro en el país para el rango de frecuencias de 9KHz hasta 300GHz está contemplada en el Plan Nacional de Frecuencias (PNAF) aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (en adelante, Ministerio).

Este documento comprende la atribución de bandas de frecuencia para todos los servicios brindados a través del espectro radioeléctrico; sin embargo, la rápida evolución y aparición de nuevas tecnologías han hecho que la actual distribución de este recurso resulte deficiente, ya que aún no permite el despliegue de redes 4G y porque se necesita una redistribución progresiva para la implementación de la televisión digital terrestre.

En el cuadro que se muestra a continuación se muestra un resumen del espectro radioeléctrico con la descripción de sus principales características de propagación y usos típicos según el rango de frecuencia:

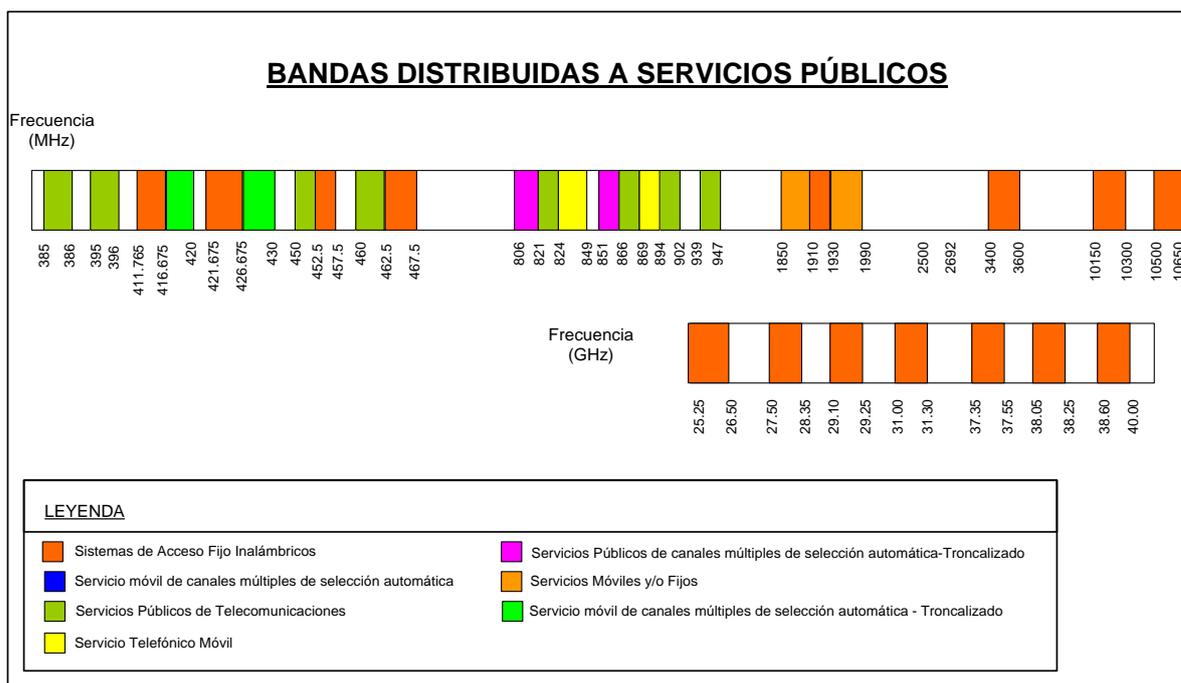
**TABLA 1: RANGOS DE FRECUENCIA DEL ESPECTRO Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

CLASE	RANGO DE FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA ( $\lambda$ )	CLASIFICACIÓN UIT	CARACTERÍSTICAS DE PROPAGACIÓN	USOS TÍPICOS
VLF	(9 - 30) KHz	(30 - 10) Km	Miriamétricas	Baja atenuación a toda hora y durante todo el año	Comunicaciones de banda angosta a larga distancia. Señales horarias.
LF	(30 - 300) KHz	(10 - 1) Km	Kilométricas	De noche similar a VLF, varía durante el día	Sistemas de ayuda a la navegación, comunicaciones marítimas.
MF	(300 - 3000) KHz	(1000 - 100) m	Hectométricas	Baja atenuación durante la noche, alta durante el día	Radiodifusión, comunicaciones marítimas.
HF	(3 - 30) MHz	(100 - 10) m	Decamétricas	Depende sólo de la ionósfera	Comunicaciones de todo tipo a distancias medias y largas.
VHF	(30 - 300) MHz	(10 - 1) m	Métricas	Propagación Rectilínea	Comunicación a corta distancia. TV. FM. Radar. Navegación aérea.
UHF	(300 - 3000) MHz	(100 - 10) cm	Decimétricas	Ídem	TV. Radar. Sistemas relevadores para comunicaciones a larga distancia.
SHF	(3 - 30) GHz	(10 - 1) cm	Centimétricas	Ídem	Radar, microondas, radionavegación, comunicaciones especiales.
EHF	(30 - 300) GHz	(10 - 1) mm	Milimétricas	Ídem	Idem

Fuente: [FER2010]

Como se observa la importancia del espectro y su definición como recurso escaso debido al hecho que cada frecuencia presenta unas propiedades físicas (ancho de banda, atenuación de señal, cobertura, etc.), lo cual supone que determinadas bandas de frecuencias solo puedan ser utilizadas para servicios concretos y que pueda generarse una gran demanda de distintos servicios para ocupar una misma banda.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las bandas de frecuencia para los servicios públicos, es importante observar la gran cantidad de bandas libres que deben ser estudiadas para su posible uso en la implementación de nuevas tecnologías, además la mayoría de bandas están atribuidas a Servicios de Acceso Fijo Inalámbrico como son los ofrecidos por empresas de telefonía móvil.



**FIGURA 1: BANDAS DISTRIBUIDAS A SERVICIOS PÚBLICOS**

Fuente: MTC

Elaboración Propia

En el caso de las bandas libres y reservadas, los rangos de frecuencia de 470 - 608 MHz y de 614 - 746 MHz se encuentran actualmente atribuidas a la televisión digital terrestre (TDT) a nivel nacional. Además, la banda de 698 - 806 MHz se encuentra reservada [MTC2010-2].

Cabe señalar que la implementación de TDT implicará una reducción del espectro que actualmente se usa para la Televisión Analógica, sin embargo el documento [MTC2010-2] señala que las frecuencias previamente asignadas podrán continuar siendo utilizadas para la transmisión analógica y los titulares de las estaciones analógicas autorizadas previamente en la bande 698- 746 MHz podrán utilizar esta banda para la transmisión de señales analógicas en caso de migración, sujetas a los plazos y condiciones que determine el Ministerio.

Es importante indicar la dependencia existente a entidades internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones- UIT para la realización de cambios en las diferentes atribuciones del espectro. Este es un proceso largo y engorroso que se presenta como uno de los principales escollos a la inversión por parte de las grandes compañías de telecomunicaciones.

Luego de esta breve introducción, se debe analizar la problemática del espectro para lo cual se ha realizado un Árbol de Problemas y, como contraparte, un Árbol de Objetivos sobre la Administración del Espectro Radioeléctrico.

## **1.1 Árbol de Problemas**

En la década de los 80, el espectro resultaba ser un recurso no tan apreciado, y no existía una cultura de valoración al mismo debido a su naturaleza de recurso natural escaso, por eso se le otorgaba la licencia de alguna banda libre al primer postor que podía solicitarla y además, que contara con el monto requerido de la licencia. Esto debido a que el manejo de las bandas de frecuencia dentro del Ministerio era realizado por un grupo cerrado.

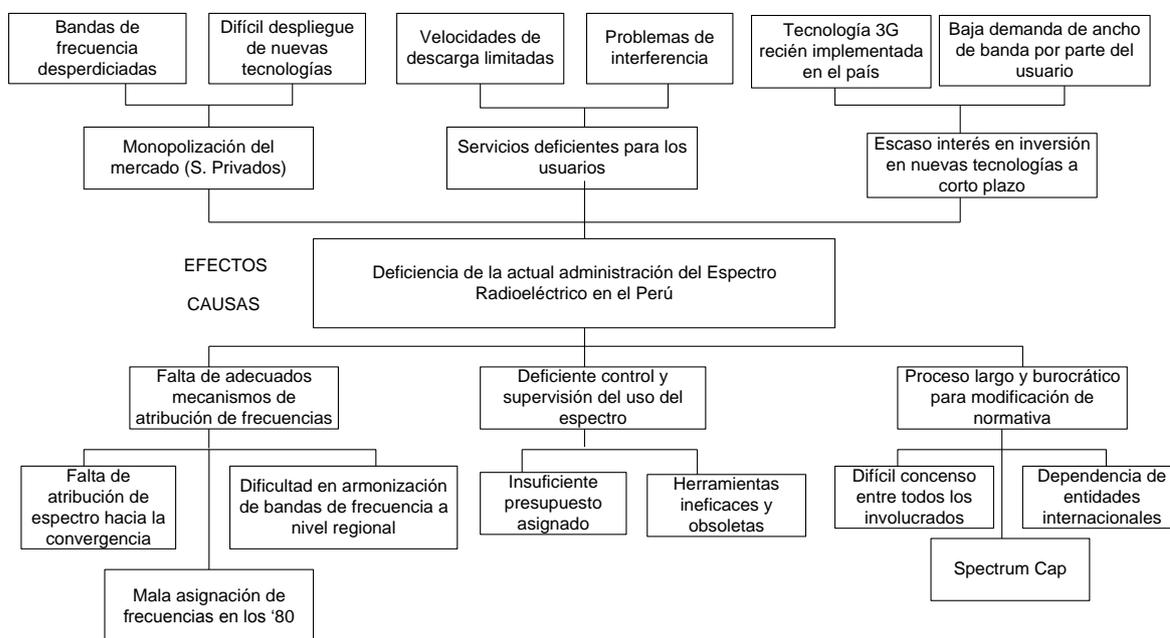
Actualmente, las consecuencias son graves, entre ellas, al revisar el PNAF se encuentra que algunas bandas no están siendo usadas o están siendo sub-utilizadas.

Es importante indicar que la asignación de una banda de frecuencia hecha por el Ministerio para que brinde servicios de radiocomunicación a un operador, conlleva a que este se compromete a realizar anualmente el pago del Canon Radioeléctrico. Además, se comprende que el Ministerio debe realizar una supervisión y control para comprobar el uso adecuado del espectro.

Con estos antecedentes se tienen como principales causas de la deficiencia de la administración del espectro, el deficiente control y supervisión del uso del espectro radioeléctrico por parte del Ministerio debido a que las herramientas utilizadas son obsoletas, el insuficiente monto asignado para estas actividades, la inadecuada planificación a futuro para la asignación de bandas de frecuencia que está en relación al poco interés que tuvo el uso del espectro para la administración peruana hace décadas atrás por el escaso despliegue de las redes inalámbricas de banda ancha y por la planificación que se ha realizado sin tener en cuenta la convergencia, también se debe tener en cuenta que los actuales mecanismos de atribución de frecuencias no han seguido una armonización de las bandas de frecuencia a nivel regional. Un causal normativo es la burocracia presente en los trámites para la modificación de diferentes documentos regulatorios, así como la dependencia del PNAF a entidades internacionales como la UIT.

Cabe señalar que en el PNAF se puede apreciar que existe cierta rigidez que busca asegurar la utilización de una banda a un determinado servicio. No obstante, este criterio viene siendo cuestionado a raíz de los avances tecnológicos como las innovaciones técnicas en materia de telecomunicaciones, así como el desarrollo que ha

caracterizado a este sector junto al de la informática. Esto ha permitido brindar diversos servicios convergentes o en un solo paquete a través del lenguaje digital.



**FIGURA 2: ÁRBOL DE PROBLEMAS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO EN EL PERÚ**  
Elaboración Propia

La industria móvil en el Perú, ha referido que para la prestación de servicios de acceso a internet de banda ancha, requieren contar con mayor cantidad de espectro. Siendo que el actual Spectrum Cap de 60 MHz, tope vigente, estaría restringiendo la posibilidad de desarrollar diferentes modelos de negocios destinados a la Banda Ancha Móvil [MTC-CBA2].

En dicho contexto, distintos foros internacionales vienen expresando sus posiciones sobre el tema. Así se tiene que, la UIT, utilizando la metodología descrita en [UTIR2006], ha realizado un informe [UTIR2007] sobre las necesidades de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas, para los años 2010, 2015 y 2020. Cabe precisar que según los cálculos desarrollados en el citado informe, se ha estimado que las necesidades de espectro al año 2020, para los sistemas pre-IMT, IMT2000 y sus mejores, así como IMT-Avanzados, oscilan entre 1280 MHz y 1720 MHz, el cual incluye espectro que ya está actualmente en uso o que está planificado usar.

Así también, la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones-CITEL, tuvo como conclusión en el Seminario sobre las necesidades de espectro para la implantación de Banda Ancha la importancia de revisar las políticas para aumentar la cantidad de

espectro que los diferentes operadores pueden adquirir para desplegar servicios de Banda Ancha. Para lo cual se debe continuar, en el marco de la CITELE, el diálogo entre los diferentes entes participantes de la industria móvil: ente regulador, operador, proveedores de tecnología y asociaciones de la industria.

Por lo tanto, se ha observado que los efectos son el inadecuado uso de las bandas de frecuencia radioeléctrica por diversos operadores. Además, muchas tecnologías que permitirían brindar mayores velocidades no pueden ser implementadas por escasez de ancho de banda, lo cual genera que las velocidades ofrecidas actualmente sean limitadas. Es así que resulta importante que la atribución de frecuencias se encuentre alineada con las necesidades del mercado y los avances tecnológicos. Siendo esto así, se torna necesario dotar de una mayor flexibilidad a la atribución de bandas, de tal manera que permita la entrada de nuevos operadores con tecnologías de última generación a fin de prestar servicios en convergencia.

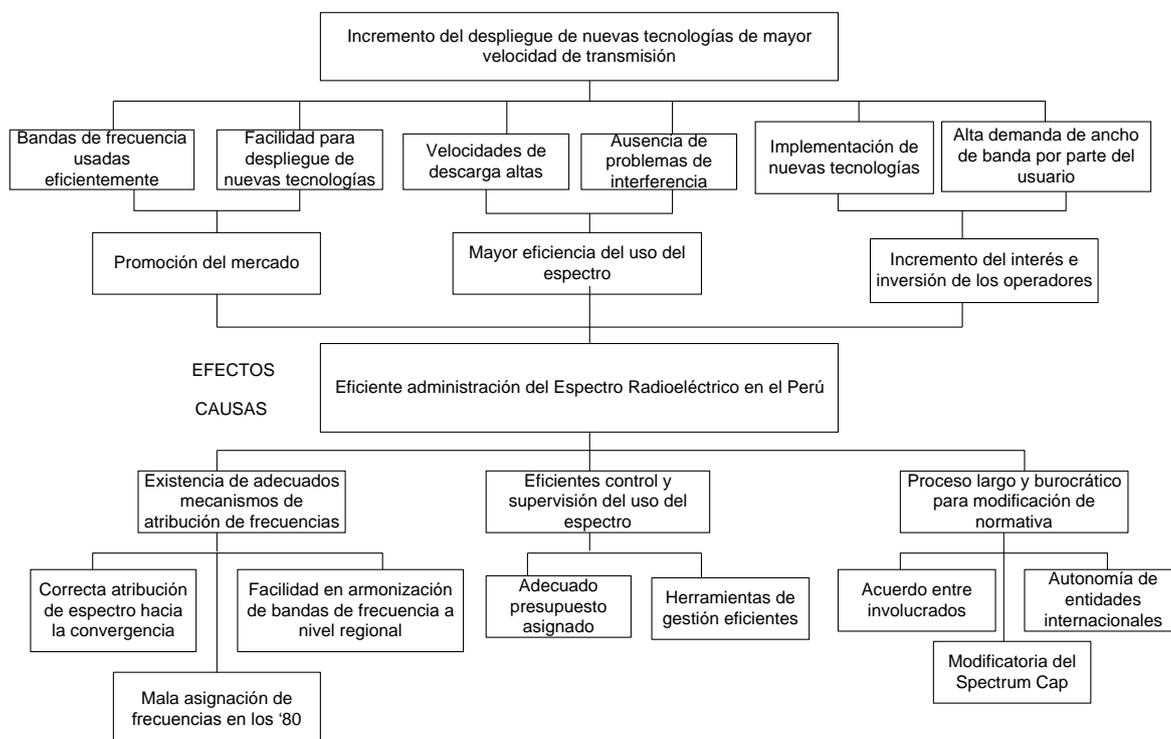
Además se han reportado casos de problemas de interferencia entre operadoras y el difícil despliegue técnico de nuevas tecnologías para comunicaciones inalámbricas los cuales han originado que los servicios de radiocomunicación sean con velocidades reducidas, lo cual resulta ineficiente en el uso del espectro. También se ha observado que la oposición o resistencia por parte de las operadoras para hacer una redistribución de frecuencias ha generado un escaso interés de las operadoras en invertir en nuevas tecnologías que impliquen una re-ingeniería del espectro.

Otro efecto es la monopolización del mercado por los servicios privados del espectro, debido a que muchas empresas de servicios públicos que tienen asignada alguna banda de frecuencia no la usan, quedando menores bandas de frecuencia para otros operadores de servicios públicos. Otra causa de la monopolización es el difícil despliegue técnico en el sentido de nueva inversión en actualizar tanto en software como hardware para implementar redes con nuevas tecnologías, lo cual puede ser una barrera para los operadores de servicios públicos.

## **1.2 Árbol de Objetivos**

Con la finalidad de tener una eficiente administración del espectro Radioeléctrico en el Perú, se han identificado las principales acciones que permitirían lograrlo, los cuales son la adecuada planificación de la administración del espectro que soportará nuevas tecnologías, el eficiente control y supervisión del correcto uso del espectro radioeléctrico

por parte de los operadores y la modificación de la normativa que no demande tanto tiempo por lo burocrático del proceso que actualmente se emplea.



**FIGURA 3: ÁRBOL DE OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO EN EL PERÚ**  
Elaboración Propia

Para lograr una adecuada planificación a futuro se debe primero desarrollar redes de acceso inalámbrico para banda ancha, junto al reconocimiento del espectro radioeléctrico por su importancia como medio de transmisión y su escasez; y la adecuada asignación del espectro mediante concesiones justas.

Para lograr un eficiente control y supervisión del espectro se debe tener un presupuesto eficiente a la Dirección encargada así como de herramientas adecuadas para la gestión.

Finalmente, para lograr un proceso menos burocrático en las modificaciones del PNAF y otros trámites normativos se debe tener un fácil consenso por parte del Ministerio con la UIT y los diferentes operadores de telecomunicaciones, además del análisis detallado sobre la posibilidad de la eliminación o levantamiento del Spectrum Cap y la autonomía de la modificación del PNAF de entidades internacionales como la UIT.

Se debe ahondar en el tema del Spectrum Cap, como se verá en el Capítulo 3, debido a que resulta necesario que el Ministerio evalúe la normativa vigente, el uso

efectivo del espectro radioeléctrico por parte de los operadores y el desarrollo del mercado, a efectos de determinar la necesidad de mantener los topes vigentes, reducirlos o eliminarlos. Lo anterior expuesto, en función a si constituyen o no una barrera para el despliegue de servicios de banda ancha móvil.

Por lo tanto, al tener las causas descritas anteriores para tener una eficiente administración se tendría como objetivo final el incremento del despliegue de nuevas tecnologías que permitan mayores velocidades de transmisión en servicios de radiocomunicación, lo cual permitiría reducir la brecha digital.

Este objetivo final se lograría debido a la promoción del mercado que será logrado por el uso adecuado de las bandas y la facilidad para el despliegue técnico de nuevas tecnologías; el obtener parámetros que permitan identificar la eficiencia del espectro como serían altas velocidades de transmisión o disminución de interferencia; y, finalmente, el fomento del interés, inversión y apoyo de los operadores en las posibles nuevas redistribuciones del espectro.

Por lo tanto, la adecuada gestión del espectro radioeléctrico contribuye a un mayor desarrollo, no solo del mercado de telecomunicaciones, sino de la sociedad en su conjunto.

## **Capítulo 2**

### ***Normativa sobre la administración del Espectro Radioeléctrico***

El presente capítulo describe los antecedentes a la regulación del espectro, así como las principales normas vigentes en nuestro país en relación a la administración del espectro radioeléctrico, junto a las principales normas de otros países como Colombia, Chile y España.

En el caso de normativa peruana, se analizará la Ley de Telecomunicaciones, junto al Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones y el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.

#### **2.1 Caso del Perú**

La regulación del espectro es sólo la consecuencia del uso de este recurso natural para los servicios de telecomunicaciones, Por lo tanto es necesario hacer un recuento de las fechas claves en el desarrollo de la gestión del espectro radioeléctrico tanto en nuestro país como en el mundo:

- Marzo de 1857: Se instala en nuestro país el primer cableado telegráfico.
- 1911: Se instala la primera estación radiotelegráfica en Lima la cual permitía una comunicación entre Lima e Iquitos.
- 1916: Se promulga el Reglamento General de Correos, Telégrafos y Teléfonos.
- 1947: Se promulga el Reglamento General de Telecomunicaciones la cual contenía las Normas Administrativas y Operativas para los servicios privados de radiocomunicaciones.
- Diciembre de 1968: Se crea el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Noviembre de 1971: Se promulga la Ley General de Telecomunicaciones.
- Abril de 1973: Martin Cooper realiza en Manhattan- Estados Unidos la primera llamada de un celular.
- 1997: Mediante Resolución Ministerial N° 250-97-MTC/15,19 se aprueba el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias-PNAF
- Junio de 1998: Se adjudica la concesión de la Banda B en provincias a la empresa Tele 2000, lo cual le permitiría un desarrollo celular en el país.
- Enero de 1999: Empresa Nextel es reconocida como concesionario del Servicio Troncalizado.
- Mayo del 2000: La Empresa TIM (actualmente América Móvil Perú S.A.) obtiene concesión de la tercera banda asignado a los Sistemas de Comunicaciones Personales.
- Julio del 2000: Se otorga autorización a las empresas Millicom y Telefónica para brindar Telefonía Fija Inalámbrica.
- Enero del 2001: Empresa TIM ingresa al Perú con tecnología GSM.

Cabe señalar que hasta el año 1997, cuando se aprueba el PNAF, el manejo de las diferentes bandas de frecuencia por el Ministerio era muy cerrado (fundamentado en la idea de seguridad nacional). Sin embargo, la aprobación de este documento tuvo como finalidad evitar casos de corrupción, lo que ocasionó que el manejo de frecuencias fuera más transparente. Es por esto que antes de dicho año, bajo ese concepto de manejo de frecuencia Delgado Parker obtuvo la banda de 2.5 GHz [FER2011].

Como se observa, si bien la Ley General de Telecomunicaciones estuvo vigente desde el año 1971, aprobada mediante decreto Ley 19020 en el gobierno de Juan Velasco Alvarado. Se han dado reformas normativas durante la década de los setenta, las cuales produjeron el retiro de algunas empresas privadas, así como la transferencia de responsabilidades a dos empresas que ya estaban sujetas al dominio estatal las

cuales fueron la Compañía Peruana de Teléfonos CPT y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones ENTEL-Perú.

Es importante indicar que en la última década del siglo pasado las modificaciones de la ley de Telecomunicaciones se realizaron con la finalidad de abrir el mercado es decir brindar una apertura al capital extranjero, así como la modernización y renovación tecnológica.

En el año 1993 con la aprobación de la Ley de Telecomunicaciones se promovió la inversión y la entrada de tecnología extranjera en el sector de las telecomunicaciones.

Por lo tanto se observa el interés de la administración nacional por la reglamentación de los servicios de telecomunicaciones, por lo que es importante analizar el papel que el estado desempeña en el sector de las telecomunicaciones.

### **2.1.1 Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones**

Norma aprobada en donde se indican las funciones tanto del Ministerio como del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) [MTC1993].

El Artículo 1 define a las Telecomunicaciones como un vehículo de pacificación y desarrollo, además se indica que sus distintas formas y modalidades se rigen por la presente Ley, por los reglamentos que la complementan, y se indica que sólo quedan exceptuados de los alcances de dicha norma aquellos servicios de telecomunicaciones que hallan sido declarados expresamente excluido por esta Ley.

Con la modificación hecha del Artículo 1 por la Ley N° 28737, publicada el 18 de mayo 2006, se agrega a lo anterior la función del estado, la cual es de ente que promueve la convergencia de redes y servicios, además de facilitar la interoperabilidad de diferentes plataformas de red y la prestación de diversos servicios y aplicaciones, todos sobre una misma plataforma tecnológica, de esta manera se reconoce como un elemento fundamental para el desarrollo de la Sociedad de la Información y la integración de las diferentes regiones del país.

Por lo tanto con el Artículo 1 se indica los alcances de la Ley y la función del estado de fomentar una red de convergencia, además de reconocer la convergencia como elemento fundamental para el desarrollo también la integración de las diferentes regiones del país. Esto es de suma importancia, porque se observa el interés desde el estado de promover las tecnologías de la información para el desarrollo del país.

Cabe indicar que la clasificación que se hace en Perú, siguiendo las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, es por servicios y no por tecnología.

Por lo tanto, la Ley de Telecomunicaciones inicia con una definición y clasificación de los Servicios de Telecomunicaciones, cabe indicar que esta clasificación en nuestro país es por servicios en base a un eje técnico los servicios de telecomunicaciones se clasifican en servicios Portadores, teleservicios o servicios finales, servicios de difusión y servicios de valor añadido.

En cambio, en base a un eje de uso y naturaleza del servicio, los servicios de telecomunicaciones se clasifican en públicos, privados y privados de Interés Público.

En el Capítulo II ESPECTRO DE FRECUENCIAS RADIOELÉCTRICAS O ESPECTRO RADIOELÉCTRICO del Título II CONDICIONES DE OPERACIÓN contiene seis artículos, los cuales tratan sobre la asignación, uso, control y administración del espectro.

El Artículo 57 define el espectro radioeléctrico de la siguiente manera [1]:

*“El espectro radioeléctrico es un recurso natural de dimensiones naturales que forma parte del patrimonio de la Nación. Su utilización y otorgamiento de uso a particulares se efectuará en las condiciones señaladas en la presente Ley y su Reglamento”.*

Cabe señalar, la importancia de la definición como patrimonio de la Nación, es decir es propiedad de la Nación y del dominio del Estado; por lo tanto abarca tanto el derecho de propiedad como la capacidad política del estado para asegurar este derecho a toda la nación peruana.

Además, sobre la administración específica en el Artículo 58:

*“La administración, asignación de frecuencias y control del espectro radioeléctrico corresponden al Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción”.*

En el mencionado artículo, se determina como único ente administrador del espectro al Ministerio. Otorgándole a esta entidad las funciones de controlar el buen uso del espectro, además de la asignación de frecuencias para los diversos servicios y uso de éstos de parte de las diferentes operadoras o empresas. Finalmente se indica que el uso del espectro se debe efectuar de acuerdo al Plan Nacional de Asignación de Frecuencias.

El Título III ORGANISMOS COMPETENTES trata en el CAPÍTULO I FUNCIONES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES de las competencias de

los organismos competentes en el sector de telecomunicaciones, se enfatizan en las funciones del Ministerio en relación a la gestión y administración del espectro:

1. Otorgar y revocar concesiones, autorizaciones, permisos y licencias y controlar su correcta utilización.
2. Representar al Estado en las organizaciones internacionales de telecomunicaciones y llevar a cabo la coordinación nacional en asuntos referidos a las telecomunicaciones internacionales.
3. Incentivar el desarrollo de las industrias de telecomunicaciones y de servicios informáticos sustentados en base a servicios de telecomunicaciones en orden al desarrollo tecnológico del país.
4. Administrar el uso del espectro radioeléctrico y elaborar y aprobar el Plan Nacional de Asignación de Frecuencias.
5. Organizar el sistema de control, monitoreo e investigación del espectro radioeléctrico.
6. Llevar el Registro Nacional de Servicios de Telecomunicaciones.
7. Proponer para su aprobación respectiva, los porcentajes para la aplicación de los derechos, tasas y canon radioeléctricos establecidos por Ley.
8. Cancelar de oficio las concesiones o autorizaciones de servicios de telecomunicaciones que haya otorgado, cuando lo titulares de estos derechos no operen dichos servicios en forma permanente o dentro de los plazos señalados por el reglamento.
9. Aplicar y hacer cumplir la presente Ley, sus reglamentos y demás disposiciones conexas.
10. Delegar sus atribuciones y facultades en OSIPTEL.

Cabe señalar que las funciones enunciadas en los numerales 1, 4, 5 y 8 fueron delegadas a OSIPTEL por Artículo 1 del Decreto Supremo N° 004-96-MTC en el año 1996, y luego, restituidas al Ministerio por Artículo 2 del Decreto Supremo N° 007-97-MTC en el año 1997. Esto demuestra que han existido atribuciones que han sido en algún momento asumidas por ambas instituciones, siendo importante recalcar, que actualmente la entidad administradora del espectro, continúa siendo el Ministerio.

Es importante indicar que OSIPTEL fue creado por Decreto Legislativo N° 702 del año 1991 e inició sus actividades en 1993. En el CAPÍTULO II ORGANISMO SUPERVISOR DE INVERSIÓN PRIVADA EN TELECOMUNICACIONES, en el Artículo 76 se sustituye a la Comisión Reguladora de Tarifas de Comunicaciones por el OSIPTEL, el cual será el encargado de regular el comportamiento de las empresas operadoras así

como las relaciones de dichas empresas entre sí, de garantizar la calidad y eficiencias del servicio brindado al usuario y regular el equilibrio de las tarifas.

En el Artículo 77 se define a OSIPTEL como un organismo público que tiene dependencia directamente del Presidente de la República, es decir está adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, y tiene autonomía administrativa, financiera, y el cual tiene como funciones el promover la competencia efectiva y justa entre los operadores, proveer información y asistencia al Ministro de Transportes y Comunicaciones, fijar las tarifas de servicios públicos de telecomunicaciones y establecer las reglas para su correcta aplicación, administrar el Fondo de Inversión de Telecomunicaciones, entre otras.

Como se observa, el OSIPTEL tiene tres funciones básicas: regulatoria y normativa; correctiva y sancionadora; y de solución de controversias.

### **2.1.2 Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones**

El Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones [MTC1994] establece las disposiciones generales para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, la administración del espectro radioeléctrico, la normalización y homologación de equipos y la regulación del mercado de servicios, con la finalidad de que se lleven a cabo cumpliendo los objetivos y principios establecidos en la Ley de Telecomunicaciones, visto anteriormente.

Es importante indicar los servicios de telecomunicaciones que están exceptuados de la clasificación hecha por el Reglamento (Artículo 28 y sus numerales 1, 2, 3, 4):

- Telecomunicaciones instaladas dentro de un mismo inmueble que no utilizan el espectro radioeléctrico y no tienen conexión con redes exteriores.
- Servicios cuyos equipos, utilizando el espectro radioeléctrico transmiten con una potencia menor a 10 mW en antena (potencia efectiva irradiada). Estos servicios sólo podrán operar en las bandas 2400-2438,5 MHz y 5725 - 5850 MHz.
- Servicios cuyos equipos, utilizando canalización establecida en las bandas 462 MHz, 550 – 462 MHz, 725 MHz y 467, 550 – 467, 725 MHz, transmiten con una potencia no superior a 500 mW en antena (potencia efectiva irradiada). Estos equipos no pueden ser usados para prestar servicios públicos de telecomunicaciones.

- Servicios cuyos equipos, utilizando las bandas de 902- 928 MHz, 2400- 2438,5 MHz y 5725 – 5850 MHz transmiten con una potencia no mayor a 100 mW en antena (potencia efectiva irradiada), y estos no sean empleados para efectuar comunicaciones en espacios abiertos. Estos servicios no deben causar interferencias a concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones.
- Servicios cuyos equipos, utilizando las bandas de 902- 928 MHz, 2400 – 2438,5 y 5725- 5850 MHz transmiten con una potencia menor a 4W o 36 dBm en antena (potencia efectiva irradiada), en espacio abierto. En caso de usar estos equipos, para poder prestar servicios públicos de telecomunicaciones deben contar con la concesión respectiva; sin embargo no requieren permiso para su instalación y operación, ni de la asignación de espectro radioeléctrico para su uso.
- Servicios cuyos equipos, utilizando la banda de 5230 – 5350 MHz transmiten con una potencia menor a 1W o 30 dBm en antena (potencia efectiva irradiada), en espacio abierto. En caso de usar estos equipos, no podrán ser utilizados para los servicios privados de telecomunicaciones, y se debe contar con concesión respectiva. Sin embargo, no se requerirán permisos para su instalación y operación, ni la asignación de espectro radioeléctrico.

La última excepción fue agregada por Artículo 1 del Decreto Supremo N° 040-2004-MTC, publicado el 22 diciembre del 2004.

Cabe señalar, que todas las excepciones de servicios públicos de telecomunicaciones están relacionadas a la operación en una banda de frecuencia con una potencia de emisión específica.

En cuanto a los servicios portadores (Título II, artículos 30 al 44), se especifica que los teleservicios privados prestados por el Estado pueden acceder a los circuitos usando satélites, por lo que tendrá que usar segmentos espaciales y pedir el permiso respectivo a la Dirección encargada de esto.

En cuanto a la clasificación de los teleservicios privados estos se dividen por el uso o no de medios alámbricos u ópticos (cable coaxial, línea física, cables y fibra óptica). A los que son inalámbricos se les denomina servicios privados de radiocomunicación.

Es importante especificar y listar los Teleservicios privados que no utilizan medios alámbricos u ópticos, si no, más bien utilizan el espectro radioeléctrico, o también denominamos privados de Radiocomunicaciones a los siguientes servicios:

1. Servicio Fijo Privado
2. Servicio Móvil Privado
3. Servicio Móvil de Canales Múltiples de Selección Automática (troncalizado); (descripción de Troncalizado fue añadido por Artículo 1 del Decreto Supremo N° 040'2004-MTC del 22 diciembre del 2004).
4. Servicio de Radionavegación; en sus modalidades de aeronáutica y marítima.
5. Servicio de Canales ómnibus (banda ciudadana); comunicación usando equipos de potencia limitada, las cuales trabajan en frecuencias comunes; por lo tanto, no tienen protección contra interferencias, en concordancia con lo establecido con el PNAF.
6. Servicio de Radioaficionados
7. Servicio Espacial; entre estaciones terrenas y estaciones satelitales y viceversa. Éstas pueden ser de investigación espacial, operaciones espaciales y meteorología por satélite.
8. Servicio Colectivo Familiar
9. Otros servicios de radiocomunicaciones calificados como tales en el Reglamento, como las emisiones de frecuencia patrón y de señales horarias (con fines científicos y técnicos), radioastronomía, ayuda a la meteorología, radiolocalización, servicio de exploración de la Tierra por Satélite y cualquier otro que el Ministerio clasifique como tal.
10. Cualquier otro que el Ministerio clasifique como tal mediante resolución ministerial.

Además, en dicho artículo se indica que estos servicios se sujetan al Reglamento, y están regulados por el PNAF y el Reglamento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otras disposiciones que emita el Ministerio.

La Sección III DE LAS CONCESIONES, AUTORIZACIONES, PERMISOS Y LICENCIAS Y DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, en el Título I DE LAS DISPOSICIONES COMUNES, indica en el Artículo 116 al Ministerio como la única entidad encargada de atender las solicitudes de concesión y autorización teniendo en cuenta el Plan Nacional de Telecomunicaciones y el PNAF.

Además, como lo indica el Artículo 117, existen solicitudes a la obtención y/o modificación de concesiones, autorizaciones, renovaciones, permisos, licencias y aquellas relativas al canon, tasas y derechos, fijación de tarifas o mecanismos para su determinación no tienen el beneficio del silencio administrativo positivo. Los interesados

una vez vencidos los plazos respectivos, pueden tener por denegadas sus peticiones o esperar el pronunciamiento del Ministerio.

El procedimiento a seguir luego de presentada la solicitud, como lo indica el Artículo 118 y su modificatoria por Artículo 1 del Decreto Supremo N° 040-2004-MTC, es la evaluación del perfil del proyecto técnico presentado a fin de que las concesiones y autorizaciones se otorguen a aquellos solicitantes que presenten proyectos que contribuyan mejor a los fines de las comunicaciones, para determinar si el mismo es consistente con el servicio a ser prestado.

Además, como lo indica el Artículo 120, el contrato de concesión y la resolución de autorización deben contener, entre otros, información de las características técnicas específicas de operación de los servicios autorizados y el plazo para realizar la instalación de los mismos, así como los sistemas que sean necesarios para la prestación del servicio. Si los servicios públicos utilizan medios radioeléctricos, en la resolución de asignación de espectro se debe contener las características técnicas. Cabe señalar, que éstas características no deben modificarse sin previa autorización del Ministerio.

Es importante indicar (Artículo 121) que todos los titulares tanto de las concesiones y autorizaciones, deberán brindar al Ministerio y OSIPTEL toda la información que éstos requieran, además de las facilidades para verificar los servicios que éstos brindan. En caso contrario, se puede cancelar el contrato de concesión o dejar sin efecto alguno, las autorizaciones, permisos o licencias que tuvieran.

En el Título II DE LAS CONCESIONES, el Artículo 126 especifica que deben tener concesiones las empresas que brinden servicios portadores, finales y de difusión de carácter público.

Asimismo, el artículo 128 especifica el mecanismo para otorgamiento de concesión y para asignación de espectro radioeléctrico, el cual se efectúan en la modalidad de concurso público cuando exista restricción de la disponibilidad de la banda de frecuencia, se especifique así en el PNAF o se restrinja la cantidad de número de concesionarios según el artículo 70 de la Ley General de Telecomunicaciones.

En el Artículo 133, se indican las situaciones donde no se requiere obtener permisos para la instalación y operación de los equipos, las cuales son: estaciones radioeléctricas que utilicen una banda asignada con carácter de uso exclusivo para una determinada área y estaciones radioeléctricas terminales que sean instaladas en el lado del cliente (comprende las estaciones terminales del servicio portador local en las aplicaciones punto a multipunto y las estaciones remotas pertenecientes a los sistemas

VSAT). Las primeras deben presentar al Ministerio información técnica de dicha estación y un estudio teórico de radiaciones no ionizantes.

Cabe señalar que un contrato puede comprender más de una concesión para prestar más de un servicio público, pero estos deben constar en forma expresa en el contrato respectivo.

El Artículo 130, numeral 6 indica que como obligación de los concesionarios está el pagar los derechos, tasas, canon y demás obligaciones que genere la concesión. Siendo el incumplimiento de éste una razón para resolución del contrato.

El Título III DE LAS AUTORIZACIONES, en el Artículo 164 se especifica que el titular de la autorización debe cumplir con el pago por derecho de autorización y del canon anual. De los tiempos de autorizaciones, Artículo 165, se concede un plazo máximo de diez años para servicios de radiodifusión, y un plazo máximo de cinco años para el caso de teleservicios privados y de difusión privados.

En el Título IV DE LOS PERMISOS, en el Artículo 189 se especifican que los permisos son dados, tantas veces lo requiera el titular de una autorización para la instalación de una estación autorizada, con la finalidad de brindar servicios de radiocomunicación.

El Título V DE LAS LICENCIAS, se indica en el Artículo 192 que los titulares de una autorización para prestar un servicio de radiocomunicación, tienen derecho a recibir una o más licencias para iniciar la operación de los servicios autorizados. Sin embargo, éstas sólo se expedirán en caso las pruebas de funcionamiento luego de la instalación de equipos, hubieran sido satisfactorias.

El Título VIII DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO da las pautas sobre los permisos, licencias para la atribución, adjudicación y asignación del espectro, además del pago por el uso del espectro y la normativa necesaria para el buen uso de parte de las empresas de las autorizaciones o licencias.

En el Artículo 206 del Reglamento se enuncia: "Espectro Radioeléctrico es el medio por el cual pueden propagarse las ondas radioeléctricas sin guía artificial. Constituye un recurso natural limitado que forma parte del patrimonio de la nación". Como se observa, esta definición tiene concordancia con lo dicho en la Ley General al denominarlo recurso natural parte del patrimonio de la nación, por lo que el estado es el encargado de velar por el correcto uso de éste.

En el Perú la manera de obtener la asignación de una banda del espectro en Lima y Callao es por concurso público, y el requisito para usar el espectro es tener la

concesión o autorización de telecomunicaciones emitida por la dirección competente del Ministerio.

Es importante indicar que la concesión te da la obligación de hacer un uso adecuado del espectro. Por lo que el Ministerio debe verificar este uso siguiendo las siguientes acciones:

- Comprobación de las emisiones radioeléctricas y localización e identificación de las posibles interferencias o perturbaciones a los servicios y sistemas de telecomunicaciones.
- Detección de personas o empresas que presten servicios sin la correspondiente concesión o permiso.

Actualmente, estas son realizadas por la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicación del Ministerio.

En el artículo 209-A, se indica que la asignación del espectro para sistemas de acceso fijo inalámbrico y con atribución a título primario para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, se debe realizar mediante concurso público en las provincias de Lima y Callao. Éste artículo fue incorporado por el Artículo 2 del Decreto Supremo N° 040'2004-MTC, publicado el 22-12-2004.

El artículo mencionado anteriormente muestra claramente la competencia en el mercado de servicios público de telecomunicaciones, ejemplo claro lo es el servicio de telefonía móvil. Debido a que no es un servicio con el mismo índice de penetración en todos los departamentos del país, si lo es en las localidades con mayor demanda del servicio y con mayor tráfico cursado, como son los departamentos de Lima, Arequipa y Cusco.

En el artículo 211, se indica que la asignación de espectro para servicios públicos, está sujeta al cumplimiento de metas de uso del espectro (obligación y compromiso que tiene la empresa concesionaria de utilizar el espectro en forma eficiente y efectiva) como requisitos de los concesionarios para obtener asignación de espectro.

Otras metas de uso del espectro, incluyen la proyección de demanda, la cual debe justificar el pedido de espectro adicional, si este hubiera, y no tener deudas del pago de canon por el uso del espectro o de otros que sean exigibles.

También existe la posibilidad, como lo especifica el artículo 213, de asignar espectro de manera temporal con la finalidad de poder realizar pruebas para aplicaciones de nuevas tecnologías o estudios técnicos. Sin embargo, la vigencia de este permiso no será mayor de seis meses y se debe continuar con el pago de canon radioeléctrico.

El concesionario que tenga asignado el espectro en una banda que está atribuida para prestar más de un servicio público, debe tener como requisito previo el que la asignación de espectro cuente con la concesión que lo habilite a prestar los servicios públicos de telecomunicaciones que corresponda a la atribución de la banda asignada (artículo 214).

Es importante indicar la prevalencia que tiene el trámite para la asignación de espectro para servicios de radiodifusión por satélite, en zonas alejadas de los centros urbanos (artículo 216). Lo anterior indica una iniciativa del Estado de promover las telecomunicaciones rurales, dándoles la prioridad a estas zonas.

Sin embargo, el artículo 217 define la principal prevalencia que tienen los servicios públicos sobre los privados, en el caso que varios servicios compartan frecuencias.

El artículo 218 exige que el Ministerio lleve un registro nacional de frecuencias en el que se inscribirán las asignaciones de las frecuencias efectuadas y a la cual podrá acceder el público, para lo cual se debe tener en cuenta su grado de confidencialidad. Actualmente, en la web del Ministerio se puede encontrar este registro con la información detallada de las asignaciones a los diferentes operadores tanto de servicios públicos, privados y de radiodifusión [MTC-REG].

Para proteger de la interferencia a cualquier servicio de radiocomunicación, el artículo 219 indica que toda estación radioeléctrica que cause interferencia perjudicial deberá suspender de inmediato sus operaciones hasta que se corrija la interferencia.

El artículo 220 indica que las características de instalación y operación que fueron autorizadas inicialmente (la potencia de transmisión y otros parámetros técnicos relativos al uso del espectro radioeléctrico) no pueden ser modificados; sin embargo, si se obtiene la correspondiente aprobación del Ministerio, se podrá continuar con la operación. Asimismo, está prohibido usar la frecuencia asignada para fines distintos a los autorizados.

En relación a lo mencionado en el párrafo anterior, el Ministerio podrá disponer de oficio y de manera excepcional, el cambio de las características técnicas asignadas, en los casos donde la operación del servicio ponga en peligro la vida o salud de las personas, a efectos de cumplir con los Límites de los Máximos Permisibles de Radiaciones No ionizantes en Telecomunicaciones y las Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión, en cumplimiento a las normas que emita el Ministerio sobre el sistema de gestión y control del espectro radioeléctrico. Lo cual está dispuesto en el artículo 221.

En el artículo 222 se dispone que toda estación radioeléctrica que opere en el país, debe transmitir con la potencia, ancho de banda y en la frecuencia o banda

autorizada. Además, según el artículo 223, se prohíbe el uso de estaciones radioeléctricas para finalidad diferente a la autorizada, excepto en los casos de apoyo de los sistemas de defensa nacional o civil; y durante los estados de excepción como cuando se presenten situaciones donde sea necesario para proteger la vida humana, coadyuvar al mantenimiento del orden público, garantizar la seguridad de los recursos naturales y en general de los bienes públicos y privados. Sin embargo, deben reportarse estas situaciones al Ministerio.

Se posibilita la modificación de una frecuencia asignada (artículo 224) procurando no afectar derechos, en los casos de prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones, cuando lo exija el interés público y cuando sea una solución a problemas de interferencia perjudicial y permita la utilización de nuevas tecnologías.

Por cumplimiento de acuerdos internacionales, del PNAF y, de lo dispuesto en los planes de asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión, el Ministerio establecerá los términos y condiciones en los que se efectuarán los procesos de migración de bandas y frecuencias.

Existe la posibilidad de revertir al Estado el espectro asignado para servicios públicos, en los siguientes casos:

1. Por revocación parcial o total de la asignación, debido a incumplimiento injustificado de metas de uso de espectro o cuando se trate de un recurso escaso y exista un uso ineficiente del mismo.
2. A solicitud del titular de la asignación.
3. Por vencimiento del plazo por el que se le otorgó la asignación, sin que el titular hubiese solicitado la renovación de la misma.
4. Por resolución del contrato de concesión del servicio para el cual se asignó el espectro.
5. Por renuncia a la concesión.

El artículo 226 especifica que las estaciones de radiocomunicación y radiodifusión, se identificarán con los indicativos de llamadas asignados. Sin embargo, esta disposición no alcanza a las estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento que emitan automáticamente las señales de socorro.

Se especifica en el artículo 227, en el caso de los aparatos telefónicos, equipos terapéuticos o industriales, motores o generadores, artefactos eléctricos y otros, que estos deben estar acondicionados de tal manera que se evite las interferencias radioeléctricas que tales equipos puedan ocasionar.

En relación al tema de las interferencias, en el artículo 228 se señala que las personas naturales o jurídicas que posean equipos de cualquier naturaleza están obligadas a eliminar las interferencias radioeléctricas que tales equipos produzcan, en el plazo que determine el Ministerio; vencido dicho plazo, de continuar tales interferencias, se aplicarán las sanciones previstas en la Ley y el Reglamento.

En relación al control del Espectro radioeléctrico, el artículo 229 señala al Ministerio como el ente encargado de velar por el correcto funcionamiento de los servicios de telecomunicaciones que utilicen el espectro radioeléctrico. Para lo cual esta entidad del Estado debe efectuar la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, para luego poder identificar y localizar las interferencias perjudiciales y demás perturbaciones a los sistemas y servicios de telecomunicaciones.

Asimismo, debe detectar a las personas que presten servicios de telecomunicaciones en condiciones técnicas distintas a las establecidas por el Ministerio o, sin la correspondiente concesión, autorización, permiso o licencia.

El Ministerio podrá designar las entidades inspectoras, pero éstas no deben tener ninguna relación con alguna operadora que tenga concesión o autorización vigente, además imposibilita a quienes hubieran tenido alguna sanción en un periodo menor de dos años como entidad inspectora.

Sobre el canon radioeléctrico, el artículo 234 hace referencia al pago por derecho de concesión o autorización, la unidad impositiva tributaria (UIT) aplicable para el cálculo de los derechos, será la vigente a la fecha en que corresponde efectuar el pago.

No están afectas al pago del derecho de autorización aquellas autorizaciones otorgadas bajo los regímenes especiales contemplados en los artículos 161 y 162.

El Ministerio podrá establecer en el contrato de concesión correspondiente la forma de pago que considere más adecuada, respetando los montos mínimos establecidos en el presente artículo.

En el caso de artículo 235 se establece que en el caso de otorgamiento de concesiones o autorizaciones sujetos a concurso público de ofertas, el derecho a pagar se calculará en la forma y sobre los montos definidos en las bases respectivas, en función de la mejor oferta.

Sobre las tasas por explotación comercial del servicio, en el artículo 236 se indica que los titulares de concesiones o autorizaciones, pagarán por concepto de la explotación comercial de los servicios de telecomunicaciones, una tasa anual equivalente a 0,5% de sus ingresos brutos facturados y percibidos anualmente.

Cabe indicar que en el caso de servicios públicos de telecomunicaciones y para los fines de esta tasa, también se considerará para la base de cálculo, los ingresos provenientes de las liquidaciones entre empresas, tanto por el tráfico internacional de entrada y salida del país.

En el artículo 237 se indica que los titulares de concesiones o autorizaciones a los que se refiere el artículo anterior, abonarán con carácter de pago a cuenta de la tasa que en definitiva les corresponda abonar por la explotación comercial del servicio, cuotas mensuales equivalentes al porcentaje fijado en el artículo anterior aplicado sobre los ingresos brutos percibidos durante el mes inmediato anterior al pago. En el mes de abril de cada año se efectuará la liquidación final, debiéndose abonar la cuota de regularización respectiva. Si quedara saldo a favor del contribuyente, podrá aplicarlo a los respectivos pagos a cuenta de los meses siguientes o alternativamente podrá hacer uso de los mecanismos que determine oportunamente el Ministerio.

El incumplimiento de los pagos a cuenta y del pago de regularización correspondiente en los plazos establecidos, dará lugar a la aplicación por cada mes de retraso y de manera acumulativa, de la tasa de interés moratorio (TIM), la cual será del 15% de la tasa activa del mercado promedio mensual en moneda nacional (TAMN) que publique la Superintendencia de Banca y Seguros el último día hábil del mes anterior.

Sobre los importes a pagar por el canon anual, artículo 238 [MTC2005-2, MTC2007], los cuales deben abonar por concepto del uso del espectro, estos valores se calculan aplicando los porcentajes que se fijan a continuación sobre la UIT, vigente al primero de enero del año en que corresponde efectuar el pago. En el Anexo 1 se encuentra el valor del pago del canon radioeléctrico para los servicios privados y de radiodifusión.

El artículo 239 indica los instancias que no están afectos al pago de canon anual por el uso del espectro radioeléctrico, las cuales son las estaciones operadas por entidades del Poder Ejecutivo, la Policía Nacional del Perú, Compañías de Bomberos Voluntarios, las estaciones radioeléctricas de los servicios de radionavegación aeronáutica y marítima y los operadores del servicio de exploración de la Tierra por satélite, orientados a la recolección de datos e información siempre que se realice con fines científicos y/o de investigación que no sean utilizados con fines comerciales. Así también, las estaciones radioeléctricas instaladas en el marco de los proyectos orientados al desarrollo de las telecomunicaciones a cargo del Ministerio, y cuya operación se apoye en un servicio fijo por satélite, y las que operen el servicio de

radiocomunicación privada en la banda HF, que hayan sido autorizadas conforme los artículos 161 y 162, no están afectas al pago del canon anual.

En el caso de las estaciones de teleservicio privado, autorizadas a instituciones de interés social de carácter privado (entidades sin fines de lucro dedicadas a las actividades de beneficencia, socorro, salud o educación), éstas pagarán por concepto de canon anual el 1% de la UIT por estación.

Tratándose de servicios, cuyos equipos utilicen el espectro radioeléctrico comprendido en los alcances del artículo 28, no están afectos al pago de canon.

En el artículo 240, se indica que los servicios de radiodifusión educativa y de radiodifusión comunal abonarán por concepto de canon el cincuenta por ciento (50%) del canon correspondiente al fijado.

Así también, tratándose del servicio de radiodifusión educativa comunal, se abonará sólo el veinticinco por ciento (25%) del canon correspondiente a este servicio. En el caso de las estaciones radioeléctricas para servicios públicos que se encuentren ubicadas en zonas o lugares de preferente interés social, sólo se abonará el cincuenta por ciento (50%) del canon previsto. Cabe señalar, que estas disposiciones implican un apoyo a la inversión en zonas rurales.

El valor de la UIT vigente al uno de enero de cada año, debe ser publicado en el Diario Oficial “El Peruano” por el Ministerio (artículo 241).

Sobre la fecha de pago del canon, artículo 242, esta se debe realizar por adelantado en el mes de febrero de cada año. Luego de vencer el plazo, se aplicará por cada mes de retraso y de manera acumulativa, la TIM establecido en el artículo 237 del Reglamento.

En los casos de concesiones y autorizaciones otorgadas durante el transcurso del año, el canon anual será pagado proporcionalmente a tanto doceavo como meses faltaran para la terminación del año, computados a partir de la fecha de expedición de la autorización o de la resolución de asignación del espectro tratándose de concesiones (artículo 243). Y además, dicho pago será abonado dentro de los sesenta (60) días posteriores al otorgamiento de la concesión o autorización.

Para el caso de las concesiones otorgadas durante el transcurso del año para prestar los teleservicios públicos contemplados en los literales a), d) y e), del numeral 2 del artículo 238, el cálculo del canon para el caso de las estaciones móviles o terminales fijos, se efectuará tomando en cuenta la cantidad de terminales proyectados por la concesionaria, para los meses que falte para terminar el año.

Existe un órgano competente dentro del Ministerio el cual requerirá el pago de los conceptos antes indicados, el que deberá efectuarse dentro de los plazos previstos para cada caso en el Reglamento, y en caso de incumplimiento se procederá a la cobranza coactiva.

### 2.1.3 Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF)

El PNAF es el documento normativo de carácter técnico, en el cual se encuentran los cuadros de atribución de frecuencias y la clasificación de los usos de éste en el Perú. Además, en este documento se encuentran las directrices para la correcta utilización del espectro [MTC2005-1].

El PNAF especifica los servicios a los que se asignan las diversas bandas de frecuencia con la finalidad de garantizar la no interferencia perjudicial. Es importante especificar que este documento está en concordancia con las recomendaciones dadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en el Reglamento de Radiocomunicaciones, debido a que nuestro país es un estado miembro de esta organización.

Es importante indicar que los servicios destinados a las Fuerzas Armadas y Policía Nacional del Perú pueden usar cualquier rango de frecuencia sin que exista perjuicio contra lo indicado en el PNAF; sin embargo, serán coordinados entre el Ministerio de Defensa y el de Transportes y Comunicaciones.

El PNAF también define si las bandas serán utilizadas para la prestación de servicios de telecomunicaciones públicos o privados; o si podrán ser utilizados a título primario o secundario.

En la siguiente tabla se muestra la atribución de una banda a varios servicios, estos se diferenciarán si son en letras mayúsculas (servicios primarios), en letras minúsculas (servicios secundarios) y los cuales tengan el formato de /AAAAA/ (servicios permitidos). También se incluyen las notas aclaratorias del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.

**TABLA 2: EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE LA BANDA 2.5 GHZ**

REGION 2	PERU	
	ATRIBUCION	NOTAS Y OBSERVACIONES

<b>2 500 – 2 520</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico MOVIL POR SATELITE (espacio-Tierra)	<b>2 500 – 2 520</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Fijo por satélite	P67
<b>2 520 – 2 655</b> FIJO FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra) MOVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSION POR SATELITE	<b>2 520 – 2 655</b> FIJO MOVIL salvo móvil aeronáutico Fijo por satélite Radiodifusión por satélite	P67

P67 Las bandas 1 990 - 2 025 MHz y 2 110 - 2 200 MHz, se mantienen en reserva. Mientras dure tal situación, el Ministerio no realizará nuevas asignaciones en alguna de estas bandas. Cuando cese la situación de reserva de estas bandas de frecuencias, el otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro se efectuará mediante concurso público de ofertas, excepto para casos como el servicio móvil por satélite y el servicio fijo y/o móvil utilizando estaciones en plataformas a gran altitud, es decir los casos de sistemas globales reconocidos mediante acuerdos internacionales.

La banda 2 500 - 2 692 MHz está atribuida a título primario para servicios públicos de telecomunicaciones. Los titulares de asignaciones en la banda 2 500 – 2 698 MHz deberán adecuarse a la canalización que apruebe el Ministerio.

En la Provincia de Lima, la Provincia Constitucional del Callao, la provincia de Trujillo y el departamento de Lambayeque, la banda de 2 668 –2 692 MHz será otorgada por concurso público. En el resto del territorio nacional, la banda de 2 668 –2 690 MHz se otorga por concurso público.

Se debe tener en cuenta, que una vez atribuida una banda de frecuencias a un determinado servicio, el siguiente paso dentro de la gestión del espectro es la canalización de la banda atribuida, es decir, la división en bloques, de tal manera que puedan ser posteriormente asignados a los operadores de servicios públicos y privados de telecomunicaciones.

## 2.2 Otros países

Se realizará el análisis del pago por el uso del espectro radioeléctrico y de la normativa en relación a la Banda 700 en los países de México, Colombia, Chile y España.

### 2.2.1 México [MEX2009]

En cuanto al pago del espectro por servicios VSAT, estas se pagan por el espectro usado del segmento satelital, mas no por la cantidad de estaciones. Además no se establecen incentivos para las zonas rurales.

En cuanto al pago por el derecho de uso del espectro radioeléctrico, por los sistemas y redes públicas de comunicación, multicanales o monocanales entre estaciones móviles, portátiles o fijas, a través de una o más estaciones base, con o sin repetidor, se paga anualmente conforme a las siguientes cuotas:

*Para el servicio de radiotelefonía celular, por cada frecuencia asignada, concesionada o permitida y por cada región: \$4,627.50*

Además, los concesionarios y permisionarios de bandas de frecuencias comprendidas en los rangos de frecuencias de 824 - 849 MHz, 869 - 894 MHz, 1850 - 1910 MHz y 1930 - 1990 MHz, pagarán anualmente el derecho por el uso, goce, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencia, por cada región en la que operen y por cada 1MHz concesionado según una tabla, de la cual es importante recalcar que depende de la cobertura; es así que para la cobertura de todos los Municipios de los Estados de Hidalgo, Morelos y Estado de México, y todas las delegaciones del Distrito Federal se paga \$12,786.32, mientras que \$164.48 es el valor más bajo para la cobertura de todos los Municipios de los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.

En el caso del derecho por el uso del espectro radioeléctrico, para sistemas de punto- punto o punto- multipunto entre estaciones, con o sin repetidor, se pagará anualmente conforme a las siguientes cuotas:

Por telefonía rural comunal:

Por cada estación base o repetidor:	\$944.69
Por estación terminal:	\$354.13

Tratándose de los servicios de telefonía rural proporcionados por los gobiernos estatales, estos no se pagará el derecho a que se refiere este artículo.

Sobre la Banda 700 en México, el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias 2007 aprobado por Resolución P/020507/222 el 2 de mayo del 2007 asigna a la Banda de 698-806 MHz para Servicio Fijo, Móvil y de Radiodifusión, con la aclaración de que las asignaciones para los servicios Fijo y Móvil se irán otorgando conforme lo permita la liberación de los canales 52 al 69 de TV en el proceso de transición de la TV Analógica a la TV Digital.

### **2.2.2 Colombia [COL2003]**

En el caso del pago del espectro radioeléctrico de sistemas espaciales geoestacionarios y no geoestacionarios, se pagará la tercera parte de un salario mínimo legal mensual vigente (SMLMV) por cada 25 KHz de ancho de banda utilizado (AB), este valor debe ser pagado por el proveedor del segmento espacial. Es decir, el cálculo del valor anual se resume de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAC = AB \text{ (utilizado en el satélite en Khz)}/25*1/3(\text{SMLMV}).$$

Sobre el uso de frecuencias radioeléctricas para cubrimiento y/o enlaces punto-multipunto, el valor anual de contraprestación (VAC) por el uso de frecuencias radioeléctricas de cubrimiento y/o enlaces punto-multipunto se liquidará con base en la siguiente fórmula:

$$VAC= AB \text{ (MHz)} \times N \text{ (SMLMV)} \times Z(\%)/1 \text{ MHz}$$

Donde:

N (SMLMV): Valor de 1 MHz de acuerdo con la posición del ancho de banda asignado en el espectro radioeléctrico y con los sistemas y servicios de telecomunicaciones. Se define en salarios mínimos legales mensuales vigentes

Z: Valor relativo del espectro de acuerdo con el mercado del área de servicio para la cual se asignó el ancho de banda (AB).

Los valores de N y Z se encuentran definidos en el artículo 33 del presente Decreto. Cabe señalar, el mayor valor de N es para las frecuencias entre 30 MHz y 300 MHz.

Mientras que la variable Z, se relaciona con la cobertura del servicio a nivel nacional o departamental, éste tiene el valor más alto de 1. En caso del servicio departamental o municipal éste va definido según los departamentos o si es zona rural o urbana. Por ejemplo, Bogotá D.C. tiene el mayor valor de Z tanto rural (0.0160) como urbana (0.300).

Sobre la Banda 700, rango de 470 - 512MHz y de 698 - 806MHz, se adoptan medidas en materia de ordenamiento técnico del espectro radioeléctrico y se dictan otras disposiciones [COL2009].

La Banda 700 se atribuye y reserva dentro del territorio nacional, a título primario compartido. La banda de frecuencias de 698 - 806 MHz es atribuida a los servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestre (servicios de radiocomunicaciones cuyo fin sea la protección pública, las operaciones de socorro y la mitigación de desastres para salvaguarda de la vida humana), y para proveer redes y servicios de telecomunicaciones que utilicen o lleguen a utilizar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales IMT.

Además, se ordena la inscripción de dicha banda de frecuencias en el Cuadro Nacional de Atribución de Colombia.

Es importante señalar que el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en coordinación con la Comisión Nacional de Televisión- CNTV-

planificarán la banda de frecuencias de 698 - 806 MHz de manera que se permita la ordenada migración y reubicación de los actuales titulares del servicio de radiodifusión de televisión a otras bandas de frecuencias atribuidas a dicho servicio y la consecuente y planificada asignación de espectro para la correcta compartición y operación de los servicios radioeléctricos fijo y móvil terrestre.

En cuanto al Plan de Implementación de la Banda de Frecuencias de 698 - 806 MHz, dicha banda podrá ser utilizada para la operación del servicio de televisión terrestre, conforme el siguiente plan de implementación:

- Hasta el 30 de junio de 2010 a nivel nacional, con excepción de los municipios en donde existe cubrimiento de señal de televisión por parte de las estaciones base de radiodifusión de televisión de los cerros de Manjuí y La Azalea.
- Hasta el 31 de diciembre de 2012 en los municipios donde existe cubrimiento de señal de televisión por parte de las estaciones base de radiodifusión de televisión de los cerros de Manjuí y La Azalea.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones podrá iniciar procesos de asignación de espectro en los rangos de frecuencias de la banda de 698 - 806 MHz que se encuentren libres antes de las fechas mencionadas por este artículo, previo al proceso de planificación del espectro disponible.

### **2.2.3 Chile [CHIL2001]**

Los derechos por la utilización del espectro radioeléctrico se determinan de manera general con la siguiente fórmula:

$$G = K_1 \cdot n \cdot A \cdot P \cdot K_2$$

Donde:

- G: Derecho a pagar anualmente expresado en Unidades Tributarias Mensuales (UTM)
- K<sub>1</sub>: Constante de ajuste que depende del tipo de servicio y banda de frecuencia utilizada
- n: Cantidad de estaciones fijas o móviles monocanales o de estaciones terrenas receptoras o transmisoras de servicio fijo o móvil por satélite, según se indica que el reglamento. En lo demás casos se considera igual a 1.

- A: Ancho de banda (KHz), definido para cada tipo de estación, sobre la base del número de frecuencias autorizadas y del ancho de cada portadora, o de todo el bloque de frecuencias autorizado a cada estación.
- P: Potencia del transmisor (W)
- K<sub>2</sub>: Constante de ajuste empleada en aquellos servicios cuyo derecho se calcula considerando varios tramos.

En el caso de los concesionarios o permisionarios del servicio fijo o móvil por satélite para un ancho de banda de 1MHz y una potencia de 1 W, se aplicarán los valores de K<sub>1</sub> y K<sub>2</sub> según una tabla en relación a la cantidad de estaciones (n). Por ejemplo, en el caso de tener hasta 5 estaciones, se tiene K<sub>1</sub> con valor de 0.005 y el de K<sub>2</sub> es cero (0). En cambio, en el caso de tener más de 250,000 estaciones el valor de K<sub>1</sub> es 0 y el de K<sub>2</sub>, el máximo, 4393,91

Es importante señalar que el derecho por uso del espectro no debe exceder las 10 UTM al año por cada transmisor o receptor (10 UTM a enero del 2010 equivale a S/.2,102.28).

En el caso del derecho de uso por las estaciones del servicio fijo o móvil que empleen técnicas de multiacceso, pagarán por cada centro multiacceso o repetidora y se debe considerar como ancho de banda (A) la totalidad del bloque de frecuencias asignado para transmisión y recepción, y los valores de K<sub>1</sub> y P indicados según tabla. El derecho total a pagar no debe ser inferior a 1.5 UTM ni mayor a 25 UTM.

Sobre la Banda 700, el rango de frecuencias de 614 MHz – 806 MHz, tiene como atribución primaria la Radiodifusión específicamente Televisión Digital y como atribución secundaria al uso de Servicio Fijo.

#### **2.2.4 España [ESP2009]**

La tasa por reserva de dominio público radioeléctrico ha de calcularse mediante la expresión:

$$T = [N \times V] / 166,386 = [S \text{ (km}^2\text{)} \times B \text{ (kHz)} \times F \text{ (C1, C2, C3, C4, C5)}] / 166,386$$

Donde:

- T: Tasa anual por reserva de dominio público radioeléctrico.
- N: Número de unidades de reserva radioeléctrica (URR) que se calcula como el producto de S x B, es decir, superficie en kilómetros cuadrados de la zona de servicio, por ancho de banda expresado en KHz.

- V: Valor de la URR, que viene determinado en función de los cinco coeficientes  $C_i$ , establecidos en la Ley General de Telecomunicaciones, y cuya cuantificación, de conformidad con dicha Ley, será la establecida en la Ley de Presupuestos Generales del Estado.
- F ( $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$ ): Función que relaciona los cinco coeficientes  $C_i$ . Esta función es el producto de los cinco coeficientes indicados anteriormente.

A continuación, la descripción de los coeficientes mencionados:

- C1: Grado de utilización y congestión de las distintas bandas y en las distintas zonas geográficas. Se valoran los conceptos de número de frecuencias por concesión o autorización, zona urbana o rural y zona de servicio. Con este parámetro se tiene en cuenta el grado de ocupación de las distintas bandas de frecuencia para un determinado servicio y la zona geográfica de utilización, distinguiendo generalmente entre zonas de elevado interés y alta utilización. Se parte de un valor unitario o de referencia para las bandas menos congestionadas y en las zonas geográficas de escasa utilización, subiendo el coste relativo hasta un máximo de dos por estos conceptos para las bandas de frecuencia con mayor demanda y en zonas de alto interés o utilización.
- C2: Tipo de servicio para el que se pretende utilizar y, en particular, si éste lleva aparejado para quien lo preste las obligaciones de servicio público. Se valoran los conceptos de soporte a otras redes (infraestructura), prestación a terceros, autoprestación, servicios de telefonía con derechos exclusivos y servicios de radiodifusión. Es decir, se hace la distinción entre las redes de autoprestación y las que tienen por finalidad la prestación a terceros de un servicio de radiocomunicaciones con contraprestación económica.
- C3: Banda o sub-banda del espectro. Se valoran los conceptos de características radioeléctricas de la banda, previsiones de uso de la banda y uso exclusivo o compartido de la sub-banda. Por ejemplo las reservas solicitadas en bandas no adecuadas al servicio, en función de las tendencias de utilización del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF), se penalizan con una tasa más elevada, con el fin de favorecer la tendencia hacia la armonización de las utilidades radioeléctricas.
- C4: Equipos y tecnología que se emplean. Se valoran los conceptos de redes convencionales, redes de asignación aleatoria, modulación en radioenlaces y el

diagrama de radiación. Con lo cual se busca favorecer aquellas que hacen un uso más eficiente del espectro radioeléctrico respecto a otras tecnologías. Así, por ejemplo, en redes móviles, se favorece la utilización de sistemas de asignación aleatoria de canal frente a los tradicionales de asignación fija. En radiodifusión se han contemplado los nuevos sistemas de radiodifusión sonora y televisión digital, además de los clásicos analógicos.

C5: Valor económico derivado del uso o aprovechamiento del dominio público reservado. Se valoran los conceptos de experiencias no comerciales, rentabilidad económica del servicio, interés social de la banda, usos derivados de la demanda de mercado y la densidad de población. En el caso de radiodifusión, se ha considerado un factor determinante para fijar la tasa de una determinada reserva de dominio público radioeléctrico: la densidad de población dentro de la zona de servicio de la emisora considerada. Además, en caso la reserva de frecuencias se destine a la realización de emisiones de carácter experimental y sin contraprestación económica para el titular de la misma, ni otra finalidad que la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías durante un período de tiempo limitado y definido, el valor de este coeficiente será el 15 % del valor general.

Para el caso particular de los servicios tipo VSAT, se considerará la superficie de la zona de servicio, estableciéndose una superficie mínima de 10 mil kilómetros cuadrados. Además la superficie considerada se tomará tanto en la transmisión como en la recepción y todo ello independientemente del número de estaciones transmisoras y receptoras.

En el caso del servicio fijo punto- multipunto, la superficie a considerar es la zona de servicio indicada en la correspondiente reserva de dominio público radioeléctrico. El ancho de banda (KHz) a tener en cuenta se obtendrá de las características de la emisión.

Sobre la Banda 700 MHz, el rango de frecuencias de 470 – 790 MHz está asignado con prioridad primaria a los Servicios de Radiodifusión (5.296, 5.302) y con prioridad Secundaria al Servicio Móvil Terrestre (Atribución Adicional al Servicio Móvil Terrestre para Aplicaciones Auxiliares de la Radiodifusión UN-35).

Además el rango de 790 – 830 MHz está asignado con prioridad primaria al Servicio de Radiodifusión y con prioridad secundaria al Servicio Móvil, salvo el móvil aeronáutico (UN-35 Atribución adicional a título primario al servicio móvil, salvo móvil aeronáutico).

## **Capítulo 3**

### ***Recomendaciones Internacionales sobre el Espectro Radioeléctrico***

En este capítulo se mencionan las principales recomendaciones dadas por la UIT, así como del Banco Mundial sobre la gestión, administración del espectro radioeléctrico.

#### **3.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**

En este capítulo se tratarán las recomendaciones emitidas por la UIT, específicamente por el Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R), el cual es el sector encargado de la regulación del espectro a nivel mundial con la finalidad de garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones [UITR1993-1], dicho sector desempeña un papel fundamental en la gestión del espectro debido a que se encarga de coordinar esfuerzos para garantizar que todas las comunicaciones puedan coexistir sin causar interferencias perjudiciales a otros servicios.

Teniendo como principales documentos el Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales y el Reglamento de Radiocomunicaciones; este último es un tratado internacional que trata de la utilización del espectro por los servicios de radiocomunicaciones.

Para la toma de decisiones se toma en cuenta los resultados de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (encargadas de la revisión del Reglamento de Radiocomunicaciones), Asambleas de Radiocomunicaciones (responsables de la estructura, el programa y la aprobación de los estudios de radiocomunicaciones), Juntas del Reglamento de Radiocomunicaciones (aprobación de inscripciones de las asignaciones de frecuencias adoptadas por los Estados Miembros), la Oficina de Radiocomunicaciones (actualización del Registro Internacional de frecuencias) y Comisiones de Estudio del UIT-R (elaborar proyectos de Recomendaciones del UIT-R).

Es importante indicar la Recomendación UIT-R SM. 856-1 en la cual se recomienda la utilización de compensadores de interferencia, pantallas y antenas adaptativas como método adicional de reducir la interferencia y mejorar la utilización del espectro, permitiendo a los enlaces que interfieren funcionar simultáneamente, con un mínimo de interferencia. En el anexo de dicho documento se demuestra con un ejemplo, que las antenas adaptativas permiten la reducción de la distancia de reutilización entre estaciones base co-canal en un factor de 0.625.

Sobre la eficiencia del uso del espectro, en la Recomendación UIT-R SM.1046-2 [UITR1994-1], se recomienda usar como medida de utilización del espectro el ancho de banda- espacio- tiempo (factor de utilización de espectro) tanto para los equipos de transmisión y recepción. Además, recomienda emplear el concepto de eficacia relativa del espectro para comparar eficacias espectrales (relación entre el efecto útil y el factor de utilización del espectro) entre diversos sistemas de radiocomunicaciones; cabe indicar que estos sistemas deben ser tipos de sistemas similares que proporcionen servicios de radiocomunicaciones idénticos, es decir, no se podría comparar la relación entre un sistema móvil troncalizado y un sistema de radar, debido a que ambos sistemas manejan diferentes velocidades de transmisión.

En relación a la gestión del espectro, la Recomendación UIT-R SM.1047-1 [UITR1994-2] sugiere incluir dentro del desarrollo de programas nacionales de gestión del espectro los siguientes temas:

- principios fundamentales de la gestión del espectro
- planificación del espectro
- prácticas de ingeniería del espectro
- autorización de frecuencias
- utilización del espectro (incluida la eficacia de la utilización del espectro)
- control del espectro (inspección y control)
- automatización de la gestión del espectro

- economía del espectro

Además, el uso de formatos para la inscripción de las asignaciones de frecuencia nacionales, que sean compatibles con los que emplea la Oficina de Radiocomunicaciones para la notificación electrónica de las asignaciones de frecuencias. Se debe enfatizar la gran importancia de lo anterior, lo cual permitiría coordinaciones más eficientes en tiempo entre las autoridades nacionales encargadas de la gestión del espectro.

La recomendación UIT-R SM. 1048 [UITR1994-3], da las directrices para el diseño de un sistema básico automatizado de gestión de espectro; el cual debe permitir disponer de una base de datos sobre la asignación de frecuencias y la información disponible para los titulares de las licencias. También permitir, a quien lo solicite, indicar cuáles son las frecuencias sin interferencia, si están disponibles e identificar los casos de interferencia aceptable.

Otras características de ese sistema será la posibilidad de indicar las solicitudes de licencia en las que se necesite la coordinación de fronteras, registrar las tasas y facturación asociados con las funciones de otorgamiento de licencia.

La anterior recomendación descrita es parte fundamental para establecer un adecuado modelo de gestión, permitiendo disponer de información transparente a los usuarios y simplificando muchos trámites administrativos.

Continuando con la atribución del espectro, la Recomendación UIT-R SM.1131 [UITR1995-1] indica los factores que intervienen en la atribución del espectro a escala mundial, los cuales son los factores técnicos, factores operacionales y factores económicos.

Los primeros incluyen la propagación de frecuencias y de ubicación espacial. Los factores operacionales son referidos a que ciertos servicios cumplen funciones con exigencias de movilidad de explotación y/o un interfuncionamiento internacional; o debido a que algunos sistemas radioeléctricos son capaces de brindar un servicio mundial a todas las administraciones que lo deseen; como ejemplo de servicios que requieren estas exigencias son los Servicios de Radioastronomía, Marítimos, Espaciales.

Por último, los factores económicos referidos a los costes de atribución de espectro a escala mundial, los cuales también son de gran consideración al optar por atribuciones de espectro a nivel mundial.

Sobre los métodos nacionales de atribución alternativos, la Recomendación UIT-R SM.1265-1 [UITR1997] sugiere que las administraciones consideren la posibilidad de realizar aplicaciones de pruebas teóricas y prácticas de los nuevos métodos propuestos,

y así poder realizar la evaluación de los resultados con los obtenidos de la asignación actual (el statu quo).

Los nuevos métodos son:

- *atribuciones basadas en servicios genéricos*: los servicios radioeléctricos existentes podrían combinarse para de esta manera, constituir una menor cantidad de servicios radioeléctricos “genéricos”. Esta agrupación podría basarse en uso similar de las características de propagación o de las zonas de explotación.
- *atribuciones basadas en zonas de servicios espaciales*: se podrá clasificar el espectro de acuerdo a la zona de la aplicación del sistema radioeléctrico. Por ejemplo, se podrían clasificar como terrenales (punto a punto, punto a multipunto, multipunto a punto o multipunto a multipunto), espaciales (Tierra a espacio, espacio a Tierra o espacio a espacio).
- *atribuciones basadas en consideraciones técnicas*: ese método consiste en establecer las características de modulación, ancho de banda, potencia transmitida, parámetros de antena de los sistemas y características de propagación de la onda radioeléctrica (elementos fundamentales de un modelo de compatibilidad electromagnética).
- *atribuciones basadas en criterios comerciales*: este método podría ser adecuado cuando ya se tenga un cuadro simplificado y más flexible.

Luego de esta descripción, puede intuirse que la asignación actual (statu quo), asignación por servicios genéricos y la asignación en zonas de servicios espaciales son las más viables técnicamente; sin embargo, se deberían realizar pruebas teóricas teniendo en cuenta criterios técnicos de compatibilidad electromagnética, interferencia y de las condiciones de propagación.

Sobre la reorganización del espectro, en la Recomendación UIT.R SM.1603 [UITR2003] se define la reorganización del espectro de la siguiente manera:

*«La reorganización del espectro es un conjunto de medidas administrativas, financieras y técnicas para liberar, completa o parcialmente, las asignaciones de frecuencia existentes de usuarios o equipos en una determinada banda de frecuencias. Posteriormente la banda de frecuencias podrá atribuirse al mismo servicio o a servicios diferentes. Estas medidas pueden aplicarse a corto, medio o largo plazo.»*

Debido a que se considera de suma importancia la reorganización del espectro para las actividades de planificación, esta debe incluirse en las estrategias nacionales en materia de espectro de las administraciones.

El proceso de reorganización puede ser complejo debido, básicamente, a la oposición de los operadores y usuarios por el efecto de cambiar los dispositivos. Sin embargo, debe lograrse un consenso entre los diversos actores en relación al espectro, para lograr uso eficiente del espectro.

La reorganización podría ser voluntaria o por reglamentación, la primera se dará en el caso de que los usuarios puedan tener beneficios y/o ventajas. Sin embargo, la segunda es la solución ideal en concordancia con una política administrativa para reorganizar el espectro; puede darse en situaciones de expiración una licencia, o culminación de vida útil de los equipos.

Los costes de reorganización son los de los usuarios, en el caso de que ellos tendrían que asumir los gastos de compra de nuevos equipos y por el pago de un nuevo modelo de canon.

Sobre el canon, el documento [UITR2005] “Aspectos Económicos de Administración del Espectro” señala que los costos de administración del espectro pueden ser divididos en:

- *Costos Directos*: relacionados a la gestión, asignación de frecuencias, locales, sistemas de análisis de interferencia locales o internacionales.
- *Costos Indirectos*: Los costos para soportar los procesos de asignación de frecuencias. Representan costos que no pueden ser identificables o atribuibles a servicios específicos o licencias, tales como consultas internacionales a la UIT.

Por lo tanto, se concluye que el pago del canon por uso del espectro radioeléctrico debe cubrir los gastos de administración (gestión, supervisión y control) del espectro, sin considerar ningún otro costo. En este sentido, el mecanismo para el pago del canon debe buscar generar la menor distorsión en las tarifas finales de los servicios de los operadores de servicios de telecomunicaciones, y el incluir otros costos adicionales a los gastos de administración, podría generar ineficiencias.

### **3.2 Banco Mundial**

El documento “Manual de Reglamentación de las Telecomunicaciones” realizado por el programa INFODEV del Banco Mundial [BMUN2000], fue realizado con el apoyo

de la UIT. Dicho documento tiene como finalidad reunir las principales referencias prácticas de los métodos utilizados para la reglamentación del sector de las telecomunicaciones en el mundo, destacándose las mejores prácticas.

En el módulo 2 de dicho documento sobre las Licencias de Servicios de Telecomunicaciones, se enuncian las principales Licencias para la utilización del espectro y se recomienda el uso de solicitudes que incluyan dos modelos de licencias para utilizar el espectro y para la explotación del servicio. Se recomienda además, combinar diferentes métodos como sorteos (deben estar precedidos de un proceso de calificación), evaluaciones comparativas (criterios financieros, técnicos, comerciales) y subastas (generalmente, se autoriza sólo a postores con capacidad financiera y técnica demostrada).

Es importante indicar que sobre los criterios de calificación, la experiencia recientemente adquirida en materia de subastas de espectro demuestra que aun en mercados relativamente abiertos, como los de servicios móviles de Brasil y Estados Unidos, es importante establecer requisitos de calificación mínimos como la capacidad técnica y financiera para proveer servicios al público utilizando tales recursos.

Además, es importante señalar que según la Organización Mundial de Comercio sobre la asignación y utilización de recursos escasos como las frecuencias, estos procesos se deben llevar a cabo de manera objetiva, oportuna, transparente y no discriminatoria; y se debe poner a disposición del público el estado actual de las bandas de frecuencias asignadas; lo cual se cumple en nuestro país con el Registro Nacional de Frecuencias disponible en la web del Ministerio.

Se muestra en la siguiente tabla un cuadro resumen de las diferentes formas de asignación de espectro, así como las ventajas y desventajas de estos.

**TABLA 3: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS DIFERENTES FORMAS DE OTORGAR LICENCIAS**

	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>SORTEOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápido</li> <li>• Económico</li> <li>• Transparente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede entorpecer el desarrollo del sector sin un previo proceso oficial de calificación.</li> </ul>
<b>EVALUACIÓN COMPARATIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máxima flexibilidad y discreción a la hora de seleccionar la solicitud más</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede no ser transparente, por tener elementos subjetivos, por lo</li> </ul>

	<p>interesante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite a las solicitantes concentrarse en los factores que consideran importantes y persuadir al organismo regulador.</li> </ul>	<p>que suele denominarse “concurso de belleza”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lento</li> </ul>
<b>SUBASTAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más usados</li> <li>• Máxima transparencia</li> <li>• Eficiencia del mercado</li> <li>• Idónea para otorgar licencias en mercados abiertos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede discriminar a empresas de menor tamaño por el hecho de los cánones altos.</li> <li>• Puede acarrear costos excesivos.</li> </ul>

Fuente: [BMUN2000]  
Elaboración Propia

Como se mencionó anteriormente, ninguno de los tipos de asignación de espectro es el mejor, dependerá del contexto y de factores como la importancia de la banda de frecuencia asignada a un tipo de servicio, la cobertura y otros para determinar el tipo de concesión a usar, o si será una mezcla de algunos de ellos.

Finalmente, en este informe se dan dos recomendaciones finales en relación a la concesión de licencias. La primera es que el organismo regulador debe brindar una interesante posibilidad desde el punto de vista financiero a los operadores de telecomunicaciones competentes y experimentados. Si bien algunas oportunidades para la obtención de licencias resultan muy atractivas, otras, especialmente aquellas que se presentan en mercados emergentes o en transición, deben estructurarse y comercializarse cuidadosamente para atraer solicitantes calificados.

En relación a lo mencionado en el párrafo anterior, la experiencia internacional ha demostrado que prácticamente cualquier invitación a la presentación de solicitudes para obtener licencias de telecomunicaciones atraerá ofertantes. Sin embargo, muchos de ellos carecerán de la capacidad técnica o financiera necesaria para cumplir los objetivos del regulador en materia de expansión y mejoramiento de servicios.

La segunda recomendación sugiere que los procedimientos de adquisición de bienes o servicios por parte del Estado no se adecuan normalmente a la concesión de licencias. Muchos países tienen organismos administrativos centralizados que se

encargan de la compra de bienes y servicios y suelen implementar procedimientos de adquisición detallados por una buena razón: la reducción de la corrupción.

Sin embargo, la aplicación de tales procedimientos puede causar problemas jurídicos y administrativos, así como demoras y confusión en torno a las metas de la concesión de licencias. Por ejemplo, suele ocurrir que los funcionarios encargados de la adquisición de bienes o servicios precisen especificaciones detalladas en relación con todos los aspectos de los bienes o servicios que deben adquirirse, así como con la inspección y seguimiento cuidadosos de su instalación y prestaciones con posterioridad a la selección y entrega. Este tipo de microgerencia no es idóneo en el caso de licencias de telecomunicaciones. Como se señaló anteriormente, deben establecerse criterios de calificación claros. No obstante, al organismo regulador sólo le preocupan por regla general los resultados. Lo que importa no es si, sino cómo, se cumplen las condiciones de las licencias.

Habida cuenta de lo anterior, hay asuntos como la selección de tecnología, las estructuras gerenciales y las estrategias de comercialización, que no deben estar sujetos a condiciones de licencia ni a criterios de selección.

## **Capítulo 4**

### ***Evaluación y análisis de aspectos técnicos del Espectro Radioeléctrico en el Perú***

En este capítulo se efectuará un análisis detallado del método de gestión, administración y planificación del espectro del Ministerio con la finalidad de poder emitir recomendaciones sobre las posibles bandas de frecuencia necesarias para las redes inalámbricas de la siguiente generación (el análisis se centrará en la tecnología LTE).

También se espera analizar y diferenciar las estaciones base y la frecuencia a la que operan, además de la diferencia de concentración de usuarios de servicios móviles públicos y privados.

#### **4.1 Planificación, gestión y control del Espectro Radioeléctrico**

La Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones dentro del Ministerio, tiene como principal misión el asegurar el correcto uso del espectro radioeléctrico, mediante inspecciones y monitoreo permanente, el cumplimiento de los compromisos asumidos por las empresas operadoras y el acatamiento de la legislación de telecomunicaciones.

De esta manera, su función es la de detectar e implementar las medidas necesarias para corregir los casos de las estaciones de servicio de radio y televisión que operan a nivel nacional sin la correspondiente autorización, y/o que interfieren y/o distorsionan las emisiones de las empresas operadoras autorizadas.

Entre las principales funciones de esta dirección se encuentra el control correcto del uso del espectro radioeléctrico a través de inspecciones y el monitoreo permanente, la supervisión del cumplimiento de las obligaciones contraídas por los concesionarios, la detección de los infractores de la legislación de telecomunicaciones y la aplicación de las sanciones y medidas cautelares que correspondan. Otra función es la homologación de los equipos de telecomunicaciones, junto a la emisión de los certificados correspondientes, la elaboración de las normas técnicas y las directivas relacionadas con el control y supervisión de las telecomunicaciones.

Existe el Sistema de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico el cual está integrado con la Gestión Técnica, el cual permite el control sistemático de los parámetros técnicos de las estaciones radioeléctricas autorizadas, y Administrativa de Frecuencias, permite la detección de emisiones no autorizadas en función de los datos contenidos en una base de datos. Este sistema integrado permite también simular y planificar teóricamente los efectos de agregar una nueva autorización a los emisores existentes y predecir de esta manera las posibles interferencias que podría ocasionar.

Finalmente, permite verificar las nuevas autorizaciones por la generación desde cualquier parte del sistema (estación de trabajo) de misiones automáticas, gracias a la interconexión mediante una red LAN y protocolos TCP/IP.

Es importante señalar que esta Dirección, mediante el uso de dicho sistema, permite el desarrollo eficaz de sus funciones con el desarrollo de actividades como inspecciones técnicas a las estaciones de los diferentes servicios, el monitoreo e investigación del espectro, la detección de estaciones ilegales, las verificaciones técnicas a las estaciones de los diferentes servicios y la atención de las quejas por interferencias.

Es importante señalar que las inspecciones técnicas a las estaciones autorizadas son las constataciones del cumplimiento de las características técnicas autorizadas de los diferentes servicios de telecomunicaciones, las inspecciones técnicas a las estaciones no autorizadas son las constataciones de la operación de las estaciones que no cuentan con autorización o concesión del Ministerio a nivel nacional, lo cual procede tanto de Oficio como a pedido de parte por la Dirección de Infracciones y Sanciones de Telecomunicaciones.

Las Resoluciones Directorales (R.D.) de inicio de procedimiento administrativo sancionador son realizadas luego de un periodo de recopilación de medios probatorios y evaluaciones preliminares de los mismos. En el caso sea incidente en la falta, se aplica la sanción al administrado mediante Resolución Directoral.

Finalmente se observan las inspecciones de los Límites Máximo Permisibles (LMP) y de las Radiaciones No Ionizante (RNI). La información completa en relación a las herramientas de Control y Gestión del espectro se encuentra en el Anexo 2.

En la tabla 4 se indican las actividades desarrolladas al primer trimestre del año 2010:

**TABLA 4: PRINCIPALES ACTIVIDADES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN  
- DATOS A DICIEMBRE DEL 2010**

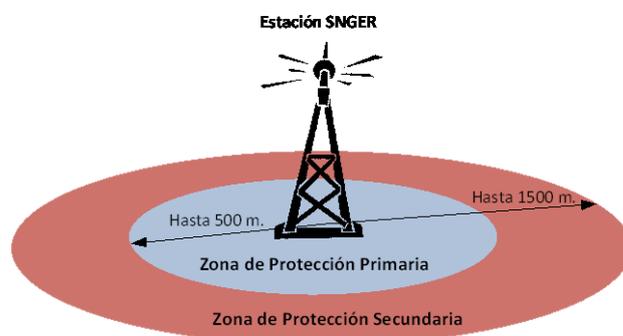
Principales Actividades	2006	2007	2008	2009	2010
Inspecciones técnicas (estaciones autorizadas)	303	141	177	213	181
Inspecciones técnicas (estaciones no autorizadas)	69	90	91	25	19
Quejas atendidas por interferencia	12	50	24	26	48
R.D Inicio	45	15	17	22	38
R.D Multa	25	17	4	4	34
Insp. Técnicas Generales (Medición de LMP de RNI)	64	51	272	40	39

Fuente: [MTC2010-3]

Elaboración: MTC

#### 4.1.1 Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico (SNGER)

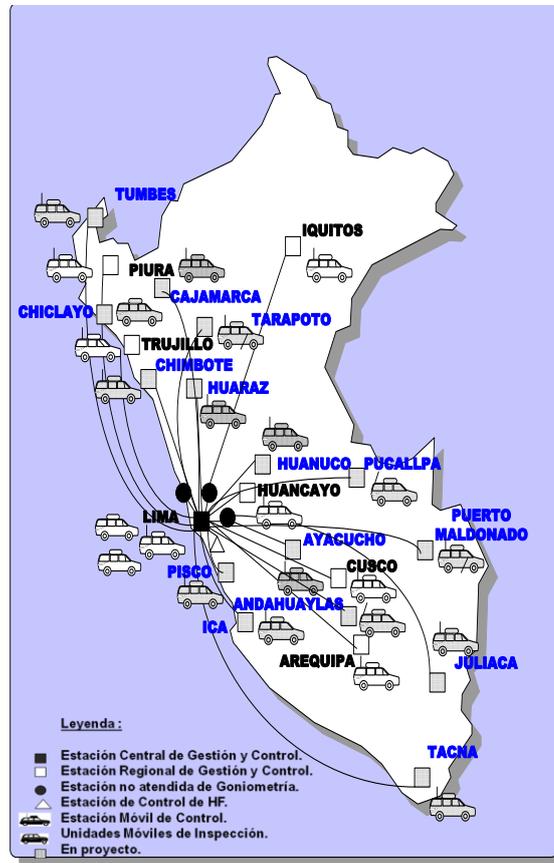
El SNGER tiene como función la comprobación técnica, el monitoreo, el análisis de las señales, goniometría y la localización. Como se observa en la siguiente figura estas estaciones deben tener dos zonas de protección, en las cuales no se pueden instalar estaciones del servicio de radiodifusión sonora y por televisión.



**FIGURA 4: DIAGRAMA DE ZONAS DE PROTECCIÓN PARA LAS ESTACIONES SNGER**  
Elaboración Propia

Este sistema está formado por estaciones centrales de Gestión y Control, estaciones Regionales de Gestión y Control, estaciones no atendidas de Goniometría,

estaciones de Control de HF, estaciones móviles de Control, unidades móviles de inspección como se observa en la siguiente figura:



**FIGURA 5: ESTACIONES DEL SNGER A NIVEL NACIONAL**

Fuente: MTC

Elaboración: MTC

Además, para Lima se adquirió un software para la Gestión del Espectro el cual permite administración de las frecuencias, otorgamiento de licencias, facturación y homologación.

Para lo último se realizó un convenio de cooperación técnica con la UIT que permitió la realización de una licitación internacional bajo el concepto de Proyecto "Llave en mano". La ganadora de la licitación fue la empresa francesa THALES (antes THOMPSON - CSF Communications) con la que se procedió a firmar el 29 de agosto 1997 el contrato respectivo.

Actualmente el proyecto ha desarrollado tres etapas que han permitido instalar sistemas de control del espectro radioeléctrico. Para el caso de la ciudad de Lima, este sistema está compuesto por una estación fija, tres estaciones remotas y una estación móvil.

En el caso de las ciudades de Arequipa, Cusco, Huancayo, Iquitos, Piura y Trujillo el sistema está compuesto por una estación fija y una estación móvil.

Se espera que en el período de Julio de 2006 al 2013 se proceda a la implementación de estaciones de control del espectro radioeléctrico fijas y móviles en cada una de las 15 ciudades siguientes:

- Tumbes
- Chiclayo
- Cajamarca
- Tarapoto
- Chimbote
- Huaraz
- Huanuco
- Ayacucho
- Pucallpa
- Ica
- Pisco
- Puerto Maldonado
- Andahuaylas
- Juliaca
- Tacna

Como ya se enunció anteriormente, se tiene como principal medida para el control del espectro las estaciones de comprobación técnicas pertenecientes al SNGER.

En el Anexo 3 se encuentra la ubicación detallada de las estaciones de comprobación técnica del SNGER.

#### **4.1.2 Herramienta de Planificación ELLIPSE**

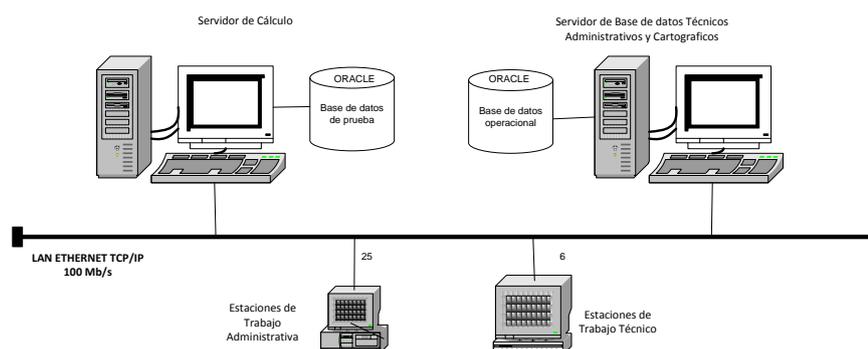
El software ELLIPSE es una herramienta de planificación, planeamiento y administración de frecuencias que contribuye a que las diferentes oficinas del Ministerio puedan administrar las frecuencias y otorgar las autorizaciones o las licencias con mayor celeridad, debido a que se cuenta con una base de datos de las autorizaciones y licencias otorgadas por el Ministerio hasta la fecha; sin embargo en la visita realizada se pudo comprobar la lentitud del software a las diferentes solicitudes de información.

Adicionalmente este software permite la verificación de las áreas de cobertura de cada licencia o autorización que el Ministerio otorga a través de diferentes tipos de

cálculos de propagación radioeléctrica sobre planos y perfiles digitalizados de las principales ciudades del país.

En el siguiente gráfico se puede observar el sistema de gestión, el cual está compuesto por los siguientes elementos:

1. Red: Lima, Red LAN Ethernet TCP/IP de 100Mbps.
2. Servidores: Servidor de base de datos Técnicos Administrativos y Cartográficos (SUN-ES3500) y un Servidor de Cálculo (SUN-E450). Desarrollados sobre Solaris 7, el software es Ellipse Versión 5.4.9a, el cual fue desarrollado en C++ y con Motif (interfaz de usuario gráfica, soportada por sistemas operativos sobre UNIX)
3. Puestos de trabajo: Son 25 puestos de trabajo administrativo y 6 puestos de trabajo técnico. Los últimos son 6 SUN, Modelo ULTRA 5 con 1 procesador de 270 MHz, 64Mb de RAM, Disco Duro de 4.2 Gb y un Monitor de 17”.



**FIGURA 6: TOPOLOGÍA DE LA HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN DEL ESQUEMA**

Fuente: MTC

Elaboración: MTC

Ellipse cuenta con diferentes módulos como son:

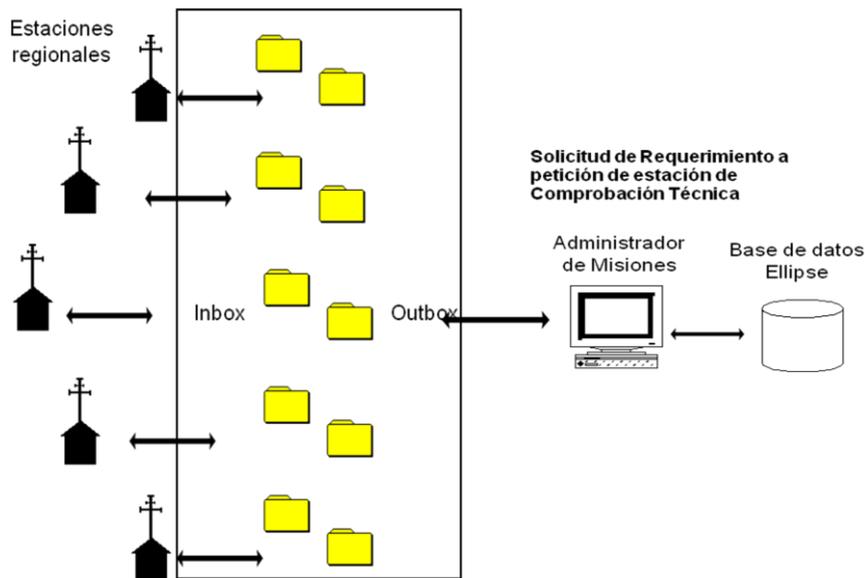
1. **Cobertura:** Permite simular con datos técnicos provenientes de base de datos, los valores de intensidad de campo y otros parámetros de cobertura de una o varias emisiones. Se usan diferentes modelos de propagación según el tipo de servicio a analizar.
2. **Cálculo de C/I:** El cálculo también se puede realizar si la señal interferente se encuentra en el mismo canal o en uno adyacente.

3. **Búsqueda de Productos de Intermodulación:** Es importante indicar que se pueden calcular productos de hasta noveno orden y además se puede obtener los valores estadísticamente.
4. **Redes Móviles:** Módulo que permite efectuar el estudio y asignación de redes de las estaciones del tipo base, móvil, móvil-terrestre. Se pueden analizar interferencias BIE, BIR y BSR.
5. **Control del espectro:** Permite obtener valores de intensidad de campo y azimut con respecto a una estación de control. De esta manera, se guardan los datos en bases de datos que luego serán comparados con valores medidos y determinar si los parámetros de operación de la estación son los correctos.
6. **Integración de mediciones de intensidad de Campo:** Se pueden guardar todas las mediciones así sirven de historial para ser consultados para una verificación posterior de otra nueva medición.

La función de los operadores regionales es poder atender los pedidos de mediciones (Checklist) solicitados a su estación regional correspondiente, este es el caso de requerimiento a petición de un puesto administrativo y además, enviar inmediatamente los resultados de las mediciones para posibilitar la integración de los archivos a la base de datos y compartir la información con los demás usuarios del Ministerio.

Es importante indicar que el intercambio de los archivos se hace siguiendo el modelo mostrado en la figura 7, siguiendo el siguiente procedimiento:

- Las estaciones regionales ubicadas en cada capital de departamento mediante el LG302 generan un archivo de requerimiento (\*.req), el cual es un archivo de consulta a la base de datos.
- El archivo es depositado en el buzón input correspondiente a la estación.
- El administrador efectúa la consulta y genera el archivo Checklist (\*.chk), el cual es depositado en el buzón Outbox.
- Los archivos de resultado después de la medición son depositados nuevamente en el buzón Input.
- El administrador efectúa la actualización de datos.

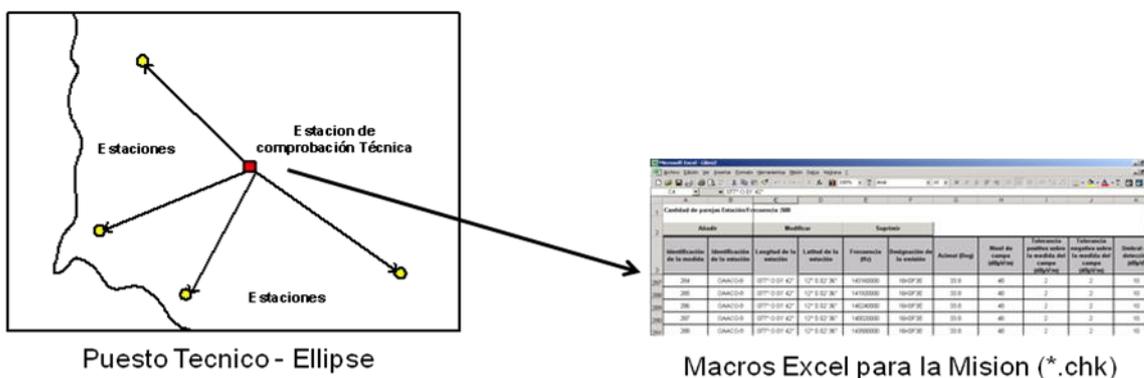


**FIGURA 7: ESQUEMA DE INTERCAMBIO DE LOS ARCHIVOS EN EL SISTEMA**

Fuente: MTC

Elaboración: MTC

Luego, para la integración de la base de datos en las mediciones de comprobación técnica se realizará mediante el puesto técnico Ellipse y en función de los datos técnicos de cada emisor, el software calcula la intensidad de campo (previamente se debió elegir algún modelo) y el azimut que debería medir el equipo comprobación técnica obtenida por las coordenadas de la estación existentes en la base de datos del Ellipse. Lo descrito se puede observar en la siguiente figura:



**FIGURA 8: INTEGRACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN LAS MEDICIONES DE COMPROBACIÓN TÉCNICA**

Fuente: MTC

Elaboración: MTC

Finalmente, se debe poder administrar las misiones, primero elaborándolas mediante la aplicación Developer y Excel teniendo en cuenta el tipo de estación. Después se debe actualizar la base de datos con las mediciones efectuadas por las estaciones regionales para compartir información con los demás usuarios del Ellipse mediante la aplicación administrativa. Las siguientes figuras muestran el entorno para ambas funciones:

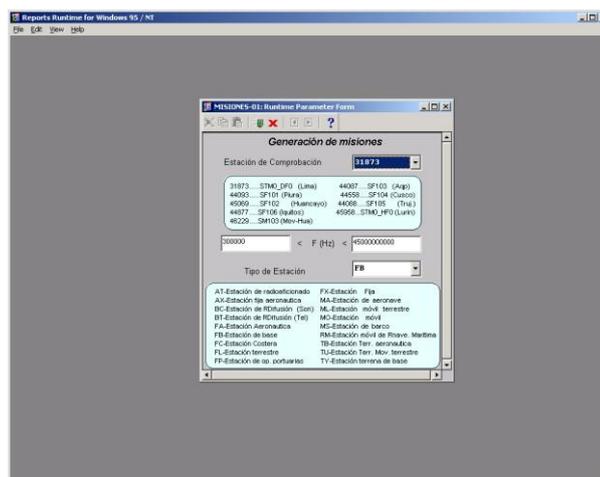


FIGURA 9: ELABORACIÓN DE LAS MISIONES

Fuente: MTC  
Elaboración: MTC

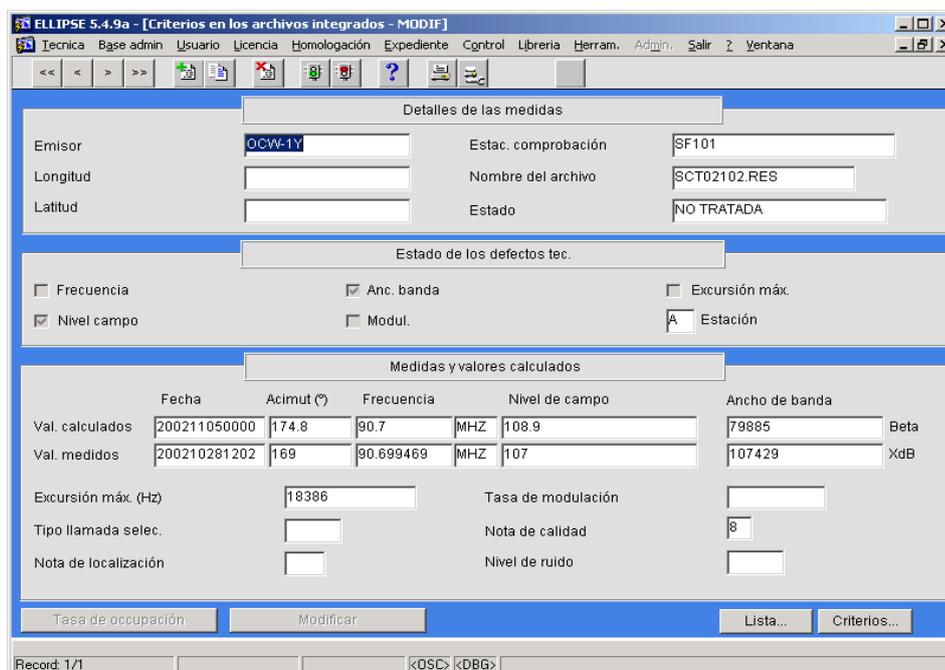


FIGURA 10: ACTUALIZACIÓN DE BASE DE DATOS CON INFORMACIÓN DE LOS DEMÁS USUARIOS ELLIPSE

Fuente: MTC  
Elaboración: MTC

Sin embargo, los principales problemas encontrados hasta la puesta en servicio definitivo del software, han sido principalmente por la imprecisión de datos como las coordenadas de las diferentes estaciones, y la ausencia de datos técnicos de estas. Además de la lentitud los cálculos. Por lo tanto, se debe hacer énfasis en actualizar el software con la finalidad de que se puedan efectuar todos los requerimientos necesarios para realizar la planificación, planeamiento y gestión adecuada del espectro.

#### 4.2 Bandas de frecuencia en análisis para el mediano plazo

En el mercado de telecomunicaciones, se observa una mayor tendencia del crecimiento en el mercado de telefonía móvil en comparación al del mercado de telefonía fija. Esto debido a las mayores posibilidades de integración de servicios (voz, imagen y datos) que ofrece la telefonía móvil.

El éxito en las estrategias de captación de clientes por parte de los operadores móviles en el Perú, se ha reflejado en mayores niveles de teledensidad móvil. Este valor a marzo del presente año equivale a 88,29% (el detalle completo de las estadísticas se encuentra en el Anexo N° 4).

En la siguiente tabla se observa la evolución del número de líneas móviles por empresa en un periodo de cinco años, a la fecha los usuarios de Movistar representan el 63,04% del mercado total, mientras que los de Claro representa un 33,49% y finalmente, Nextel representa un 3,47% del total del mercado móvil.

**TABLA 5: EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE LÍNEAS MÓVILES POR EMPRESA Y DENSIDAD**

<b>Empresas</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>mar-10</b>
Movistar	5.058.497	9.436.371	13.114.150	15.600.558	16.335.125
Claro	3.368.628	5.508.188	7.177.805	8.266.516	8.679.276
Nextel	345.029	472.688	659.879	833.287	895.394
<b>Total</b>	<b>8.772.154</b>	<b>15.417.247</b>	<b>20.951.834</b>	<b>24.700.361</b>	<b>25.909.795</b>
<b>Densidad</b>	<b>31,7</b>	<b>55,6</b>	<b>72,9</b>	<b>84,3</b>	<b>88,2</b>

Fuente: MTC

Elaboración: MTC

En relación al spectrum cap, es importante indicar que en el documento [MTC-CBA2] se reconoce que el tope de 60 MHz, de la asignación total de espectro por concesionario para prestar algún servicio público móvil en las bandas 806-824 MHz / 851-869 MHz, 824-849 MHz/ 869-894 MHz, 1710-1850 MHz, 1850-1990 MHz, es una

restricción de la disponibilidad del espectro para la prestación de servicios públicos móviles.

Al respecto, la actual asignación de espectro a los operadores móviles se traduce en que se cuenta con un operador que ya ha alcanzado el tope del espectro permitido por concesionario de 60 MHz y los otros dos estarían muy cerca del citado límite como se observa en la tabla 6.

En este contexto, la industria móvil en el Perú, refiere que para la prestación de servicios de acceso a internet de banda ancha se requiere contar con mayor cantidad de espectro; debido a que los topes vigentes estarían restringiendo la posibilidad de desarrollar diferentes modelos de negocios destinados a la prestación de dichos servicios.

**TABLA 6: ASIGNACIÓN DE ESPECTRO PARA EL SERVICIO PÚBLICO MÓVIL**

Empresa	Banda	Área de Concesión	Espectro por Banda	Espectro Total
América Móvil	800 MHz	A nivel nacional	25 MHz	60 MHz
	1900 MHz	A nivel nacional	35 MHz	
Telefónica Móviles	800 MHz	A nivel nacional	25 MHz	50 MHz
	1900 MHz	A nivel nacional	25 MHz	
Nextel del Perú	800 MHz	Prov. Lima y Callao	16,4 MHz	51,4 MHz
		Provincias	Variable, dependiendo del departamento	
	1900 MHz	Nivel nacional	35 MHz	

Fuente: MTC  
Elaboración Propia

Luego del análisis realizado en el capítulo 3 sobre la legislación comparada de diversos países, se puede clasificar las políticas asumidas hasta la fecha, en relación al establecimiento de topes en la asignación de espectro para los servicios móviles según se observa en la siguiente tabla:

**TABLA 7: ESTABLECIMIENTO DE TOPES, LEGISLACIÓN COMPARADA**

País	Límite de espectro
<b>Estados Unidos</b>	1994: 45 MHz
	2001: 55 MHz
	2003: Elimina tope espectro
<b>Canadá</b>	1995: 40 MHz
	1999: 55 MHz
	2004: Elimina tope espectro

<b>Argentina</b>	1998: 50 MHz
<b>Chile</b>	2005: 60 MHz
<b>Colombia</b>	2004: 40 MHz 2009: 55 MHz
<b>Brasil</b>	800MHz: tope de 25 MHz 900MHz: tope de 5 MHz 1800MHz: tope 50 MHz 1900MHz/2100MHz (3G): tope 30 MHz 1900MHz (espectro TDD del 3G): tope 5 MHz

Fuente: [MTC-CBA2]  
Elaboración Propia

Como se advierte en la legislación comparada, varios países en la región mantienen sus políticas de aplicación de topes de espectro con valores, si bien similares al fijado por el Perú; en la mayoría de los casos, inferiores al límite establecido en nuestro país. Así también, cabe indicar, que la penetración de los servicios de Telefonía Móvil y banda ancha móvil en estos países son superiores a las que se han reportado en nuestro país.

Según lo observado, es necesario el análisis detallado de parte del Ministerio sobre la eliminación, reducción o aumento del límite del spectrum cap en función de si constituyen o no una barrera para el despliegue de la banda ancha en el país. Debido a que según lo observado, por un lado los operadores han indicado mayor necesidad de cantidad de espectro [AMOV2010, WINE2010] y por otro lado, la legislación comparada nos muestra que otros países de la región tienen límites del espectro menor al de nuestro país teniendo densidades mayores al de nuestro país.

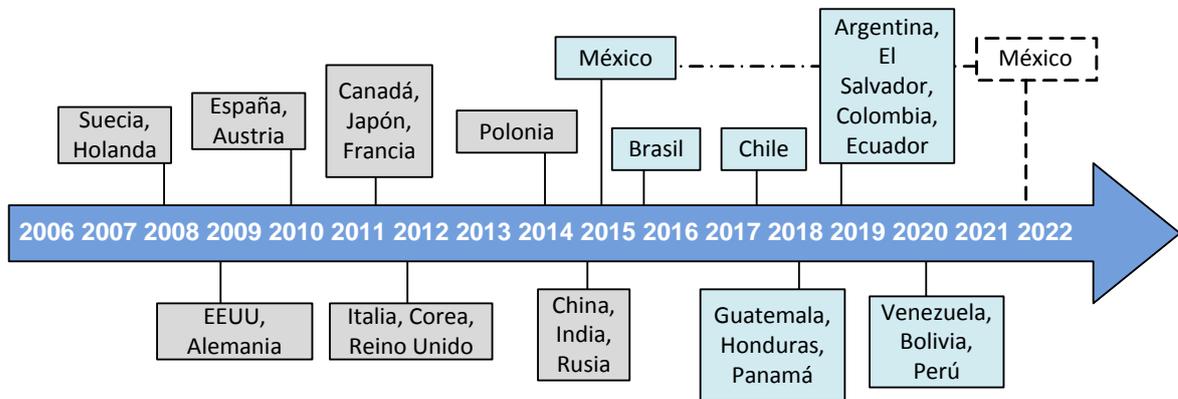
Luego de lo expuesto anteriormente, en el siguiente subcapítulo se hará el análisis de las principales bandas de interés a un periodo de 5 años; de esta manera analizar la situación actual de estas bandas en nuestro país, en los principales países del mundo y, finalmente, dar algunas recomendaciones.

#### **4.2.1 Banda 700 MHz**

A nivel internacional conocida como la banda del Dividendo Digital que abarca el rango de frecuencias de 698 – 806 MHz, con un total de 108 MHz. Con el cambio a la televisión digital en la mayoría de países esta porción de espectro quedará en parte libre, por lo que representa una buena oportunidad de lograr un alineamiento conjunto con la finalidad de facilitar el roaming global.

En diversos países del mundo se ha ido desarrollado el apagón analógico desde el año 2007; sin embargo en muchos países no sería necesario esperar el apagón

analógico para liberar el espectro y para utilizarlo para fomentar el desarrollo de la banda ancha. Es así, que algunos países ya han comenzado a liberar espectro debido a que no se tenían realizadas asignaciones de canales por sobre el canal 51. En la siguiente figura se tienen las principales fechas de los diversos países para el apagón analógico:

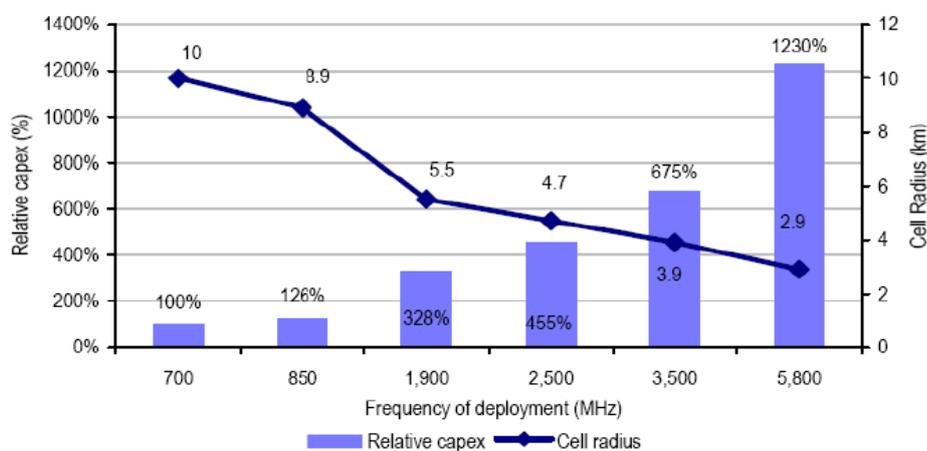


**FIGURA 11: FECHAS DEL APAGÓN ANALÓGICO EN EL MUNDO**

Fuente: [GSMA2010-2]  
Elaboración Propia

Es importante indicar que esta banda ha sido recomendada para emplear tecnología LTE [ALCATEL], debido a que los costos de usar una frecuencia baja como 700 MHz son proporcionalmente más bajos a medida que se trabajan con frecuencias altas.

Como se observa en la siguiente figura, trabajar con 700 MHz puede implicar un gasto 3.28 veces menor que 1900 MHz, 4.5 veces menor que usar una frecuencia alta como 2.5GHz, 6.75 veces menor que usar 3.5 GHz y hasta 12.3 veces menor que usar la frecuencia de 5.8 MHz.



**FIGURA 12: COMPARACIÓN DE CAPEX COMO FUNCIÓN DEL ESPECTRO UTILIZADO EN AMBIENTE SUBURBANO**

Fuente: [ALCATEL]

En el Perú, se adoptó el estándar ISDB-T como el sistema de televisión digital terrestre [MTC2009]. Además, mediante [MTC2010-2] se modificaron las Notas P11A y P51 del PNAF atribuyendo para TDT las bandas 470 - 608 MHz y 614 - 698 MHz y reservando la banda de 698 - 806 MHz. Así también, en este documento se señala que las frecuencias previamente asignadas podrán continuar siendo utilizadas para la transmisión analógica y los titulares de las estaciones analógicas autorizadas previamente en la banda 698- 746 MHz (canal 52 al 59) migrarán pudiendo utilizar para la transmisión señales analógicas, sujetas a los plazos y condiciones que determine el Ministerio.

Actualmente, esta banda se encuentra ocupada parcialmente por cuatro emisoras de televisión en Lima, como se observa en la la tabla 8, por lo cual se hace inutilizable esta banda para LTE en un corto plazo. Sin embargo, con el cambio a televisión digital se espera que se libere esta banda, para después ponerla en licitación.

**TABLA 8: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE BANDA 700 MHZ EN EL PERÚ**

	700									
	698.0	700.0	702.0	704.0	706.0	708.0	710.0	712.0	714.0	716.0
Lima-Colbco										
Lima Rural	ATV	AVT	EL NAVE							
Arequipa	o	u	n							
La Libertad										
Lambayeque		t	q							
Ica	n	i								
Tarma	j		k	l						
Ancash										
Piura	m		n	A						
Cusco	o	p								
Cajamarca	q	r								
Loreto	s		y							
Ucayali										
Tumbes										
Ayacucho		t								
Moquegua										
Huancayo										
Puno		u	v	w						
Ancashas										
San Martín										
Juin	y		z							
Pasco										
Madre de Dios										
Huancavelica										

Fuente: [TMOVILES]

En el caso de Europa, una de las bandas más importantes para el despliegue de la red LTE corresponde a la banda del Dividendo Digital (790 – 862 MHz); sin embargo aún es necesaria la espera hasta la liberación del espectro.

Telefónica Móviles ha sugerido seguir el modelo adoptado por Estados Unidos del plan espectral como el que se muestra en la tabla 9, se puede ver en color verde el

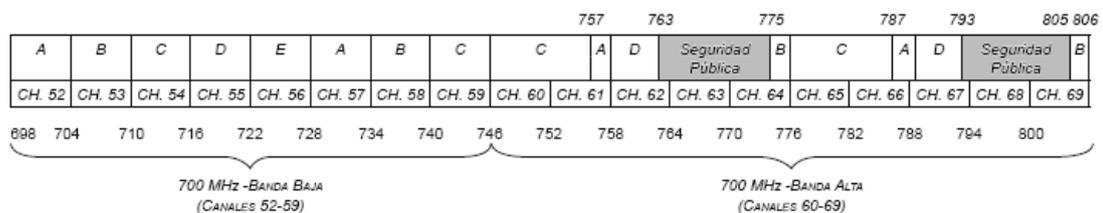
Bloque A y B juntos con 12 MHz Up/Down cada uno y el Bloque C por otro lado con 11 MHz Up/Down cada uno, como posibles despliegues de LTE. El Bloque D también es posible usarlo con 5 MHz Up/Down cada uno.

**TABLA 9: PLAN DE CANALIZACIÓN DE LA BANDA 700 MHZ DE EE.UU.**

Canal	Frecuencias MHz		Plan 700 MHz EE.UU.	C, Utilización Máxima Espectro
52	698	704	UpLink	DownLink
53	704	710		
54	710	716		
55	716	722	D	
56	722	728	E	
57	728	734	DownLink	
58	734	740		
59	740	746		
60	746	752	DownLink	
61	752	758		
62	758	764	D	
63	764	770	Public Safety	
64	770	776		
65	776	782	UpLink	UpLink
66	782	788		
67	788	794	D	
68	794	800	Public Safety	
69	800	806		

Fuente: [TMOVILES]

En el caso de Estados Unidos, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), como resultado de la transición hacia la televisión digital, ha dispuesto la utilización de la banda de 700 MHz para servicios inalámbricos, incluyendo seguridad pública y servicios comerciales, de acuerdo a la siguiente figura:



**FIGURA 13: PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE LA BANDA 700 MHZ EN ESTADOS UNIDOS**

Fuente: [FCC700]

El bloque A de 12 MHz, el bloque B de 12 MHz y el bloque E de 6 MHz de banda baja, junto con los bloques C de 22 MHz y D de 10 MHz de banda alta ya han sido

subastados en los primeros meses del 2008 resultando ganadores de dicha subasta las operadoras Verizon (la cual obtuvo el dominio del bloque C de 22 MHz) y AT&T (el cual obtuvo el dominio del bloque B de 12 MHz).

También es importante señalar que Alcatel Lucent ya ha realizado con éxito las primeras llamadas LTE/4G junto a la empresa Telefónica en Latinoamérica. Los primeros servicios se han puesto en marcha en los laboratorios de Telefónica utilizando la solución LTE extremo a extremos de Alcatel los cuales incluyen dentro de la infraestructura, estaciones base, equipos de transmisión, equipos troncales EPC (Evolved Packet Core) y servicios profesionales de diseño e integración . Luego de esta fase, en las pruebas de campo, se realizarán pruebas en la banda de 700 MHz [ALCA2009].

Por lo tanto para el despliegue de LTE, la banda de 700 MHz sería la ideal en términos de costos para los operadores y por las características de amplia cobertura. Pero cabe mencionar que la distribución de dicho espectro todavía se encuentra en una etapa de planeamiento, debido a que esta banda no ha sido liberada en muchos países hasta el momento y el uso de esta banda, implica la liberación del espectro que consiste en el cambio definitivo a la televisión digital. En el caso del Perú se ha planeado la primera fase del apagón analógico para el año 2020.

#### **4.2.2 Banda 800 – 900 MHz**

La banda de 850 MHz se encuentra en posesión de los tres grandes operadores móviles en nuestro país. Actualmente, las bandas 806 - 824 MHz y 851 - 869 MHz están asignados para el servicio troncalizado de Nextel en diversos departamentos del país, (para ver mayor detalle de la canalización y asignación visualizar el anexo 5).

En cuanto a las bandas de frecuencias comprendidas entre 821 – 824 MHz y 866 – 869 MHz, estas se encuentran asignadas a la empresa Nextel (asignada por concurso público de ofertas), para el servicio de troncalizado con carácter de uso exclusivo en la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

Las bandas 824-849 MHz y 869-894 MHz están asignadas a las empresas Claro y Movistar, las cuales brindan servicios de tercera generación en estas bandas. La canalización es de 11 MHz de ancho de banda tanto para downlink y uplink con el área de asignación a nivel nacional. Es así que la canalización de los bloques A y B de esta banda es la siguiente:

**TABLA 10: BANDAS 824-849 MHz Y 869-894 MHz**

Banda	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	Ida	Retorno		
A	824-835	869-880	Telefónica	A nivel nacional
	845-846.5	890-891.5	Móviles S.A.	A nivel nacional
B	835-845	880-890	América Móvil	A nivel nacional
	846.5-849	891.5-894	Perú S.A.C.	A nivel nacional

Fuente: MTC  
Elaboración Propia

Las bandas de 894-902 MHz y 939-947 MHz están asignadas a los servicios públicos de telecomunicaciones, con 4MHz de ancho de banda para el uplink y downlink a nivel nacional excepto en las provincias de Lima y Callao, las cuales tienen canalizadas 5MHz de ancho de banda. La asignación de dichas bandas es la siguiente, la canalización detallada está disponible en el Anexo 5 del documento:

**TABLA 11: BANDAS 894-902 MHZ Y 939-947 MHZ**

A nivel nacional excepto las provincias de Lima y Callao			
Canal	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa
	Ida BW: 4MHz	Retorno BW: 4MHz	
1	894-898	939-943	Telefónica Móviles S.A.
2	898-902	943-847	América Móvil Perú S.A.C.
Para la provincia de Lima y Callao			
Canal	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa
	Ida BW: 5MHz	Retorno BW: 5MHz	
1	894-899	939-944	Telefónica Móviles S.A.

Fuente: MTC  
Elaboración Propia

A nivel mundial la banda de 900 MHz es la más armonizada debido a que en la mayoría de países se ha desplegado en este espacio la tecnología GSM. A pesar de ser una de las bandas más pobladas, esta es considerada como una posible banda para el despliegue de LTE ya que la migración de usuarios de GSM a UMTS (3G), en la actualidad, está reduciendo la presión sobre la banda y por lo tanto se está liberando espacio en el cual se podría introducir paulatinamente la tecnología LTE.

Sin embargo, existe el inconveniente de aquellos operadores que han optado por utilizar este espacio liberado para la implementación de sus redes UMTS, sin embargo para esto se necesitaría esperar a liberar 5 MHz a comparación de LTE en el que solo necesitaría para comenzar un espacio de 1.4 MHz; es por esto que esta banda es una buena candidata para una implementación inmediata pero paulatina de la tecnología LTE.

Las principales ventajas de la banda de 900 MHz son las amplias áreas de cobertura al ser frecuencia baja y las facilidades técnicas para aprovechar la infraestructura ya desplegada de las estaciones con tecnología GSM para implementar antenas con tecnologías LTE.

De este análisis se desprende que el uso de estas bandas en Perú para un pronto desarrollo de redes LTE es imposible por ahora y por un largo periodo.

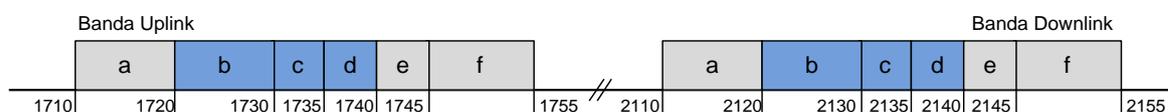
#### 4.2.3 Banda AWS (1.71-1.755/2.11-2.115 GHz)

Banda que consta de 90 MHz, en el Perú se encuentra reservada por el estado; en el PNAF la banda de 1710-1935 MHz está atribuida a Servicio Fijo y/o Móvil, la asignación de espectro se hace por concurso público.

De igual manera, la banda 2110-2120 MHz está atribuida a Servicios Fijos y/o Móviles, además de la investigación espacial; pero se encuentra reservada, por lo tanto el Ministerio puede realizar nuevas asignaciones en dicha banda.

Es una buena alternativa para el despliegue de LTE FDD en el Perú. Sin embargo, se debe asignar esta banda a Servicios Públicos de Telefonía Móvil dentro del PNAF para que recién se puedan solicitar las licencias de las bandas y seguramente, asignarlas por subasta u otro método de asignación de espectro. Y además, se debe tener en cuenta el spectrum cap con la finalidad de que los operadores existentes puedan obtener una de estas bandas, o licitar la banda a un cuarto operador, debido a que como se ha señalado, muchos de ellos superarían el tope de 60 MHz.

En el caso de Estados Unidos en 6 bloques de 20 MHz (A, B, F) y 10MHz (C,D,E), como se observa en la siguiente figura, en donde la banda AWS está libre para la implementación de cualquier tecnología 2G, 3G o 4G.



**FIGURA 14: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LA BANDA AWS (ESTADOS UNIDOS)**  
Fuente: [GSMA2010-1]

La licitación de los 90MHz de esta banda para las diferentes regiones de Estados Unidos se realizó en el 2006. Actualmente algunos operadores han desplegado sus redes 3G en sus bandas adjudicadas, sin embargo todavía quedan algunas empresas que están manteniendo sus porciones de espectro libre para la implementación de sus redes LTE.

Una de las ventajas de usar este espectro es la disponibilidad de equipos con costos de producción en descenso conforme la banda se va poblando.

Así también es una de las posibles bandas para el despliegue de LTE en Latinoamérica, debido a que muchos países disponen de espectro libre en esta banda.

En el caso de Chile, se han destinado desde el año 2007 las bandas 1710-1770 MHz y 2110-2170 MHz para el servicio de telefonía móvil digital avanzado.

#### 4.2.4 Banda 1.8 GHz y 1.9 GHz

El PNAF atribuye las bandas de 1710 - 1850 MHz, 1850 - 1910 MHz y 1930 - 1990 MHz para los servicios públicos de telecomunicaciones móviles y/o fijos, actualmente Movistar y Claro brindan servicios móviles con la tecnología GSM, también se ha adjudicado una concesión a Nextel en la banda de 1900.

Actualmente se ha generado una importante dinámica tecnológica y se prevén mayores cambios para el futuro para esta banda. Se prevé que los clientes en las Bandas PCS (Sistemas de Comunicaciones Personales) utilizarán de manera más intensiva internet móvil, comercio electrónico, servicios de información y servicios de localización. Todas estas aplicaciones requerirán de mayores velocidades de información que las que hoy brindan las actuales operadoras.

Se prevé que en un mediano plazo el tráfico típico previsto de un usuario móvil será de una sesión www. Además, se demandarán servicios de banca móvil, información de tráfico, y buzón integrado, entre otros. [NEY2010]

El otorgamiento de la concesión y la asignación de espectro para la explotación de dichos servicios en esta banda se realizan mediante concurso público de ofertas.

Actualmente las Bandas asignadas para Servicios Públicos según el Registro Nacional de Frecuencias [MTC-REG] son:

**TABLA 12: BANDAS 1850-1910 MHZ Y 1930-1990 MHZ**

Banda	Rango de Frecuencias (MHz)		Empresa	Área de Asignación
	Ida	Retorno		
A	1850-1865	1930-1945	América Móvil Perú S.A.C.	A nivel nacional
D	1865-1870	1945-1950	Nextel del Perú S.A.	A nivel nacional
B	1870-1882.5	1950-1962.5	Telefónica Móviles S.A.	A nivel nacional
E	1882.5-1895	1962.5-1975	Nextel del Perú S.A.	A nivel nacional
F	1895-1897.5	1975-1977.5	América Móvil Perú S.A.C.	A nivel nacional
C	1897.5-1910	1977.5-1990	Viettel Group	A nivel nacional

Fuente: MTC

Elaboración Propia

Como recomendación final, la entrada de un cuarto operador en la banda de 1900 MHz con servicios ofrecidos por lo menos con tecnología de tercera generación, deberá implicar para el Estado un beneficio ventajoso que le permita tener un segmento del mercado asegurado; es así que se podría asegurar con este nuevo operador el segmento de comunicaciones inalámbricas del Estado o al menos a una parte importante; de esta manera este operador entraría a competir en iguales condiciones que los otros operadores ya instalados.

Y es así que a inicios del año 2011, la empresa Viettel Group ha obtenido la licitación de la banda C de 1900 MHz, con una oferta de 1,3 millones de dólares y servicios de Internet gratuito para 4025 colegios de diversas localidades del país durante diez años.

Es importante indicar que en esta licitación las obligaciones para este cuarto operador no fueron tan gravosas, al punto de que pueda distraer su política de posicionamiento en el mercado y no tenga los suficientes incentivos para entrar, además considerando que el propio contrato ha previsto obligaciones ante al adjudicatario, tales como el pago de una oferta económica por la banda y la constitución de garantías como el proveer de Internet de banda ancha a una cantidad de colegios en el país.

#### **4.2.5 Banda 2.5 GHz**

Banda comprendida entre 2500 - 2692 MHz asignada a título primario a los servicios públicos de telecomunicaciones. Esta banda está dividida en 28 canales de 6 MHz cada uno y 1 canal de 24 MHz.

Los titulares de las asignaciones son las empresas Cable Visión S.A.C, Yota del Perú S.A.C., TC Siglo 21 S.A.A, Nextel del Perú S.A., TVS Wireless S.A.C., PERUSAT S.A., Corporación de Telecomunicaciones Perú S.A.C. y Optical Networks S.A.; la mayoría de estas brindan servicios de internet inalámbrico.

Las licencias para operar en el fragmento de esta banda han sido obtenidos a lo largo de los años; sin embargo, por la escasa cantidad de usuarios de estas empresas, se intuye que no brindan un servicio importante; además, el mantenimiento de la licitación se debería a intereses propios debido a que no hacen un uso eficiente del espectro.

En la siguiente figura se observa la canalización de esta banda y los operadores con licencia para brindar servicios en esta banda de frecuencias.

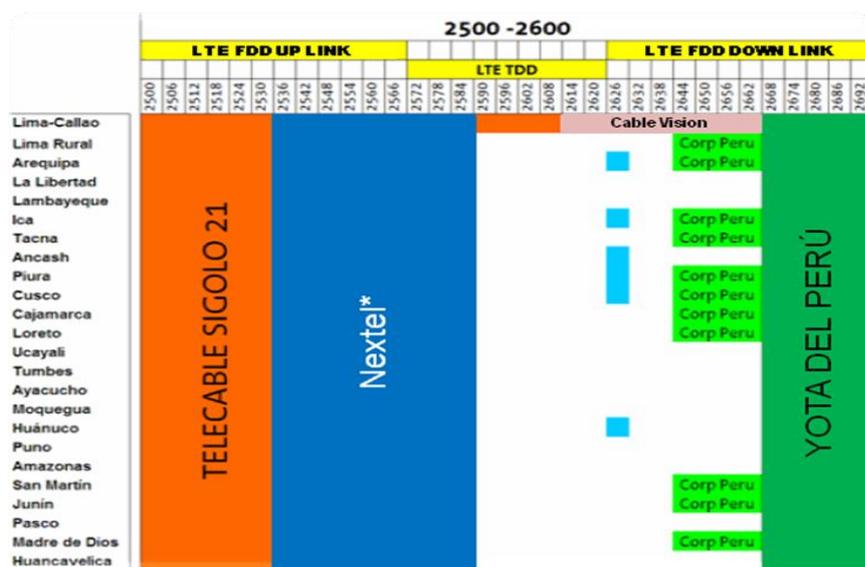


FIGURA 15: BANDA DE 2.5 GHZ- 2.6GHZ

Fuente: [TMOVILES]

Como se observa la banda LTE FDD UP abarca el rango de frecuencias de 2.5 - 2.57 GHz y LTE FDD Down abarca de 2.62 - 2.69 GHz, en nuestro país se observa que en esta banda se encuentran operando diversas empresas. Por lo tanto, se hace difícil un acuerdo de venta entre estos operadores con la finalidad de que con una reasignación de espectro los principales operadores como Nextel o Yota puedan tener asignado 30 MHz en el downlink y 30 MHz de uplink para el despliegue de LTE.

En el documento de la 3GPP recomiendan la banda IMT Extension que comprende el rango de 2.5 - 2.69 MHz con un total de 190 MHz de ancho de banda, este total 190 MHz disponibles puede distribuirse de varias maneras, sin embargo la distribución más recomendada es la de utilizar 3 bloques, un bloque que corresponde a la banda FDD de uplink (2500-2570 MHz), otro bloque que corresponde a la banda FDD de downlink (2620-2690 MHz) y por último un bloque central para TDD (2570-2620 MHz).

Es importante indicar que al estar libre esta banda en la mayoría de países de Europa y Latinoamérica es una de las principales bandas para los despliegues iniciales de la red LTE, así también, esta banda permitiría el uso de portadoras de 20 MHz y la implementación del roaming global.

Por ejemplo, ya se ha lanzado la primera red LTE lanzada por la operadora TeliaSonera en las ciudades de Estocolmo y Oslo, la cual opera en la banda de 2.6 GHz; dicha red se encuentra en funcionamiento desde diciembre del 2009. Así también, Alcatel-Lucent ha declarado posser redes desplegadas en 2.6 GHz en ciudades como Stuttgart (Alemania) y Veliz (Francia).

## **Capítulo 5**

### ***Evaluación y análisis de aspectos económicos del Espectro Radioeléctrico en el Perú***

En el presente capítulo se analizará el pago del canon por uso del espectro por parte de las operadoras tanto de servicios públicos como de servicios privados. Es importante hacer la diferencia entre la subasta realizada por el espectro radioeléctrico, el cual constituye un pago inicial por los derechos de uso de alguna o algunas bandas de frecuencia; del canon por el uso del espectro, el cual debería estar destinado a cubrir costos de las actividades destinadas a la administración del mismo, como es la gestión, supervisión y control del espectro. Por lo tanto, es importante considerar que los costos adicionales a los descritos anteriormente, no deben estar incluidos dentro del canon anual.

Por otro lado los requerimientos de parte de las empresas de mayor cantidad de espectro radioeléctrico como resultado del rápido desarrollo tecnológico, ha conducido a que este recurso natural adquiera mayor importancia económica; por lo tanto la importancia de evaluar el tema del pago del uso de espectro, a fin de que no constituya

un obstáculo para la innovación tecnológica y la competencia, ni tampoco sea una barrera de entrada de algún operador al mercado.

## 5.1 El Canon Radioeléctrico en la Administración Peruana

Una de las variables importantes en el análisis económico de los ingresos recaudados por el Ministerio es el cobro del canon por el uso del espectro radioeléctrico a los servicios públicos, privados y de radiodifusión.

Durante los tres primeros meses del 2010, el pago por concepto de canon ascendió a S/. 98.850.645,00, lo cual incluye el pago por uso del espectro de los operadores que brindan servicios públicos, privados y de radiodifusión.

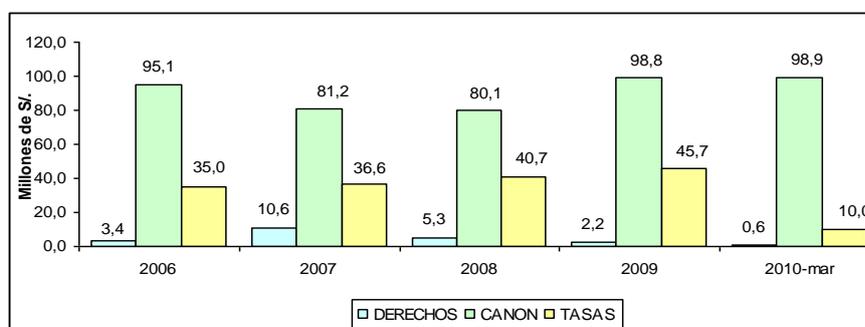
De este valor, los servicios públicos contribuyeron con S/.86.710.509,00, equivalente al 87,7% del total recaudado; mientras que en el caso de los servicios privados alcanzó los S/.11.125.377,00 que representa el 11,3% y finalmente, los servicios de radiodifusión, S/.11.125.377,00 que representa el 1,0%, del total.

**TABLA 13: INGRESOS RECAUDADOS POR SERVICIOS DE COMUNICACIONES (2006 A MARZO 2010) EXPRESADOS EN NUEVOS SOLES**

CONCEPTO	2006	%	2007	%	2008	%	2009	%	2010-Mar	%
<b>CANON</b>										
Servicios Públicos	78.041.421	82,1	63.567.352	78,3	62.279.784	77,7	82.227.426	83,2	86.710.509	87,7
Servicios Privados	15.286.889	16,1	15.503.090	19,1	15.783.458	19,7	14.842.528	15,1	11.125.377	11,3
Servicios de Radiodifusión	1.752.627	1,8	2.111.565	2,6	2.068.043	2,6	1.719.435	1,7	1.014.759	1,0
<b>Total</b>	<b>95.080.937</b>	<b>100</b>	<b>81.182.008</b>	<b>100</b>	<b>80.131.285</b>	<b>100</b>	<b>98.789.390</b>	<b>100</b>	<b>98.850.645</b>	<b>100</b>

Fuente: MTC  
Elaboración Propia

En la siguiente figura se observa la evolución desde el año 2006 de los ingresos recaudados por conceptos, los cuales son el canon (pago por uso de espectro radioeléctrico), las tasas (pago por la explotación comercial del servicio que se brinda) y los derechos (pago por acceder a una autorización o concesión por parte del Ministerio).



**FIGURA 16: EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS RECAUDADOS POR CONCEPTOS (2006 A MARZO DEL 2010)**

Fuente: MTC

Como se observa, desde el año 2008 existe un crecimiento de estos ingresos, en dicho año se obtuvo una recaudación de 80.1 millones de soles, en el año 2009 se observa un crecimiento de 23,34% con respecto al año 2008; mientras que del año 2009 al 2010 se observa un crecimiento de 0,1%.

En relación a lo anterior, las cifras correspondientes al canon son casi hasta 50 veces los valores de los ingresos por los derechos y las tasas, por lo que significan un gran egreso de los operadores e ingreso para la Administración.

Sin embargo, es importante indicar que el canon genera distorsiones en los mercados de servicios finales, debido a que se incrementan las tarifas a los usuarios por encima de valores óptimos y de esta manera, es posible que se genere una disminución del acceso de los consumidores a los servicios finales de telecomunicaciones, lo que también implica mayores tarifas en el mercado.

Es importante considerar y reconocer los montos recaudados por el Ministerio, tal cual se enunció en el Capítulo 2 sobre la normativa, el Reglamento y la Ley de Telecomunicaciones, donde se especifican los diversos importes que deben pagar los operadores desde que solicitan la asignación de frecuencia para operar servicios hasta el canon que se paga anualmente.

En la siguiente tabla se observa un consolidado de ingresos por tipo de servicios del año 2010 (del 01 de enero al 26 de mayo del 2010). Como se observa, los ingresos por los servicios de telefonía móvil representan el 78,58% del total, seguido de los servicios de troncalizado público (móviles de canales múltiples) con un 10,99% del total de ingresos recaudados por el Ministerio.

**TABLA 14: CONSOLIDADO DE INGRESOS POR TIPO DE SERVICIOS  
DEL 01-01-2010 AL 26-05-2010**

SERVICIO	IMPORTE	PORCENTAJE
Ampliación de Acceso Fijo Inalámbrico y Servicio de Conmutación para TD	S/. 2.109.856,83	2,43%
Móvil de Datos Marítimos por Satélite	S/. 19.112,00	0,02%
Móvil por Satélite	S/. 41.428,80	0,05%
Portador Larga Distancia Internacional	S/. 7.790,70	0,01%
Portador Larga Distancia Nacional	S/. 713.307,78	0,82%
Portador Larga Distancia Nacional / Internacional	S/. 257.874,18	0,30%
Portador Local	S/. 5.794.047,44	6,67%
Radiodifusión Cable MMDS	S/. 78.480,00	0,09%
Telefonía Móvil	S/. 68.225.682,00	78,58%
Troncalizado Público (Móvil de Canales Múltiples)	S/. 9.540.798,55	10,99%

Valor Añadido	S/. 37.728,00	0,04%
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 86.826.106,28</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: MTC

Elaboración Propia

Es importante recalcar que en el caso de los servicios públicos móviles, el ingreso por canon representa un total de S/.86.710.509,00, con el siguiente detalle:

**TABLA 15: INGRESOS POR CANON DE LOS SERVICIOS MÓVILES**

SERVICIO PÚBLICO MÓVIL	IMPORTE	PORCENTAJE
Telefonía Móvil	S/. 68.225.682,00	78,68%
Troncalizado Público (Móvil de Canales Múltiples)	S/. 9.540.798,55	11,00%
Otros	S/. 8.944.028,45	10,31%
	<b>S/. 86.710.509,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: MTC

Elaboración Propia

En la tabla 15 se observa que del total de ingresos recibidos por canon de servicios públicos móviles, el 78,68% representa el segmento de telefonía móvil, mientras que sólo el 11,00% representa el segmento de troncalizado y en otros (radioenlaces).

Cabe señalar que las empresas que hacen uso del espectro se rigen por el Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones para determinar los pagos por canon; sin embargo en el caso de las empresas de Telefonía Móvil, estas pudieron acogerse al Reglamento del Canon para uso del Espectro Radioeléctrico para Servicios Públicos Móviles [MTC2006], las únicas que se acogieron a este régimen fueron Telefónica Móvil y América Móvil [PAL2010].

Así también es importante el análisis del pago de canon diferenciando servicios y teniendo en cuenta la cantidad de estaciones bases autorizadas y vigentes. En la tabla 16 se observa el total de estaciones base que brindan los Servicios Públicos Móviles, la mayor cantidad de estaciones base corresponden a los Servicios de Comunicaciones Personales (PCS) que representan el 39,24%, mientras que las estaciones base de Telefonía Móvil representan el 35,83% y las de troncalizado, 24,93% restante.

**TABLA 16: CANTIDAD DE ESTACIONES BASE DE SERVICIO MÓVIL PÚBLICO EN EL PERÚ (MARZO DEL 2010)**

Telefonía Móvil	1717
PCS	1880
Troncalizado	1194
	4791

Fuente:MTC

Elaboración Propia

En el caso de los servicios privados de interés público o de radiodifusión se tiene un total de 3884 estaciones base a nivel nacional, tanto de los servicios de radiodifusión sonora y por televisión, como se observa en la tabla 17.

Es importante indicar que en el Perú la diferenciación para radiodifusión por televisión se hace por la banda frecuencia en la que se opera, la que puede ser UHF o VHF. Así también en el caso de radiodifusión Sonora la diferenciación se hace por la banda de frecuencia modulada, onda corta u onda media.

**TABLA 17: CANTIDAD DE ESTACIONES BASE DE SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN**

<b>Radiodifusión por Televisión</b>	
UHF	370
VHF	773
<b>Radiodifusión Sonora</b>	
Frecuencia Modulada	2202
Onda Corta	72
Onda Media	467
	<b>3884</b>

Fuente:MTC  
Elaboración Propia

Finalmente, se tiene la cantidad de estaciones base de los servicios privados en todas sus modalidades. Es importante señalar que la cantidad de estaciones base de los servicios privados es mucho mayor a las de servicios públicos y de radiodifusión, siendo un total de 36,568 estaciones de los primeros a diferencia de las 4,791 y 3,884 de las de servicio público y radiodifusión, respectivamente.

Dicha observación se justifica por la canalización de los segmentos de frecuencia y la cantidad de usuarios que disponen de estos sistemas. También cabe señalar que el 68,90% de estas estaciones son para servicio móvil terrestre con un total de 25,199 estaciones en operación.

**TABLA 18: CANTIDAD DE ESTACIONES BASE DE SERVICIOS PRIVADOS AL 2010**

	<b>CANTIDAD</b>
Banda Ciudadana	33
Circuitos Cerrado de Televisión	1
Enlace Fijo por Microondas (Analógico)	14
Enlace Fijo por Microondas (Digital)	329
Enlace Móvil por Microondas (Analógico)	2
Exploración de la Tierra por satélite	290
Fijo Aeronáutico	55
Fijo por Satélite	460
Fijo por Satélite (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	34
Fijo Terrestre	4576
Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	221

Meteorología por Satélite	11
Móvil Aeronáutico	285
Móvil Marítimo	2193
Móvil Terrestre	25199
Móvil Terrestre (EnlaceAuxiliar a la Radiodifusión)	26
Móvil Troncalizado Privado	2593
Radiolocalización	11
Radionavegación Aeronáutica	90
Radionavegación Marítima	13
Valor añadido (Servicios Privados)	132
	<b>36568</b>

Fuente: MTC  
Elaboración Propia

De acuerdo a la información de cantidad de estaciones base por Servicios y teniendo la información de lo recaudado por uso del espectro radioeléctrico en el año 2010 se ha elaborado a modo de resumen, la siguiente tabla:

**TABLA 19: RESUMEN DEL CANON RADIOELÉCTRICO Y CANTIDAD DE ESTACIONES BASE SEGÚN TIPO DE SERVICIO**

	<b>Cantidad de Estaciones</b>	<b>Canon del 2010</b>
<b>Servicios Privados</b>	36568	S/. 11.125.377,00
<b>Servicios Públicos</b>	4791	S/. 86.710.509,00
<b>Servicios de Radiodifusión</b>	3884	S/. 1.014.759,00

Fuente: MTC  
Elaboración Propia

Es importante indicar, que a pesar de darle mayor importancia en cuanto al tema del espectro a los servicios públicos, la anterior tabla demuestra que en el uso del espectro el 80,8% corresponden a las estaciones base que brindan servicios privados, mientras que sólo un 10,6% están asignados a los servicios públicos y el 8,6% restante representa a las estaciones base en operación que brindan los servicios de radiodifusión.

Sin embargo, los ingresos a la Administración por canon de los servicios públicos son hasta casi ocho veces los recibidos por los servicios privados; debido a que el canon está en relación directamente proporcional a la cantidad de terminales móviles a los cuales se brinda el servicio en una determinada banda. Es así, que los servicios públicos tienen cientos o miles de terminales móviles en servicio en una banda determinada, mientras que los servicios privados pueden tener asignados sólo uno o pocos terminales móviles.

Finalmente, como se observó en el Capítulo 2 sobre la normativa de otros países, se enunció el modelo de pago del canon por uso del espectro de los países de México, Colombia, Chile y España, sin embargo no se podría hacer una comparativa de cuán caro es el canon en un país más que en otro.

Lo dicho en el párrafo anterior se debe a que todos los modelos usan parámetros distintos que distorsionan los criterios para hacer la comparación; por ejemplo en el caso de Chile se considera la potencia de transmisión, mientras que en España se consideran cinco coeficientes que están en relación a la importancia de la banda, el área geográfica y otros. En el caso de Colombia se consideran coeficientes de valor relativo, siendo México el único país en el que el canon sólo está en relación a la cantidad de estaciones base y terminales móviles.

## **5.2 Evaluación del costo del Canon Radioeléctrico**

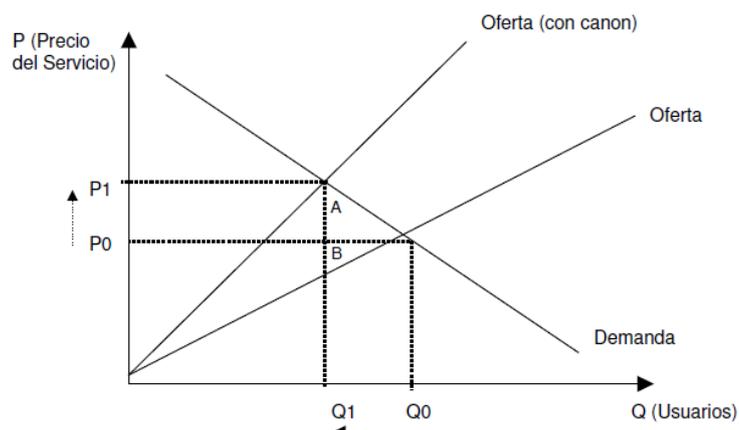
De acuerdo con los antecedentes analizados en el Capítulo 2 sobre el canon y licencias, la cantidad de espectro que ha sido asignado a los actuales operadores de telefonía móvil es considerable si éste se mide en función del número de abonados que existen en todo el país.

Por lo tanto, en esta sección se analizará el Informe presentado por OSIPTEL sobre el análisis de una nueva fórmula del canon para determinar el pago por uso del espectro radioeléctrico, donde se plantean tres tipos de recaudación [OSIP2006].

Como ya se ha mencionado, el impuesto que implica el canon radioeléctrico genera distorsiones en los mercados de servicios finales de telecomunicaciones, incrementando las tarifas a los usuarios por encima de los valores óptimos y reduciendo las cantidades transadas por debajo de los montos eficientes. De esta manera se genera una disminución del acceso de los consumidores a los servicios finales de telecomunicaciones, existiendo además mayores tarifas en el mercado.

El análisis de este modelo se basa en el análisis de la Ley de Oferta y Demanda, como se observa en la figura 18, el traslado del canon hacia los usuarios ocasiona que las tarifas del usuario se incrementen. Es así que la cantidad de usuarios atendidos se reduce de  $Q_0$  a  $Q_1$ , y la tarifa al usuario final se incrementa de  $P_0$  a  $P_1$ . De esta manera, se reduce el bienestar de los usuarios, dada la existencia del pago del canon.

Es así, que esta pérdida de eficiencia social (áreas A y B) evidenciada mediante el deterioro en el bienestar de los consumidores y afectación a las empresas operadoras de telecomunicaciones, se agrave en el caso de que el pago del canon sea superior a los costos atribuibles a la gestión, supervisión y control del espectro.



**FIGURA 17: LEY DE OFERTA Y DEMANDA APLICADA AL CANON RADIOELÉCTRICO**

**a) Recaudación Tipo I:** Cada una de las empresas de telefonía móvil está obligada a transferir al gobierno una cantidad fija de dinero por cada minuto de servicio de telefonía móvil generado en sus redes. Dado el incremento en precios que supondría este, el excedente del consumidor disminuye. Por otro lado, dado que las empresas consiguen trasladar todo el impuesto a los consumidores, el beneficio de cada una de las empresas se mantiene constante.

**b) Recaudación Tipo II:** El gobierno desea recaudar una cantidad fija de dinero,  $M$  millones de nuevos soles, y establece que la recaudación sea en función de la participación de mercado de cada una de las empresas. Así, la empresa con mayor participación de mercado financiará una fracción mayor de  $M$  que la empresa con menor participación de mercado.

En este caso, las empresas consiguen trasladar todo el impuesto a los consumidores, por lo tanto otra vez el excedente del consumidor disminuye y el beneficio de cada una de las empresas se mantiene constante.

**c) Recaudación Tipo III:** Todas las empresas están obligadas a transferir a la Administración una cantidad fija  $K$ , independientemente del volumen de minutos generados en su red e independientemente de su participación de mercado. En esta situación, tanto el pago fijo como la tarifa por minuto de servicio de telefonía móvil consumido se mantienen constantes. Así, debido a que las empresas no consiguen trasladar el impuesto a los consumidores, el excedente del consumidor

no varía respecto a la situación sin impuesto y el beneficio de cada una de las empresas disminuye exactamente en el monto K.

Por lo tanto, el tipo III es el que crea condiciones favorables tanto para una mayor inversión como para una mayor penetración en telefonía móvil. Siendo este tipo el que no distorsiona los incentivos de las empresas a invertir, ni castiga a los consumidores con mayores precios.

Es por esto, que se recomienda que la recaudación del canon por uso del espectro debiera ser el descrito por el tipo III en el presente modelo.

Como recomendación final, acorde con lo establecido por la UIT, asegurar una estructura de canon fijada en base a los costos asociados con la administración de este recurso. De esta manera, las ventajas que generaría una reducción del canon permitirían a los operadores reducir costos de operación, lo cual podría ser utilizado en un mayor despliegue de servicios de banda ancha de los operadores móviles.

# ***Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros***

## **6.1 Conclusiones**

Al finalizar el presente proyecto, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Debido al interés de los actuales operadores de telefonía móvil por obtener más espectro, estos deben demostrar una necesidad real por contar con él.
- Una política para la reconversión del espectro está en que los operadores requieran el acceso a espectro adicional para llegar a un uso más eficiente de este espectro.
- En Latinoamérica muchos países ya señalaron su interés en desplegar redes con tecnologías de cuarta generación como LTE.
- Se observa la necesidad por una tecnología móvil de mayor capacidad, que tendría como resultado el desarrollo de tecnologías de alta capacidad de transmisión, como por ejemplo LTE.
- Las diferentes economías de escala ya establecieron las bandas para el despliegue de LTE a nivel mundial, a las cuales nuestro país debe adecuarse para mantenerse dentro de los estándares.
- No se dispone de antecedentes que hagan suponer que la cantidad de espectro que actualmente poseen las operadoras sean un impedimento para que sigan incrementando la cantidad de abonados y la ampliación de la oferta de servicios de valor agregado como ya lo han empezado a hacer.
- El actual sistema de gestión, administración y planificación del espectro utilizado por la Dirección General de Control conformado por las herramientas Ellipe y el SNGER no poseen la información completa de todas las estaciones base de servicios públicos, privados y de radiodifusión. Esto dificulta una administración eficiente de espectro mediante sistemas de monitoreo continuo en tiempo real.
- Luego del análisis de las diferentes bandas, se estima que, en general, una gran parte del espectro manejado por la administración se encuentra no asignado, o subutilizado. De esta manera, grandes y valiosas bandas de espectro que podrían ser usadas por el sector privado o se encuentran pendientes de la toma de

decisiones, o se encuentran bajo la administración de menos eficientes usuarios del sector público.

- Además se han encontrado las siguientes conclusiones específicas:
  - Las posibles bandas a utilizar para un despliegue de LTE en el Perú son la AWS (1.7GHz-2.1GHz) y la Banda 700MHz.
  - Es necesario modificatorias a la normativa vigente del Ministerio, como por ejemplo el incremento, mantenimiento o disminución del spectrum cap de 60 MHz para prestar los servicios troncalizado, telefonía móvil, y servicio de comunicaciones personales (806-824 MHz/ 851-869 MHz, 824-849 MHz/ 869-894 MHz, 1710-1850 MHz, 1850-1990 MHz), así también cambiar el PNAF para la asignación de las bandas mencionadas en el capítulo 4 para los servicios públicos móviles.
  - La banda de 2.5GHz, debido a que se encuentra fragmentada, dificulta su uso para el despliegue de LTE.

## 6.2 Recomendaciones

Se sugieren, a continuación, algunas recomendaciones a tener en cuenta en el presente proyecto:

- Debido a los avances tecnológicos que apuntan a la convergencia de redes y servicios, se recomienda que la atribución de bandas de frecuencias no deben estar enfocadas a un solo servicio exclusivamente. Al respecto, se deben minimizar las regulaciones que establezcan cómo debe proveerse los servicios, ya que ello podría limitar la competencia.
- A nivel regional sería conveniente definir un conjunto común de normas de gestión de espectro, lo cual favorecerá al desarrollo de economías de escala por parte de los inversionistas y beneficiará a los usuarios debido a la fijación de precios más competitivos y la posibilidad de trasladarse con un mismo equipo terminal por los Estados que formen parte de los acuerdos.
- Analizar los costes de administración, gestión y planificación del espectro en los que incurre el Gobierno, a fin de que el canon que pagan las empresas por uso del espectro radioeléctrico sólo cubra estos gastos.
- La Administración peruana debería analizar la forma de obtener herramientas más actuales para la gestión del espectro, la cual sería un software de planificación más actualizado que Ellipe.

- Si bien la Administración ha reconocido que el tope de 60 MHz de la asignación total de espectro por concesionario para prestar algún servicio público móvil en las bandas 806-824 MHz / 851-869 MHz, 824-849 MHz/ 869-894 MHz, 1710-1850 MHz, 1850-1990 MHz es una restricción de la disponibilidad del espectro para el desarrollo de la banda ancha móvil, aún no se tiene conocimiento de la intención de eliminar este tope. Se recomienda hacer un estudio específico para determinar si es necesario espectro adicional o si bastaría con técnicas de reuso de frecuencia.
- El Ministerio debe realizar una re-ingeniería al espectro radioeléctrico a fin de facilitar la implementación de nuevas tecnologías.
- La recaudación del canon por uso del espectro debiera ser el descrito por el tipo III, el cual obliga a transferir a los operadores una cantidad fija K, independientemente del volumen de minutos generados en su red e independientemente de su participación de mercado.

### **6.3 Trabajos Futuros**

Se proponen a continuación diversos trabajos derivados del presente proyecto:

- Comparación del canon radioeléctrico a nivel de otros países, teniendo en cuenta todos los factores que podrían influir en esos costes.
- Medir la eficiencia del uso de las bandas destinadas a los servicios privados.
- Posibilidad de incursión de la telefonía móvil en bandas sobre los 26 GHz destinados actualmente a sistemas de acceso fijo inalámbrico con pico/femto celdas que permitirían redes de alta capacidad de transmisión de datos.

## ***Bibliografía***

- [AMOV2010] Carta DMR/CE/Nº 577/10 de fecha 30 de Junio del 2010 al Viceministro de Comunicaciones, sobre el “Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú”.
- [ALCATEL] ALCATEL-LUCENT  
*Efecto de las regulaciones en la innovación y eficiencia técnica de las redes.* Angel Alvarado, Director Centro de Competencia de Tecnología Inalámbrica.
- [ALCA2009] “Alcatel-Lucent realiza con éxito las primeras llamadas LTE/4G con Telefónica en Latinoamérica”. Web oficial de Alcatel Lucent. Consulta: 20 de enero de 2011.  
<[http://www.alcatel-lucent.com/wps/portal//News\\_Article\\_001948.xml](http://www.alcatel-lucent.com/wps/portal//News_Article_001948.xml)>
- [BMUN2000] INFODEV- BANCO MUNDIAL  
*Manual de Reglamentación de las Telecomunicaciones. Noviembre del 2000.*
- [COL2003] DECRETO 1972 de 2003, publicado en el Diario Oficial Nº 45.252 de Colombia de fecha 18 de julio de 2003.
- [COL2004] Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias del país de Colombia aprobada por Resolución Nº 1090/2004 y publicada en el Diario Oficial Nº 45.598 del 3 de julio del 2004.
- [CHIL2001] Decreto Nº 281 de Fecha 07 de junio del 2001 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones- Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile.
- [CHIL2006] Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico de Chile aprobado por decreto Nº 127 de Fecha 06 de marzo del 2006.
- [COL2009] Resolución Nº 002623 de Octubre del 2009 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia.
- [ESP2009] Boletín Oficial del Estado, Artículo 86 de la Ley 26/2009, del 26 de diciembre de Presupuestos Generales del año 2010: Cuantificación de la tasa por reserva del Dominio Público Radioeléctrico de España.
- [ESP2010] MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO- ESPAÑA  
*Orden ITC/332/2010. Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de España. 12 de febrero del 2010.*
- [FCC700] FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION- ESTADOS UNIDOS  
*Plan de la Banda 700 MHz para Servicios Comerciales.*

- URL:  
<http://wireless.fcc.gov/auctions/data/bandplans/700MHzBandPlan.pdf>  
 Fecha de consulta: 03-08-2010
- [FER2010] Fernández Pilco, Percy  
*Planificación de Redes de Telecomunicaciones- 2010. Aspectos normativos y regulatorios desde un punto de vista técnico.* Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Ingeniería de las Telecomunicaciones
- [FER2011] Fernández Pilco, Percy. Ex –Viceministro de Comunicaciones, Comunicación Personal, enero del 2011.
- [GSMA2008] GSMA ASSOCIATION  
*Dividendo Digital para los Móviles: Banda Ancha para todos.*  
 URL:  
<http://www.gsmworld.com/digitaldividend>
- [GSMA2010-1] GSMA ASSOCIATION  
*Gestión del Espectro: Demanda y el Debate sobre sus usos Alternativos.* Cabello, Sebastián. Director GSMA Latinoamérica. Mayo 2010.  
 URL:  
<http://www.infocom.cr/downloads/docs/Info%20sector%20telecom/Gestion%20Espectro%20Radioel%C3%A9ctrico%20-%20demanda%20y%20debate%20usos%20alternativos.pdf>
- [GSMA2010-2] GSMA ASSOCIATION  
*Situación del Dividendo Digital en el Mundo.* Cabello, Sebastián. Director GSMA Latinoamérica. Noviembre 2010.  
 URL:  
<http://www.gsmworld.com/digitaldividend>
- [MEX2009] COMISIÓN FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES- MÉXICO  
*Diario Oficial de la Federación del 27/11/2009. Cuotas y Conceptos de Pagos de Derecho, Productos y aprovechamiento para el año 2010 en Materia de Telecomunicaciones.*
- [MTC1993] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Decreto Supremo Nº 013-93-TCC. Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones. 28 de abril de 1993.*
- [MTC1994] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

- Decreto Supremo N° 06-94-TCC. Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. 11 de febrero de 1994.*
- [MTC2005-1] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Resolución Ministerial 187-2005-MTC/03. Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF). Abril del 2005.*
- [MTC2005-2] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Decreto Supremo N° 005-2005-MTC. Reglamento de la Ley de Radio y Televisión. Enero del 2005.*
- [MTC2005-3] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Decreto Supremo N° 011-2005-MTC. Fijan en 60 MHz la asignación de espectro a cada concesionario de los servicios troncalizado, telefonía móvil y servicio de comunicaciones personales. Marzo del 2005.*
- [MTC2006] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Decreto Supremo N° 043-2006-MTC. Reglamento del Canon por el uso del Espectro Radioeléctrico para Servicios Públicos Móviles. Diciembre del 2006.*
- [MTC2007] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Decreto Supremo N° 020-2007-MTC. Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. Julio del 2007.*
- [MTC2009] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
Resolución Suprema N° 019-2009-MTC por la cual se adopta el estándar ISDB-T.
- [MTC2010-1] Servicios Públicos de Telecomunicaciones al Primer Trimestre 2010, elaborado por la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del Ministerio.
- [MTC2010-2] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
Resolución Ministerial N° 150-2010-MTC/03 que modifica las Notas P11A y P51 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias- PNAF.
- [MTC2010-3] Servicios Públicos de Telecomunicaciones al Cuarto Trimestre 2010, elaborado por la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del Ministerio.
- [MTC-REG] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
Registro Nacional de Frecuencias.

- URL:  
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicación/concesión/registros/rnf/públicos.html>.
- [MTC-CBA1] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Comisión de Banda Ancha: Informe N° 1 Diagnóstico sobre El Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú. 27 de agosto del 2010.*  
URL:  
[http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/INFORME%2001%20BANDA%20ANCHA.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME%2001%20BANDA%20ANCHA.pdf)
- [MTC-CBA2] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Comisión de Banda Ancha: Informe N° 2 Barreras que limitan el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú. 27 de agosto del 2010.*  
URL:  
[http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/INFORME\\_02\\_BANDA\\_ANCHA\\_16\\_08\\_2010pm\\_correc27082010.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME_02_BANDA_ANCHA_16_08_2010pm_correc27082010.pdf)
- [MTC-CBA3] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
*Comisión de Banda Ancha: Informe N° 3 Visión, metas y propuestas de políticas para el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú. 27 de agosto del 2010.*  
URL:  
[http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto\\_banda\\_ancha/INFORME\\_03\\_BANDA\\_ANCHA\\_.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME_03_BANDA_ANCHA_.pdf)
- [NEY2010] Neyra Vigo, Humberto. Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del Ministerio, Comunicación Personal, agosto del 2010.
- [OSIP2009] OSIPTEL. *Módulo N° 4: La Regulación del Espectro Radioeléctrico.*  
URL:  
[http://imaginar.org/index\\_archivos/telecom/mod4.pdf](http://imaginar.org/index_archivos/telecom/mod4.pdf)
- [OSIP2006] OSIPTEL. *Análisis del Canon por Uso del Espectro Radioeléctrico.*2006.  
URL:  
[http://www.osiptel.gob.pe/WebSiteAjax/WebFormGeneral/buscador/wfrm\\_detalleInformacion.aspx?CodInfo=23073&Ini=0&N=1](http://www.osiptel.gob.pe/WebSiteAjax/WebFormGeneral/buscador/wfrm_detalleInformacion.aspx?CodInfo=23073&Ini=0&N=1)
- [PAL2010] Palomares Sartor, Claudio. Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones del Ministerio, Comunicación Personal, noviembre del 2010.

- [RAI2008] RAINERI, RICARDO.  
*Análisis del Mercado de Telefonía Móvil e Incentivo de Operadores Preexistentes ante el Concurso de la Banda 3G en Chile.* Marzo 2008.  
Fecha de consulta: 15-10-2010
- [TMOVILES] Telefónica Móviles, presentación “Espectro LTE y Banda 2600”
- [UIT1990] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación SM-667 Datos de Gestión Nacional del Espectro.* Junio de 1990.
- [UITR1990] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Resolución UIT-R 22-2: Mejoras de las prácticas y técnicas relativas a la gestión nacional del espectro radioeléctrico.* Octubre del 2007.
- [UITR1992] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM.856-1: Nuevas técnicas y sistemas eficaces desde el punto de vista del Espectro.* Marzo de 1997.
- [UITR1993-1] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES *Resolución UIT-R 1-5: Métodos de trabajo de la Asamblea de Radiocomunicaciones, de las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones y del Grupo Asesor de Radiocomunicaciones.* Octubre del 2007.
- [UITR1993-2] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES *Resolución UIT-R 9-3: Coordinación y colaboración con otras organizaciones interesadas, en particular la ISO y el CEI.* Octubre de 2007.
- [UITR1993-3] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES *Resolución UIT-R 11-4: Perfeccionamiento del Sistema de Gestión del Espectro para los Países en Desarrollo.* Octubre del 2007.
- [UITR1994-1] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM. 1046-2: Definición de la eficacia en la utilización del espectro por un sistema de radiocomunicaciones.* Mayo del 2006.
- [UITR1994-2] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM. 1047-1: Gestión nacional del espectro.* Julio del 2001.
- [UITR1994-3] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM. 1048: Directrices para el Diseño de un Sistema Básico Automatizado de Gestión de Espectro.* Julio de 1994.

- [UITR1995-1] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM. 1131: Factores que intervienen en la atribución de espectro a escala mundial. Octubre de 1995.*
- [UITR1995-2] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM. 182-5: Comprobación automática de la ocupación del espectro de frecuencias radioeléctricas. Febrero del 2007.*
- [UITR1997] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM.1265-1: Métodos nacionales de atribución alternativos. Julio del 2001.*
- [UITR2003] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Recomendación UIT-R SM.1603: Reorganización del espectro como método de gestión nacional del espectro. Febrero del 2003.*
- [UITR2005] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Informe UIT-R-SM.2012-2: Aspectos Económicos de Administración del Espectro. Octubre del 2005.*
- [UITR2006] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Informe UIT-R M.1768: Metodología de cálculo de las necesidades de espectro para el futuro desarrollo del componente terrenal de IMT-2000 y sistemas posteriores. Marzo del 2006.*
- [UITR2007] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
*Informe UIT-R M.2078: Estimación de los requisitos de anchura de banda de espectro para el futuro desarrollo de las IMT-2000 y las IMT-Avanzadas. Marzo del 2007.*
- [WINE2010] WINET WIRELESS NETWORK- Ing. Alberto Delgado  
*Acceso Inalámbrico de Banda Ancha Móvil Multiservicio e implicancias del Marco Regulatorio [diapositivas].*  
Consulta: 10 de noviembre del 2010  
URL:  
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/eventos/milla/exposiciones/Winet.pdf>